

## 1. INTRODUCCION

En una primera parte sobre el tema "El Cebú" se analizaron los aspectos de origen, distribución y adaptación; en esta última se hará una revisión de la reproducción en esta especie bovina.

Los puntos tratados se han subdividido en su mayoría en tres aspectos como sigue: a) Fisiología, b) Importancia económica y c) Datos disponibles sobre el tema específico. La fisiología de la reproducción en conjunto es un proceso complejo y además es un campo de la ciencia al cual se han incorporado gran número de investigaciones que han modificado sustancialmente los llamados conceptos "clásicos"; es así como se ha estimado conveniente plantear estos nuevos hechos con el objeto de dar una base firme a la discusión sobre cada característica reproductiva específica.

En la exposición sobre los datos disponibles acerca de los parámetros reproductivos se hace más un análisis comparativo entre *Bos taurus* y *Bos indicus*, que una información directa sobre el último. El autor ha preferido esta manera de exponer el tema porque en la mayoría de los textos sobre reproducción en ganado bovino, los datos que se indican son el resultado de las investigaciones hechas con las distintas razas del *Bos taurus* y por analogía se dan estas constantes como válidas para el *Bos indicus*; sin embargo, esto no es siempre cierto. Dadas estas circunstancias se considera no sólo oportuno sino necesario, dar mayor énfasis al análisis comparativo que al directo, para lograr mayor claridad y fuerza en el concepto final.

## 2. CAPITULO I:

### PUBERTAD

#### 2.1. *Fisiología:*

La pubertad es el período durante el cual el individuo adquiere habilidad para reproducirse. Antes de la pubertad el tracto reproductivo incluyendo las gónadas, aumenta de tamaño lentamente y no funciona en forma activa. A cierta edad y/o peso corporal ocurre el primer estro que puede o no ir acompañado de ovulación.

Mucho se ha especulado sobre el mecanismo que desencadena la capacidad reproductiva. Rothballer (1954) y Hagarborm (1967), puntualizan cómo los mecanismos que regulan la diferenciación gonadal, la maduración y la función reproductiva en sí misma, aumentan en complejidad a medida que se asciende en la escala filogenética desde las especies inferiores hasta los mamíferos. El conocimiento detallado de la relación estructural entre el sistema nervioso central y la hipófisis ha permitido un conocimiento más preciso de los mecanismos de regulación neuro-hormonales. Gorbman (1965) demostró que existe muy poco o ningún control nervioso en la secreción de gonadotropinas\* en los peces ciclóstomos, mientras que en los vertebrados superiores, las fibras nerviosas del hipotálamo terminan bastante cerca a las paredes de los vasos sanguíneos que constituyen el llamado sistema portal del hipotálamo (Green, 1951).

Lasley (1968), sostiene que hay evidencia disponible que sugiere que la aparición de la pubertad en la hembra es debida a una liberación súbita de gonadotropinas de la pituitaria anterior en el torrente sanguíneo, más bien que a una iniciación repentina de la producción de tales hormonas. Greep, (1961), destaca la importancia que ha tenido la investigación con hormonas esteroideas en la exploración de la ciclicidad de la función gonadal. Sobre este aspecto son de destacarse los trabajos de Byrnes y Meyer (1951), Hoogstra y De Jongh (1954), Ramírez y McCann (1963), quienes coinciden en afirmar que la aparición de la pubertad está relacionada con una disminución en la sensibilidad al retromecanismo negativo de los estrógenos.

Müller, et al. (1972), estudiaron la influencia que las catecolaminas, especialmente la noradrenalina, tiene en la regulación

---

\* Algunos autores usan el sufijo trófico (trophic); sin embargo, el autor prefiere usar trópico, ateniéndose a las raíces griegas: trófico de *trophic* = nutrir; trópico de *tropos* = dirección, ya que a un nivel hormonal dado es más un efecto estimulatorio (direccional) que un efecto nutricional, el que ejercen las hormonas sobre la(s) glándula(s) u órgano(s) efector(es).

de la secreción de FSH (hormona folículo estimulante) antes de la pubertad, principio éste que ya había sido formulado por Kragt y Masken (1972). Estos investigadores en un trabajo titulado "Mecanismos de control de la fisiología de la pubertad", formularon cuatro posibles mecanismos que podrían explicar la aparición de la pubertad en los mamíferos, partiendo del concepto zoológico de que la ontogenia recapitula la filogenia. Estos mecanismos son: 1) Sustancias de origen nervioso que estimulan o inhiben la capacidad de respuesta de las gónadas a las hormonas gonadotrópicas. 2) Control nervioso inhibitorio o estimulador para la secreción de gonadotropinas. 3) Un período del desarrollo durante el cual los retromecanismos no son funcionales debido a una falta de secreciones en el órgano efector final (gónadas); 4) Un período posterior de desarrollo durante el cual estos componentes del servomecanismo son funcionales. Después de una serie de experimentos tendientes a obtener información sobre los últimos dos conceptos relativos a la ontogenia, ya que ellos son los mejor documentados y parecen ser lo más probables, los autores elaboraron la siguiente hipótesis generalizada sobre la aparición de la pubertad.

"La pubertad está caracterizada por una "cascada" o una larga serie de eventos inductivos, los cuales culminan con la habilidad para reproducirse. Parece existir prepuberalmente una serie de circuitos estimulatorios positivos de servomecanismo que se tornan progresivamente más funcionales con la edad. Estos circuitos de servomecanismo transfieren y amplifican la señal original de salida para que alcance su máxima oscilación y finalmente culmine con un evento cataclísmico (secreción de progesterona) con el cual se interrumpen todos o la mayor parte de los circuitos de servomecanismo positivos". (Ver figura N° 1)

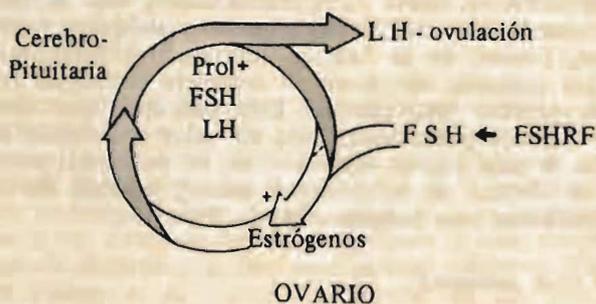


Figura No. 1 Diagrama hipotético de un circuito de servomecanismo positivo (+)  
(Tomado de Kragt y Masken, 1972)

“La señal nerviosa, mediada por aminas hipotalámicas inicia estos eventos mediante el aumento de la liberación de FSH-RH (hormona liberadora de la hormona folículo-estimulante) que induce la síntesis y liberación de FSH. Esta hormona actúa en ambos sexos para hacer más sensibles las gónadas a la presencia de LH, (hormona luteinizante) quizá por activación de la enzima responsable de la conversión de androstenedione o testosterona. En los machos, la LH potencializa la producción de testosterona abasteciendo el precursor adicional de la progesterona. En las hembras, se producen estrógenos suficientes sólo después de la liberación de prolactín y LH y esto no ocurre por algún tiempo (20 días)\*. Ya que a esta edad no hay cuerpos lúteos presentes, debe presentarse la producción de andrógenos y puede ser esta la razón para la anovulación. Una vez que los andrógenos alcanzan al torrente sanguíneo actúan positivamente para propiciar la liberación de un poco más de la LH, la que a su vez incrementa la producción de más estrógenos. Estos aumentan la capacidad de respuesta del ovario a LH y promueven la liberación de más FSH y prolactín por acción sobre los sistemas pituitario, hipotalámico y límbico.

Estas hormonas a su turno acrecientan la secreción de estrógenos, los cuales posteriormente conllevan a una descarga “quantal” de LH-RH y LH (hormona liberadora de la hormona luteinizante) suficiente para promover la ovulación y el desarrollo necesario de los órganos accesorios para la reproducción”.

Como puede observarse, esta es una hipótesis realmente coherente y con gran respaldo científico sobre el proceso que lleva a la aparición de la pubertad en los mamíferos pero que aún necesita posteriores pruebas experimentales.

## 2.2. *Importancia económica:*

La fertilidad es, como ya se había dicho, una de las características económicas más importantes en cualquier explotación ganadera. Dentro de la función reproductiva total, la edad a la cual los animales adquieren su completa capacidad reproductiva, reviste especial importancia. Este concepto que encaja dentro de la llamada precocidad, basa su valor económico en el hecho de que a más rápida aparición de la pubertad, mayor producción se obtiene en la vida del animal, además de que permite un reembolso más temprano de la inversión.

## 2.3. *Edad de la pubertad:*

Una de las diferencias que generalmente se le han atribuido al *Bos indicus* del *Bos taurus*, ha sido la falta de precocidad del primero. En efecto, Mahadevan (1966) señala como una de

---

\* Los autores hablan de 20 días de edad, porque la experimentación fué hecha en ratas, sin embargo la hipótesis es una generalización a los mamíferos.

las principales razones para que la explotación lechera en los trópicos no sea económica, la edad tardía al primer parto de los animales nativos de estas áreas, lo que parece ser debido parcialmente a su edad más avanzada para el primer calor.

En efecto, Eckles (1915) considera la edad promedio para el primer calor en diferentes razas, como sigue: Jersey, 8 meses; Guernsey, 11 meses; Holstein, 11 meses; Ayrshire, 13 meses; e indica además que las novillas con alimentación fuerte, alcanzan la madurez sexual a una edad menor que las con alimentación más ligera. Hammond (1927) señala que la edad a la pubertad para todas las razas, (*Bos taurus*) bajo condiciones normales de alimentación es de 9 meses, pudiendo variar de 5 a 15 meses. Neumann y Snapp (1969) indican que la pubertad la alcanzan las novillas de razas europeas de carne poco después del año de edad, pero que aparentemente las hembras Brahman, los cruces de Brahman y algunas de las nuevas razas con base en cruces de Brahman, llegan a la pubertad a una edad mucho mayor que las novillas de razas británicas.

Luktuke y Subramanian (1961) indican una edad de 1.275,06 días (42,5 meses) para la aparición del primer calor en ganado Hariana (*Bos indicus*), dato este que coincide con el dado por Guha y colaboradores (1968) para edad al primer parto ( $53,03 \pm 0,32$  meses); pero que es más elevado que los indicados por Sharma, *et al.* (1968) de  $29,97 \pm 0,42$  meses; Francis (1970) de  $2,39 \pm 0,25$  años; Reynolds, *et al.* (1963) de 27,2 meses y por Plasse, *et al.* (1968) de 19,4 meses para la aparición de la pubertad. Estos datos y los dados para edad al primer parto por diferentes investigadores (Singh, *et al.*, 1968; Kushwaha y Misra, 1969; Kavitkar, *et al.*, 1968; Stonaker, 1953; Singh, 1970 y Guha, *et al.* (1968), muestran que la edad de aparición de la pubertad es mayor en *Bos indicus* que en *Bos taurus*. Sin embargo, hay mayor variabilidad en los datos para ganado cebuino que para los europeos. Dicha variabilidad podría explicarse con base en los factores que condicionan la aparición de la pubertad.

Eckles (1915), Salisbury y VanDemark (1961), Joubert (1954); Wiltbank, *et al.* (1957, 1962) y Leathem (1961) coinciden en que el nivel nutricional influye marcadamente en la actividad sexual y por ende en la aparición de la pubertad. Esta influencia nutricional bien puede explicar parcialmente la diferencia entre los datos de los investigadores indúes donde las condiciones de alimentación son muy pobres (Whyte, 1957) y los datos de Plasse, *et al.* (1968) en el sur de los Estados Unidos de América donde las condiciones de explotación son mejores que las reinantes en la India.

Otro factor que influye es el aspecto climático. París y Ramaley (1972) indican cómo la temperatura ambiental alta produce retardo en la aparición de la pubertad; Dale, *et al.* (1959) encontraron que a  $26,8^{\circ}\text{C}$ . comparado con  $9,9^{\circ}\text{C}$ ., el ganado Brahman retrasa su crecimiento lo que a su vez influye en la

aparición de la pubertad, retardándola en proporción a la demora en adquirir un desarrollo corporal adecuado, lo que está de acuerdo con los datos de Gangwar (1970) en ganado Holstein.

Un último factor que bien puede influir en la aparición tardía de la pubertad en ganados cebuños, en comparación con los europeos, es el factor de selección. Singh, *et al.* (1968) encontraron una heredabilidad de  $0,760 \pm 0,160$  para edad a la pubertad, computada por el sistema de correlación entre medios hermanos contemporáneos. Conviene anotar que esta heredabilidad parece ser muy alta si se tiene en cuenta la variación de este carácter bajo distintas condiciones ambientales y de manejo.

Un análisis de los datos aquí presentados nos indica que los cebuños alcanzan la pubertad a mayor edad que el *Bos taurus*. Esta diferencia parece deberse a tres factores importantes a) nutrición; b) temperatura; c) genética. En consecuencia, es posible disminuirla aproximándola más a una edad compatible con mejores rendimientos económicos, tal como se ha logrado en explotaciones bajo condiciones adecuadas de manejo y selección.

### 3. CAPITULO II:

#### PRIMER PARTO

##### 3.1 Fisiología:

La edad al primer parto depende directamente de la edad al primer servicio, que a su vez guarda relación con la edad a la pubertad. Si bien el primer calor en la mayoría de los mamíferos suele ser anovulatorio (Kragt y Masken, 1972, Plasse y colaboradores, 1968; Salisbury y VanDemark, 1961; Hafez, 1969) una vez se regulariza el ciclo estral, el estro va acompañado normalmente de ovulación, siendo entonces posible obtener la concepción si la monta ocurre bajo condiciones adecuadas.

El aspecto más importante para obtener un primer parto ajustado a un mecanismo fisiológico normal es el desarrollo corporal del animal, sobre todo en lo que hace referencia a la capacidad pélvica para la normal expulsión de la cría.

Respecto al parto se han propuesto varias teorías para explicar su control hormonal. La más conocida hace referencia al nivel de progesterona y estrógenos al final de la gestación. Sugiere que los últimos aumentan al final de la preñez sensibilizando al útero al efecto de la oxitocina la cual ejerce su acción merced a la disminución de la progesterona (Zarrow, 1961). Hisaw (1926) puntualizó el efecto de una nueva hormona, la relaxina, que tendría como función la de facilitar el parto. Más recientemente se ha venido dando gran importancia al papel de los corticoides en el mantenimiento de la preñez e iniciación del parto. Varios investigadores han logrado interferir la gestación

mediante tratamientos con hormona adrenocorticotropa (ACTH) o corticoides adrenales (Courrier y Colonge, 1951; Robson y Sharaf, 1952; Velardo, 1957) y en un trabajo posterior de Garverick y colaboradores (1972) fue posible inducir el parto 2 semanas antes del período normal de gestación mediante la utilización de dexametazona inyectable.

El mecanismo hormonal que controla el parto está aún pobremente entendido y resta todavía mucho por investigar para lograr una cabal comprensión del proceso.

### 3.2. *Importancia económica:*

Desde el punto de vista económico la edad al primer parto influye en la rentabilidad de la empresa ganadera ya que a más temprana reproducción se logra un reintegro más rápido de la inversión y puede obtenerse una vida productiva más larga del animal o un descarte más oportuno del mismo en los programas de selección.

La edad al primer parto está relacionada estrechamente con la edad a la pubertad y el desarrollo corporal del animal; en consecuencia los sistemas de manejo, especialmente la adecuada nutrición en el levante de las novillas, van a influir marcadamente en esta característica.

Un aspecto muy importante es la nutrición durante la primera gestación ya que la ración debe llenar los requisitos de mantenimiento y crecimiento si se tiene en cuenta que a esta edad la novilla normalmente no ha completado su desarrollo.

Se deben pues, evitar ambos extremos: un apareamiento muy precoz que retardaría marcadamente el desarrollo del animal, y un apareamiento muy tardío que económicamente sería contraproducente. En general, el momento óptimo está determinado por el grado de desarrollo de la novilla.

### 3.3. *Edad al primer parto:*

Para ganado europeo normalmente se considera una edad de 2 a 2½ años como tiempo adecuado para que ocurra el primer parto, mientras que Mahadevan (1966) indica que generalmente el ganado tropical tiene su primer parto después de los 3½ años de edad, siendo esto consecuencia de la mayor edad al primer calor.

El mismo autor cita datos para edad al primer parto que van desde 38 meses hasta 59,3. Kavitkar y colaboradores (1968) señalan  $30,4 \pm 0,23$  meses como edad al primer parto en vacas Sahiwal; Luktuke y Subramanian (1961) encontraron una edad de 47,2 meses (1.416 días) como edad promedio al primer parto en ganado Harijana; en esta misma raza, Singh (1970) indica en su investigación una edad de  $54,61 \pm 0,5$  meses ( $1.638,3 \pm 14,7$  días). En un estudio sobre los factores que afectan la edad al primer parto en ganado Harijana, Guha *et al.* (1968) dan  $53,03 \pm 0,32$  meses como promedio de edad para

esta característica. Para ganado Sahiwal, Kushwaha y Misra (1969) encontraron una edad al primer parto de  $39,30 \pm 9,39$  meses, y Francis (1970) indica  $36,44 \pm 0,31$  meses para ganado Red Sindhi. En un informe sobre la eficiencia reproductiva en ganado Brahman puro bajo condiciones tropicales colombianas, Escobar y Mesa (1968) encontraron una edad promedio al primer parto de 38,86 meses, agregando que las condiciones de manejo del ganado considerado eran buenas. Este último dato no difiere considerablemente del indicado por los investigadores indúes. Sin embargo, es claro que la edad al primer parto es mayor en *Bos indicus* que en *Bos taurus* o cruces de ambos.

Existen varios factores que bien pueden explicar este fenómeno, siendo importante remitirnos primeramente a la edad a la pubertad discutida anteriormente como un factor muy determinante. Varios autores que la han estudiado dan los siguientes valores: Stonaker (1953), 0,39; Guha y colaboradores (1968),  $0,38 \pm 0,11$ ; Singh *et al.* (1968),  $0,678 \pm 0,155$  y Singh (1970)  $0,2764 \pm 0,1668$ ; es clara la disparidad de resultados de estos autores que los lleva a conclusiones también diversas: Guha *et al.* (1968) y Stonaker (1953) indican cómo la selección puede ser de gran importancia para disminuir la edad al primer parto, mientras que Singh (1970) afirma que sus resultados indican que este carácter parece no ser genético en su naturaleza, y por consiguiente cualquier programa de selección basado en esta característica es de poco valor.

Mahadevan (1966) al analizar datos de diferente origen, en explotaciones de ganado *Bos taurus*, *Bos indicus* y sus cruces, bajo condiciones tropicales señala que no encontró diferencia significativa entre los varios tipos de ganado en cuanto a este carácter y que, en consecuencia, es imperativo un mejoramiento de las prácticas de manejo en el medio tropical.

#### 4. CAPITULO III:

### ESTRO Y CICLO ESTRAL

#### 4.1. Fisiología:

Se define como estro, al período durante el cual la hembra muestra aceptación del macho, mientras que se denomina ciclo estral al período entre estro y estro.

La regularidad del ciclo estral exige una serie de eventos que se deben suceder en un tiempo y secuencia definidos para lograr una fertilidad fisiológica normal. En él están involucradas varias glándulas y órganos, en forma tal que a cada uno le corresponde actuar en determinado momento permitiendo así asegurar el carácter cíclico del fenómeno.

El punto de iniciación del ciclo, con el objeto de describirlo, es más bien arbitrario. El fenómeno inicial podría ser la elaboración de la hormona hipotalámica liberadora de la hormona

folículo estimulante (FSH-RH), por parte de las células nerviosas del hipotálamo, probablemente a nivel de la llamada eminencia media (Bogdanove, 1957; Cook, 1959; Everett, 1969; Martini, *et al.*, 1968; Corbin, 1966), la que a través del sistema porta-hipofisiario llega a la hipófisis anterior donde promueve la secreción de la hormona folículo estimulante (FSH), la cual llega al ovario por vía sanguínea donde estimula el crecimiento de los folículos y la posterior maduración de los mismos. Con el desarrollo del folículo se produce un nuevo balance hormonal ya que las células intersticiales del ovario (Clayson y Hillarp, 1947; Ingram, 1957; McDonald, 1971) producen estrógenos que, vía sanguínea, actúan a nivel del útero y del eje hipotálamo-pituitaria. Una vez que la circulación de estrógenos rebasa cierto nivel, el hipotálamo responde elaborando hormona liberadora de la hormona luteinizante (LH-RH), que, vía sistema portahipofisiario, promueve la secreción de la hormona luteinizante (LH) por la pituitaria anterior.

En efecto, Caldwell (1970) sostiene que existen evidencias bien documentadas que sugieren una relación directa entre el aumento en concentraciones de estradiol y la liberación de una "oleada" de LH. A su vez, los estrógenos actúan como un retromecanismo negativo en la inhibición de la liberación de FSH de la pituitaria anterior. La LH actúa sobre el folículo promoviendo su completa maduración y el desencadenamiento del proceso de ovulación y estimulando la formación del cuerpo lúteo (Espey, 1971; Rondell, 1970). La LH podría también actuar en algunas especies, en este momento, estimulando la secreción de progesterona por parte del cuerpo lúteo.

A nivel uterino el aumento preovulatorio de estrógenos, que estimula la hipertrofia e hiperplasia endometrial es seguido por un aumento postovulatorio de progesterona el cual resulta en el desarrollo fisiológico adecuado del medio uterino, lo que prepara al útero para la implantación del embrión.

Es de aceptación general que la secreción continua de progesterona, depende de un estímulo constante de origen hipofisiario (McCann, *et al.* 1967; Denamur, 1968; Greenwald, 1967). Se sabe que en algunas especies un segundo factor luteotrópico es esencial para iniciar y mantener la función normal del cuerpo lúteo (bovinos). El prolactín, una hormona de la pituitaria anterior, es también aparentemente controlado por el hipotálamo aunque en forma negativa, ya que éste parece elaborar una hormona inhibitoria del prolactín (PIH), la cual bajo condiciones apropiadas se inhibe así misma, lo que ocasiona la liberación del prolactín que a su vez probablemente actúa en concierto con otras gonadotropinas para mantener la función secretora del cuerpo lúteo.

El efecto neto de todos los eventos antes citados es la formación de un cuerpo lúteo que sigue a la ovulación y que secreta grandes cantidades de progestinas que a su turno son esenciales para el mantenimiento de la preñez. Si la fertilización no ocurre durante el tiempo oportuno del ciclo estral, el cuerpo lúteo de

la mayoría de los mamíferos regresa en un tiempo dado, lo que a su vez reinicia en nuevo ciclo ovárico. Sin embargo, si la fertilización ha tenido lugar, el cuerpo lúteo permanece por un período largo de tiempo asegurando así la implantación y mantenimiento del feto. Es acá donde surge un nuevo interrogante: ¿qué es lo que realmente controla la duración útil del cuerpo lúteo? La respuesta está en favor de un "factor luteolítico" aparentemente de origen uterino en algunos animales (ovejas, cerda, vaca, rata, cobaya, conejo y criceto dorado o hamster) (Caldwell, 1970; Melampy y Anderson, 1968), que sin pasar a la circulación general, actúa localmente en el cuerpo lúteo simétrico (Cicmanec, 1972). Aún no se conoce exactamente la naturaleza de este factor, pero algunas investigaciones hablan en favor del grupo de las prostaglandinas (Gutknecht y Johnston, 1972) probablemente de la serie "F" (Carlson, *et al.*, 1972). Si no hay gestación, el útero en un momento dado, libera este factor que llega al cuerpo lúteo y produce su lisis; pero si hay preñez, parece ser neutralizado por el embrión, lo que permite la permanencia del cuerpo lúteo.

#### 4.2. *Importancia económica:*

La regularidad del ciclo estral asegura una función reproductiva normal que en presencia de un aparato genital normal y condiciones externas adecuadas, garantizan la regularidad de la reproducción que a su vez implica una tasa normal de fertilidad en beneficio de un buen rendimiento económico. Si bien una tasa de reproducción de 100% en bovinos es sólo una meta ideal, ya que difícilmente se consigue dada la extraordinaria complejidad del mecanismo reproductivo de los mamíferos, es deseable estar lo más cerca posible a ella. Para lograr este propósito es condición indispensable un ciclo estral normal y un celo detectable, principalmente en el caso de la utilización de la inseminación artificial.

#### 4.3. *Duración del ciclo estral:*

La duración del ciclo estral en bovinos ha sido una característica que ha recibido especial atención por parte de muchos investigadores. Chapman y Casida (1937) encontraron un ciclo estral de 17 a 24 días; Ellenberger y Lohmann (1946) indican que el 30% entre 274 ciclos estrales duraron menos de 17 días o más de 25; Asdell (1946) en su libro sobre reproducción en mamíferos indica un ciclo de 20 días para vacas de leche. En general, Salisbury y VanDemark (1961) señalan un ciclo modal de  $21 \pm 4$  días para la vaca, siendo normal algunas variaciones de este rango.

El ganado cebú parece estar en el mismo rango señalado anteriormente; en efecto, Plasse, *et al.* (1970) indican un promedio de 28,8 días para el ciclo estral en Brahman en Florida, pero conviene observar que en el análisis se incluyeron animales que estuvieron cerca de 1 año sin mostrar celo, mientras que un 67,2% de las observaciones cayeron en el rango de 18 a 23

días, con una frecuencia mayor de ciclos de 20 días. En otro estudio (Anderson, 1944) sobre un análisis de 1.130 ciclos estrales, se da como duración promedio 23,03 días en ganado cebú. Con número menor de observaciones, Vásquez de Velasco (1960) encontró una duración promedio de 21,52 días en cebú y de 21,78 en ganado criollo del trópico del tipo *Bos taurus*; estos datos están bastante cerca del reporte de Nazareno (1954) quien da un promedio de  $21,3 \pm 1,2$  días, dato este que presenta una variación mucho menor que el de Plasse y colaboradores (1970).

Los datos presentados nos demuestran que el ciclo estral del cebú encaja adecuadamente dentro del ciclo modal dado para ganado *Bos taurus* por los investigadores que se han ocupado del asunto.

#### 4.4. Duración del estro:

En 1927 Hammond señaló en su libro "The Physiology of Reproduction in the Cow" sobre observaciones hechas principalmente en Inglaterra, que la duración del estro era de 6 a 30 horas, con una media de 17 horas aproximadamente, y una duración promedio menor en novillas, 16,1 horas, que en vacas, 19,3 horas. Otro reporte posterior de Gersimova (1940), da 6 a 20 horas, con un promedio de 17,8 horas en vacas y 15,3 horas en novillas, datos estos muy cercanos a los dados por Hammond. Sin embargo, se acepta generalmente que el *Bos indicus* tiene una duración del estro bastante corta y que generalmente se manifiesta durante la noche (Williamson y Payne, 1965). Investigaciones sobre este aspecto están en acuerdo con la primera parte de esta idea general pero presentan variaciones muy amplias, así: en el trabajo de Anderson (1944) se señala una duración del estro de 4,78 horas en cebú puro y de 7,40 horas para cruces de cebú, mientras que Vásquez de Velasco (1960) encontró un promedio de 16,6 horas en cebú y 15,87 horas en ganado criollo tropical (*Bos taurus*), anotando que en cebuínos la duración del celo se redujo hasta 11,47 horas cuando se practicó servicio por monta natural. Los datos de Plasse y sus colaboradores (1970) están más cerca de los indicados por Anderson, (1944) con un promedio de duración de  $6,7 \pm 0,78$  horas, con un rango de 2 a 22 horas. Conviene observar sin embargo, que las observaciones de Plasse *et al.*, (1970) se realizaron sólo en novillas que normalmente presentan un celo más corto que las vacas maduras. Nazareno (1954) encontró una duración media de  $13,4 \pm 0,8$  horas en vacas Red Sindhi, dato este más aproximado al dado por Vásquez de Velasco (1960).

Respecto a la presentación del estro con relación al día o la noche, Rollinson (1955) señala que el 40% de los animales observados por él, entraron en estro durante la noche, mientras que Plasse *et al.*, (1970) anotan que un 82,9% de las novillas observadas mostraron celo en las horas del día (4:00 a.m. a 8:00 p.m.).

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS  
Columbia

Un análisis sumario de los datos sobre la duración del estro muestra que la diferencia entre los cebuínos y el ganado europeo no es tan marcada como se señala corrientemente, si bien es realmente más corto en *Bos indicus*. De otro lado, no parece tener consistencia la idea de que el cebú entre en celo más frecuentemente durante las horas de la noche.

#### 4.5. *Tiempo de ovulación después de la terminación del estro:*

Salisbury y VanDemark (1961) en una revisión de las investigaciones sobre este aspecto reproductivo indican un tiempo medio de 12,5 horas después de la terminación del estro en *Bos taurus* y anotan que es ligeramente mayor en vacas que en novillas. En el estudio de Vásquez de Velasco (1960), la ovulación ocurrió 9,65 horas después del fin del celo en cebú puro, con muy poca diferencia sobre el dato comparativo para *Bos taurus* en condiciones similares y que fue de 9,83. Este dato, aunque difiere muy poco del señalado para *Bos taurus* (Salisbury y VanDemark) en otras investigaciones, está bastante distante del encontrado por Plasse *et al.*, (1970) en Florida y que es de  $18,9 \pm 0,96$  horas. Esta diferencia bien puede deberse a la corta duración del estro dado por estos investigadores para el *Bos indicus*, o a las condiciones subtropicales en contraste con las condiciones tropicales del trabajo de Vásquez de Velasco, (1960) ya que este autor no encontró una diferencia apreciable, entre *Bos indicus* y *Bos taurus* bajo condiciones similares.

Si bien Plasse *et al.* (1970), indican que el estro tan corto en cebú, según su investigación ( $18,9 \pm 0,96$ ) puede explicar el bajo comportamiento reproductivo del *Bos indicus* bajo condiciones de pastoreo en Florida, otros factores merecen tenerse en cuenta, tales como clima, (que se analiza más adelante a espacio) y el sistema de monta usado, ya que bajo condiciones de monta natural el tiempo de ovulación no tiene la importancia que adquiere cuando se usa inseminación artificial. Una observación de Rollinson (1955) en ganado cebú en Uganda bien podría restar importancia a la afirmación de Plasse, *et al.*, (1970) sin contradecir sus resultados; él dice que las vacas son atractivas al toro por algunas horas antes y después de estar realmente en disposición de aceptar la monta; esto es; aunque la duración del estro en cebuínos es corta, el período de proestro permite un cortejamiento previo. Conviene agregar que el tiempo indicado por Rollinson (1955) es mayor que el dado por Anderson (1944) en Kenya de 44 a 63 minutos.

Otro punto importante, respecto a la ovulación es la ocurrencia de estro anovulatorio; Luktuke y Subramanian (1961) encontraron que la incidencia de estro anovulatorio fue de 55,26%, mientras que la reportada por Plasse, *et al.*, (1970) fue de sólo 5,9%, dato este que no está lejos del indicado por Casida (1953) de 3%; la diferencia de estas tres investigaciones se puede explicar así: el dato de Luktuke y Subramanian (1961) es respecto al primer estro en novillas que alcanzan la puber-

tad en las que normalmente es baja la ovulación debido a razones endocrinas como consecuencia de la ausencia de cuerpo lúteo lo que hace que la producción de andrógenos sea alta, interfiriendo así con la ovulación (Kragt y Masken, 1972). Plasse y colaboradores (1970) trabajaron con novillas que mantuvieron en observación durante un año y utilizaron palpación rectal del cuerpo lúteo como indicador de ovulación previa, aunque los mismos autores anotan que la detección del cuerpo lúteo en *Bos indicus* es más difícil que en *Bos taurus*. Señalan además, que existe una alta influencia del verano en la presentación de celos anovulatorios. En conclusión, parece que el celo anovulatorio no es una explicación muy consistente para invocarse como una de las causas de baja fertilidad en *Bos indicus*.

#### 4.6. *Actividad sexual y su relación con la época del año:*

Desde tiempos antiguos se sabe que los factores ambientales influyen en la función reproductiva de los animales domésticos. Son de especial importancia, a este respecto, la luz, la temperatura y la humedad ambientales. El efecto de las condiciones del medio ha sido estudiado muy extensamente en los ovinos y equinos principalmente, dentro de los mamíferos de importancia económica. En bovinos se ha considerado que la mayoría de las vacas se pueden aparear en cualquier época del año, existiendo sin embargo una tendencia marcada a mayor fertilidad, en base a números de partos obtenidos, en ciertas épocas del año. Mercier y Salisbury (1947) en un análisis de la influencia de las variaciones en horas de luz diurna sobre la fertilidad, encontraron una correlación entre la tasa de concepción y la duración promedio mensual de la luz, con un período estacionario de 1 a 2 meses a partir del día más largo a la época de fertilidad máxima.

Más tarde, 1961, Salisbury y VanDemark al hacer un análisis conjunto de los datos disponibles llegaron a la conclusión de que la luz parece ser el elemento de control primario, aunque es influenciada por la temperatura, la humedad y en muchos casos por el nivel nutricional de los animales. Si bien el mecanismo exacto de control no está aún completamente elucidado, las investigaciones parecen indicar que la luz, primariamente actúa a través del ojo (retina) y por la vía nerviosa llega al cerebro, hipotálamo y pituitaria. Este modelo inicialmente propuesto ha sido modificado por investigaciones más recientes que incluyen la glándula pineal como otro escalón más en la cadena de mecanismos (Cole y Cupps, 1969). Así, el estímulo luminoso vía del nervio óptico y las fibras simpáticas influyen la producción de melatonina en la glándula pineal que a su vez afecta el ciclo estral. Esta hipótesis ha sido reforzada con el estudio de Wallen y Yochim (1972) quienes encontraron que bajo condiciones de relación normal luz/oscuridad ocurre un patrón rítmico de secreción de melatonina de la glándula, que puede variarse cambiando las proporciones de luz y oscuridad. Ellos

concluyen entonces, que la glándula pineal actúa como un regulador basal de la secreción de gonadotropina durante el ciclo estral.

Bond (1967) indica que en general, en el área de los Estados Unidos, el ganado localizado en regiones que presentan las más altas temperaturas de verano, exhibe la más baja eficiencia reproductiva durante dichos meses; Cole y Cupps (1969), señalan los meses de Febrero a Abril como los de mayor número de partos bajo condiciones de monta natural y durante todo el año. En los datos dados por Mercier y Salisbury (1947), por Bond (1967) y por Cole y Cupps (1969), se encuentra que los períodos de mayor fertilidad en *Bos taurus* coinciden con las estaciones de primavera y otoño, incluidos el principio y el final del verano. En contraste, el *Bos indicus* muestra una ciclicidad diferente. Plasse y colaboradores (1970), indican que en Florida la estación tiene una marcada influencia sobre el estro seguido de ovulación o sobre la ovulación sin estro; estros anovulatorios fueron significativamente más frecuentes durante el verano (8,4%) mientras que las ovulaciones sin estro detectable fueron más frecuentes en invierno (31%); de donde se desprende que el ganado cebú muestra una alta incidencia de "celos silenciosos" por efecto del invierno, fenómeno este que no se presenta en ganado Hereford bajo condiciones similares.

Anderson en 1944, había notado una asociación entre las condiciones climáticas y la función sexual, de una manera tal que la estación de mayor temperatura y más brillo solar estaba asociada directamente con una mayor función sexual, en las condiciones de la estación experimental de Kenya. Este mismo fenómeno fue observado por Mahadevan (1955) en otro medio tropical (Ceilán), donde además se encontró una disminución de actividad sexual durante el período de lluvias monzónicas de noviembre y febrero. Conviene anotar, sin embargo, que los meses de mayor actividad sexual, marzo a octubre, coinciden con el período seco del año y probablemente con los de mayor intensidad luminosa. Tomar (1966), encontró que en la India la mayor cantidad de inseminaciones en vacas ocurre de abril a septiembre, período éste que presenta los días de mayor duración e intensidad solar. También, Sharma *et al.* (1968), Singh *et al.* (1962), y Agarwall y colaboradores (1968), encontraron un fenómeno similar al estudiar las variaciones estacionales en la frecuencia de la distribución de estro en vacas cebú. Sin embargo, uno de los análisis más detallados al respecto, se debe a Wilson (1946), quien pudo demostrar basado en registros de 3 años en una estación experimental de Australia, que la mayor cantidad de concepciones que resultan en crías vivas ocurren durante los meses de máxima temperatura y de menor humedad atmosférica, aún cuando es el período de peores pastos. Así, al analizar varios factores ambientales se concluye que los más estrechamente asociados con la mayor actividad sexual fueron la intensidad luminosa y la temperatura.

Bajo las condiciones colombianas las cosas no parecen ser distintas; en efecto, Escobar y Mesa (1968) e Higuera y Mejía (1970), encontraron que la mayor cantidad de nacimientos ocurren durante el mes de diciembre y en menor proporción en noviembre y enero, lo que coincide con un mayor número de concepciones en febrero y marzo que serían los meses que corresponden al intermedio de la estación de sequía en las zonas estudiadas, estación ésta que va desde mitad de diciembre hasta principios de mayo.

Es el momento de destacar que todos los datos indicados coinciden en cuanto a que la época de mayor actividad sexual es aquella que ofrece, bajo condiciones de pastoreo, el más bajo nivel nutricional.

Es pues éste, uno de los fenómenos en reproducción de cebuños de características más sorprendentes ya que si bien la alimentación para la vaca en el momento de la fecundación es muy deficiente, el parto coincide con el mejor período para la sobrevivencia de la cría, presentando uno de los más bajos índices de mortalidad mensual de acuerdo a Escobar y Mesa (1968).

## 5. CAPITULO IV:

### PRIMER CALOR POST-PARTUM Y PERIODO INTER-PARTUM

#### 5.1. *Fisiología:*

El tiempo transcurrido entre el parto y el primer celo se denomina "período de servicio" o "período de primer calor post-partum"; mientras que el período inter-partum es el tiempo transcurrido entre un parto y el siguiente. Como se ve ambas medidas de eficiencia reproductiva están íntimamente ligadas ya que la segunda depende directamente de la primera, dado un período de gestación fijo para cada especie. Estas medidas adquirieron mayor importancia con la introducción de la inseminación artificial en la explotación de las razas bovinas de leche y posteriormente en el ganado de carne. Cuando se habla de ganados cebuños, sin embargo, adquieren una importancia especial si se tiene en cuenta que tradicionalmente se considera que el cebú es, por razones raciales, de baja fertilidad (Velásquez, 1966), hecho éste que hemos venido controvirtiendo a lo largo de esta exposición sobre patrones de reproducción en cebú.

La fisiología endocrina del período post-partum varía de acuerdo a las especies, así, en las cerdas la lactación interfiere con la secreción de gonadotropinas (Warnick, *et al.* 1950) y después de un calor anovulatorio entre el primero y el tercer día post-partum, la cerda permanece en anestro durante la lactancia. En la yegua el fenómeno es un poco variable ya que presenta normalmente un estro pocos días después del parto y este estro es ovulatorio en la mayoría de los casos, lo que hace posible la fecundación; sin embargo la fertilización en este tiempo parece aumentar la incidencia de abortos, distocias y retenciones placentarias (Wagner y Oxenreider, 1971). Después de

este calor ovulatorio el animal entra en período de anestro hasta después de la lactación. En la vaca el caso es completamente diferente y bajo condiciones adecuadas de alimentación y después de un parto normal, empieza a presentar ciclos antes de cumplirse el primer mes post-partum. Son muchas las investigaciones a este respecto, que despejan toda duda y establecen esta característica en el bovino (Casida y Venzke, 1936; Labhsetwar, *et al.*, 1964; Wagner y Hansel, 1969; Wagner y Oxenreider, 1971). Desde el punto de vista clínico el intervalo entre el parto y el primer calor ha sido determinado en razas de leche de 32 días por Menge, *et al.* (1962); 33 días por Buch, *et al.*, (1955); 45 días por Saiduddin, *et al.*, (1968); 46 días por Clapp, (1937) y 54 días por Wiltbank y Rowden, (1958).

Es claro, pues, que para razas lecheras europeas el primer estro post-partum puede ocurrir, bajo condiciones normales, en un período no superior a los 50 días. Esto se puede explicar endocrinológicamente si se tiene en cuenta que en bovinos no hay interferencia entre la lactación, la involución uterina y la función ovárica, como sí es el caso en la cerda. De otro lado (Wagner y Oxenreider, 1971), encontraron que la regresión del cuerpo lúteo de preñez es muy rápida una vez cumplido el parto, y de ser así, el anestro post-partum, que puede presentarse en algunas vacas, no es el resultado de una permanencia prolongada del cuerpo lúteo de la preñez.

Otro aspecto importante en la fisiología del período post-partum es el de los cambios uterinos relativos a su involución, ya que ésta es condición básica para una adecuada anidación y implantación del óvulo fertilizado. Wagner y Oxenreider (1971), señalan que la involución uterina es difícil de evaluar excepto mediante criterio histológico. La palpación rectal da una información relativa al tono del miometrium y al tamaño del útero, pero no da ninguna indicación sobre el grado de modificación epitelial que haya podido operarse en el endometrio. Sin embargo, Rasbech (1950), sostiene que la involución uterina tiene dos componentes: uno, es la disminución de tamaño debido a contracción muscular y el otro, corresponde a los cambios regresivos de tejidos, que siguen al parto. En consecuencia, ninguno de los criterios tomados por separado es lo suficientemente preciso en la determinación de la involución uterina. El mismo autor indica que la involución uterina en la vaca es completa entre los 20 y los 25 días post-partum bajo condiciones normales. En caso de parto laborioso o problemas patológicos post-partum (retención de placenta, metritis, etc.), este período se prolonga considerablemente y a su vez dicho fenómeno de involución uterina retardada influye considerablemente en la aparición del primer calor.

Desde el punto de vista puramente hormonal se pueden resumir los diferentes trabajos diciendo que en la vaca, los niveles de LH generalmente aumentan después del parto, mientras que la FSH está en su máximo nivel en el momento del parto y decrece después de que éste ocurre, lo que parece lógico si se

recuerda que por este tiempo se está cumpliendo el desarrollo folicular (Labhsetwar, *et al.*, 1964; Quevedo, *et al.*, 1967). En el campo hormonal un punto muy debatido ha sido el efecto que el ordeño o el mantenimiento de la cría ejercen vía neurohormonal sobre las gonadotropinas. En varios trabajos se ha demostrado que el intervalo desde el parto al primer estro es significativamente más largo en vacas que amamantan los terneros, que en aquellas que no lo hacen. (Saiduddin, *et al.*, 1968; Oxenreider, 1968; Graves y colaboradores, 1968). El mecanismo exacto de este fenómeno en la vaca no ha sido aún completamente dilucidado. Wagner y Oxenreider (1971), encontraron que luego de 1 a 2 semanas post-partum, la vaca en lactación tiene folículos que han alcanzado desarrollo de madurez y en consecuencia están listos para la ovulación; de ser así, el mecanismo parece inhibitorio a nivel de ovulación y probablemente involucra LH, más bien que FSH. Rothchild (1967), sugiere que el mecanismo por medio del cual el amamantamiento interfiere con la ovulación es a través de una depresión de la actividad del núcleo ventromedial, del tálamo, pero Wagner y Oxenreider (1971), inyectaron oxitocina sintética en la arteria carótida en vacas y no pudieron obtener respuesta consistente; en consecuencia, postulan que el más probable mecanismo es por mediación del eje pituitaria-adrenal-lactación, ya que la glándula adrenal es estimulada por el amamantamiento, lo que aumenta la secreción de corticosteroides y progesterona y el incremento en los niveles sanguíneos de éstos actúa sobre la pituitaria e interfieren con la ovulación.

Otro aspecto relativo a la endocrinología del ciclo estral post-partum es el efecto de la nutrición. Wiltbank y colaboradores (1962, 1964) han mostrado la importancia del nivel de energía consumida, en cuanto a un temprano retorno a la actividad reproductiva después del parto. McClure (1968), encontró que la hipoglicemia inducida mediante insulina produce trastornos en la fertilidad de las vacas lecheras, de donde concluye que la energía deficiente puede causar hipoglicemia y ésta a su vez afectar la función hipotalámica.

Un último punto que conviene tratar es el relativo a la fertilidad post-partum relacionada con la fisiología de este período. En primer lugar, conviene señalar que es de alta frecuencia una primera ovulación post-partum en ausencia de síntomas clínicos de celo (Menge, *et al.*, 1962; Moorow, 1971), fenómeno éste que tiende a decrecer a medida que aumenta el período post-partum. En segundo lugar, es importante tener en cuenta que muy probablemente la fertilidad post-partum de la vaca, tomada en conjunto, está estrechamente relacionada con la involución uterina.

Así, animales que han sufrido distocias, retención de placenta, metritis, o cualquier otra condición que pueda retardar la involución uterina, presentan una baja fertilidad post-partum.

## 5.2. *Importancia económica:*

Dentro de las diferentes medidas de eficacia reproductiva, el período post-partum es seguramente una de las que más ampliamente se utiliza. Nos indica de manera precisa qué tan lejos se está de las metas económicas compatibles con las condiciones de explotación que se tienen. En efecto, un intervalo entre partos que se aproxime a 365 días nos indica una eficacia reproductiva ideal y en consecuencia nos permite un rendimiento económico óptimo, si las demás condiciones se mueven dentro de márgenes normales.

## 5.3. *Período post-partum e intervalo entre partos:*

Hay un buen número de datos provenientes de diferentes estudios acerca del promedio en los períodos entre partos en ganado europeo de leche que arrojan un promedio general de 14 meses o más (Salisbury y VanDemark, 1961). En ganado europeo de carne no hay muchos datos disponibles, probablemente por el uso generalizado de las épocas de monta que necesariamente hacen que el período inter-partum se aproxime más a los 365 días y se produzca un descarte más riguroso de los animales que presentan anestro prolongado. Sin embargo, en explotaciones en pastoreo y monta libre durante todo el año, como es el caso de las regiones tropicales, el cuadro cambia completamente.

Mahadevan (1966), indica que el período post-partum en ganado tropical varía entre 85 días y 2 años, lo que da un período inter-partum de 370 a 1.015 días, variación que se debe principalmente a las condiciones de manejo dadas a los hatos. En una tabla en que recoge datos de distintas procedencias en la faja tropical, este autor muestra variaciones que van desde 382 días hasta 466 días (ver tabla N° 1). Existe gran similitud con los datos dados por Salisbury y VanDemark (1961), como resumen de distintos trabajos en ganado de leche (*Bos taurus*) con variaciones desde 305 hasta 453 días.

TABLA N° 1. - Intervalo entre partos en 12 hatos de ganado en el trópico.  
Adaptado de Mahadevan (1966).

Raza	Localización	Período interpartum (días)	Fecha
Red Sindhi	Karnal, India	437	1961
Sahiwal	Karnal, India	460	1961
Tharparkar	Karnal, India	441	1961
Kenana	Wad Medani, Sudán	395	1960
Butana	Atbara, Sudán	416	1962
Egipcio nativo Fulani blanco	El-Sirw y Gemizah, Egipto	419	1958
Nganda	Accra, Ghana	408	1962
Borán y Jiddu	Entebbe, Uganda	420	1961
Cruce de Sahiwal	Tanga, Tanganika	382	1964
Cruce de Europeo	Kenia Occidental	388	1962
y Africano	Tanganika	432	1964
Europeo	Bopatalawa y Ambalawa, Ceilán	466	1956

Prasad (1958) al estudiar la variancia en el período post-partum en ganado Tharparkar (*Bos indicus*) sobre un análisis de 1.338 registros encontró un promedio de 131 días con una desviación estandar de 79,8 días, lo que equivale a un período entre partos de aproximadamente 420 días. La heredabilidad para esta característica en este estudio fue prácticamente 0, siguiendo el método de medios hermanos paternos y regresión intra-padre hija a madre. Una observación importante de este autor, es la de que el intervalo post-partum después de la primera gestación, fue significativamente mayor que los intervalos después del segundo parto.

En 1.960, Kohli y Suri, estudiando la eficiencia reproductiva del ganado Hariana (*Bos indicus*) encontraron un período promedio post-partum de  $230,2 \pm 4,9$  días. La fertilidad al primer calor fue baja y los intervalos entre partos iban desde  $329,1 \pm 4,3$  días, hasta un máximo de  $908,8 \pm 34,6$  días, con un promedio aproximado de 520. El autor anota que la fertilidad mejora considerablemente cuando el servicio se realiza después de 100 días post-partum.

Singh y Desai (1962 - 1962 b), también con ganado Hariana (*Bos indicus*), encontraron un intervalo promedio entre partos de  $457,9 \pm 4,1$  días, con un coeficiente de variación de 26,2%. La

heredabilidad de esta característica en este estudio fue también muy cercana a cero,  $(0,022 \pm 0,058)$  por regresión intra-padre de hija a madre, o de  $-0,337$  por correlación entre medios hermanos.

El-Sheikh y El-Pouly (1964), en un interesante estudio en ganado Friesian (*Bos taurus*) importado de Holanda a la Unión de Repúblicas Arabes, encontró un período promedio post-partum para todo el hato de  $166,32 \pm 3,87$ , lo que equivale a un período promedio entre partos de 450 días aproximadamente. El autor agrega que un 24% de las concepciones ocurrieron después de un período post-partum de más de ocho meses.

En 1967, Bhasin, de nuevo en ganado Hariana (*Bos indicus*), encontró un período inter-partum de  $459,59 \pm 6,59$  días con un coeficiente de variabilidad de 28,34%. Kavitkar y colaboradores (1968), analizaron la producción de leche en vacas Sahiwal (*Bos indicus*) en relación a la edad al primer parto, duración de la lactancia, período post-partum y período seco. El período post-partum varió entre  $101,1 \pm 5,5$  y  $126,6 \pm 3,3$  días en la segunda lactancia, (período entre partos de 391 a 416 días aproximadamente) y fue más corto para vacas de baja producción (2.000-3.000 libras) y más largo para vacas de alta producción (6.000 o más libras).

En un estudio genético en ganado Hariana (*Bos indicus*) Dadlani y Chandiramani (1968), encontraron para el primer período inter-partum un promedio de  $444,12 \pm 9,42$  días, y una heredabilidad de 0,0184 (cerca a 0), dato este muy cercano al dato por Kushwaha y Misra (1969) para ganado Sahiwal ( $498,11 \pm 124,20$  días). En ganado Kankrej, Agarwal, *et al.*, (1971), encontraron un período inter-partum de 505,5 días y Acharya, *et al.*, (1971), dan un período post-partum de  $83,9 \pm 4,5$  días para ganado Hariana.

Para la región de Florida, subtropical, Plasse y colaboradores (1968) con ganado cebú estadounidense, dan un período promedio (ajustado) entre partos de  $409,9 \pm 2,2$  días. Los investigadores agregan que cuando se consideraron los partos con relación a la iniciación de la época de monta, el período promedio entre partos fue de 392 días para aquellos nacimientos ocurridos antes del período de monta y de 357 días para nacimientos ocurridos después del principio del mismo. En consecuencia, la duración de la época de monta tuvo gran influencia en la mayor duración promedio del período entre partos calculado con base en el total de observaciones.

En ganados cebuínos en Colombia, Escobar y Mesa (1968), encontraron un período entre partos de 384 días e Higuera y Mejía (1970) uno de 495,98 días, mientras que para cruces de Charole-Cebú, fue de sólo 418,34 días. Lima-Pires, *et al.* (1967), dan un promedio de 507 días. Salazar (1971), indica un intervalo entre partos para ganado Romosinuano de  $373,6 \pm 2,81$  días y de  $372,0 \pm 10,2$  para la raza BON.

El intervalo entre partos y el período post-partum, pueden ser considerados como una buena medida de eficiencia reproductiva en ganado bovino. El análisis conjunto de todos los datos acá presentados demuestra claramente que el *Bos indicus* tiene períodos inter-partum con variaciones tan amplias como los dados para el *Bos taurus*, no existiendo, aparentemente, ninguna diferencia atribuible a condiciones raciales. De otro lado, la gran variabilidad parece deberse a condiciones de manejo y ambiente más que a factores genéticos. En efecto Stonaker (1971), señala que los largos períodos inter-partum y períodos secos reflejan los problemas de las razas europeas en el proceso de adaptación al trópico. Es así como la mayoría de los datos de heredabilidad dados, concuerdan en cifras muy cercanas a cerc, lo que permite concluir con Singh, *et al* (1968) y Bhasin (1967), que no hay variabilidad genética suficiente y la heredabilidad es muy baja haciendo inefectivo cualquier programa de selección masal tendiente a disminuir este período. De ser así, la reducción efectiva del período inter-partum se puede lograr con una mejora en las prácticas de manejo, con énfasis en niveles nutricionales adecuados durante todo el año.

## 6. CAPITULO V:

### GESTACION

#### 6.1. *Fisiología:*

La gestación o preñez se define como el intervalo de tiempo entre la fertilización del óvulo y la expulsión del feto y sus membranas asociadas, después de un tiempo que varía con la especie.

En la descripción de la fisiología de la gestación, se dividirá el proceso en las siguientes partes que se tratarán separadamente:

a) Fertilización, b) Implantación, c) Placentación, d) Mecanismo hormonal de la gestación.

#### 6.1.1. *Fertilización:*

La fertilización en sí misma es un proceso complejo que requiere el desarrollo de varias etapas que podrían enumerarse así: 1ª) La penetración del espermatozoide en el óvulo, que se cumple a nivel de la ampolla tubárica; penetración que se hace posible sólo una vez que el espermatozoide sufre el proceso de capacitación y se cumple la reacción acrosómica. 2ª) El proceso de activación del huevo. 3ª) La formación y el desarrollo de los pronúcleos masculino y femenino. 4ª) La unión de los pronúcleos (singamia), para restablecer el grupo cromosómico adecuado e iniciar así la primera división.

La penetración del espermatozoide en el óvulo exige vencer al menos tres barreras con algunas diferencias en cuanto a especies. En esta descripción del proceso, el autor se atiene básica-

mente a la exposición del profesor Bedford (1970). El primer obstáculo que encuentra el espermatozoide es el "*cumulus oophorus*" que es una masa de células granulosas. En la penetración de esta barrera parece que el elemento activo son las células de la corona más que el espermatozoide mismo ya que el fenómeno de capacitación *per se* no lo habilita para penetrar el *cumulus*. Además existen evidencias que permiten demostrar a este nivel, un proceso activo de "maduración" en las primeras horas después de la ovulación (Braden y Austin, 1954; Braden, 1959; Zamboni, 1970). Este proceso consiste en alguna forma de dispersión de las células de la corona, lo cual facilita la penetración espermática.

Después de salvada esta barrera, ocurre la reacción del acrosoma que consiste básicamente en la liberación de las enzimas presentes a nivel de esta estructura: hialuronidasa y proteinasa acrosómica (llamada también "acrosin", Polakoski y McRoriel, 1972; Garner, *et al.* 1972) y probablemente otras enzimas. Estas juegan un importante papel al facilitar la entrada y remover la corona radiada y/o el *cumulus oophorus*. Cumplida esta fase, el espermatozoide se encuentra frente a la zona pelúcida. Parece probable la existencia de otra u otras enzimas, que podrían facilitar la penetración de la zona pelúcida y cuya localización probable sería a nivel de la zona ecuatorial de la cabeza del espermatozoide, hasta este momento intacto.

Existe una última fase en la dinámica de la penetración es la entrada en la membrana vitelina. El proceso más probable a la luz de las últimas investigaciones (Barros y Franklin, 1968; Yanagimachi y Noda, 1970; Toyoda y Chang, 1968), consiste en la fusión por puntos de la superficie post-acrosómica de la cabeza del espermatozoide a la superficie expuesta de la membrana vitelina y la posterior incorporación del núcleo del espermatozoide dentro del citoplasma del óvulo. Más adelante, ocurre la condensación cromatínica y subsecuente formación de un pronúcleo masculino definido que posteriormente desencadena la singamia o unión de los dos pronúcleos, que conducen al proceso de división celular.

#### 6.1.2. *Implantación:*

Después de la fertilización que se acaba de describir, viene el transporte del óvulo, ya fecundado, hasta el útero, proceso en el que intervienen de nuevo las hormonas, principalmente los estrógenos que inicialmente aumentan la actividad muscular y la secreción del oviducto facilitando el lento transporte inicial del óvulo hasta el istmo (Mastroniani y otros, 1961). Después, un rápido aumento de la progesterona incrementa el movimiento ciliar en el oviducto y disminuye su capacidad secretora (Borell y otros, 1957), acelerando así el paso del óvulo a través de la última porción de las trompas. Entre la secuencia de estos dos sucesos ocurre, lógicamente, un lapso de tiempo en el que se opera la modificación del balance hormonal y durante el cual, el óvulo es retenido a nivel de la unión entre la

ampolla y el istmo (Koester, 1970). La regulación de este delicado proceso de transporte, asegura la llegada, en el momento óptimo, del óvulo al útero, en un tiempo específico para cada especie. Entre tanto el endometrio se ha preparado para facilitar el desarrollo y nidación del embrión.

Cuando el embrión llega al útero ya está en estado de mórula, o aún blástula en algunas especies y allí sigue su desarrollo normal, mientras se va operando la proliferación del endometrio. El fenómeno de deciduación también está sujeto a control endocrino. Psychoyos, (1967), en una revisión del tema sugiere que la progesterona actúa sola, por lo menos durante 48 horas, al cabo de las cuales hay una liberación de estrógenos poco antes de la implantación. Finn (1971), analiza varios trabajos sobre control hormonal y concluye que la secreción de estrógenos y progesterona empieza alrededor de 48 horas después del apareamiento y continúa hasta el tiempo de la implantación.

El óvulo fecundado, al llegar al útero, continúa su desarrollo y al iniciarse el proceso de blástula, están ya perfectamente diferenciados el trofoblasto y el cúmulo celular interno que darán origen a las membranas placentarias y al embrión propiamente dicho. Algunos análisis citoquímicos indican que la diferenciación de las células en trofoblásticas y del cúmulo celular interno (el futuro embrión), puede empezar en los períodos iniciales de división celular del huevo (Munard, 1965; Billington, 1971). Moore, Adams y Rowson, (1968), indican que este proceso se hace irreversible después del estado de ocho células.

Una vez conformadas ambas estructuras: la proliferación decidual y trofoblástica, empieza el proceso de nidación que es previo a la placentación, con la cual se inicia una unión estrecha entre el embrión en formación y el organismo materno.

### 6.1.3. *Placentación:*

El proceso de placentación cubre el período desde la iniciación de la nidación hasta la formación completa de la placenta, órgano endocrino, encargado además de mantener la conexión íntima entre la madre y el feto hasta la expulsión. La estructura básica de la placenta y el desarrollo mismo de la placentación están determinados, en principio, por la actividad del trofoblasto. En términos generales hay dos tipos principales de placentación:

- a) Cuando un saco vitelino vascularizado se fusiona con el trofoblasto o el corión, se forma la llamada placenta coriovitelina. Este tipo de placentación ocurre como una estructura transitoria durante el desarrollo de un buen número de mamíferos y es el tipo de placenta de la mayoría de los marsupiales.
- b) Más comúnmente, el corión se vasculariza a partir de vasos alantoicos, lo que conforma la llamada placenta corialantoica. Este es el tipo de placentación de todos los eutherios (verdaderos mamíferos) y de unos pocos marsupiales.

La placenta corio-alantoica muestra gran diversidad de formas en los diferentes órdenes de mamíferos. Existe un buen número de clasificaciones dependiendo en parte de la morfología macroscópica, pero dando atención principal al grado de invasión del tejido materno uterino por parte del trofoblasto (epitelio-coriónico-fetal). Amoroso (1961), en una revisión de literatura sobre el aspecto de la histología de la placenta, adopta la clasificación dada por Grosser (1909) que ha sido la más universalmente aceptada (Tabla N° 2).

Si se analiza esta clasificación desde el punto de vista del número de tejidos aportados por el feto y la madre, se ve claramente que Grosser parte del principio de que en la placenta el epitelio coriónico siempre se preserva. En este aspecto algunos investigadores posteriores han diferido considerablemente (Mossman, 1937; Enders, 1965; Jollie, 1964), aunque aún no existen pruebas concluyentes.

#### 6.1.4. *Mecanismo hormonal de la gestación:*

El útero se adapta progresivamente a los cambios que exige la gestación y este proceso de adaptación implica profundas modificaciones que son medidas principalmente por efectos de naturaleza hormonal, que abarcan la preparación de la glándula mamaria durante la preñez, el mantenimiento del feto en sí mismo y la dinámica del parto hasta la completa expulsión de las membranas placentarias.

En la descripción del mecanismo hormonal para el mantenimiento de la gestación seguiremos la descripción de Catchpole (1969).

Ante la presencia del óvulo fertilizado e implantado, ocurren algunos cambios a nivel del ovario, los cuales definen su carácter por el resto del período gestacional. Con la implantación, el cuerpo lúteo que normalmente regresa como resultado de efectos luteolíticos, se establece como cuerpo lúteo de gestación, que mantiene la producción de progestágenos, inhibiendo así el desarrollo y posterior dehiscencia de nuevos folículos y por ende se suprime la aparición del estro. Es cierto que existen algunas variaciones de especie a especie, pero nos atenderemos a los fenómenos generales con referencia especial a la vaca.

##### 6.1.4.1. *Estrógenos:*

Las hormonas estrogénicas son dominantes en el momento de la fertilización y ellas continúan secretándose por el ovario y por la placenta durante el resto de la gestación y en algunas especies esta secreción va aumentando progresivamente a través de la preñez. Los efectos estrogénicos, a nivel del tracto genital, incluyen: hiperplasia de las células epiteliales y glandulares; hipertrofia de las células musculares y síntesis de actomiosín y colágeno; deposición de glicógeno en las células de los músculos longitudinales y circulares del miometrio y en las cé-

TABLA N° 2

*Tejidos que separan la sangre fetal de la materna.*

*Tomada de Amoroso (1961).*

Clasificación (Grosser)	TEJIDO MATERNO			TEJIDO FETAL			Morfología de la Placenta	Ejemplo
	Endotelio	Tejido Conectivo	Epitelio	Trofo- blasto	Tejido Conectivo	Endotelio		
Epiteliocorial	+	+	+	+	+	+	Difusa	Cerda Yegua
Sindesmocorial	+	+	-	+	+	+	Múltiple	Oveja Cabra Vaca
Endoteliocorial	+	-	-	+	+	+	Zonaria	Gato Perro Hurón
Hemocorial	-	-	-	+	+	+	Discoide	Mujer Simios Murciélago Ratón

lulas musculares de los vasos uterinos; cambios en la fosfatasa alcalina epitelial; separación de la sustancia de sustentación del tejido conectivo y aumento en mucoproteína hidrosoluble, con incremento en la absorción de agua por parte del útero, el cervix y la vagina. También se incrementa el ácido ribonucleico (RNA), el deoxirribonucleico (DNA) y las succinosidasas. Mirada en conjunto esta serie de cambios por acción estrogénica, se advierte claramente el aumento en demandas metabólicas debido al incremento de la síntesis de los componentes uterinos y los cambios de adaptación física a la nueva función del útero; así, el papel más sobresaliente de los estrógenos es promover la multiplicación celular.

#### 6.1.4.2. *Progestágenos:*

Con la secreción de estrógenos el útero es sensibilizado a la acción de la progesterona. La mucosa uterina sufre una enorme proliferación progestacional, que incluye un aumento en la estructura y secreción glandular y cambios en la conformación del epitelio. Así, la acción más destacada de las progestinas, es la de estimular la formación de un endometrio secretorio.

La inhibición del estro y la ovulación, durante la preñez, permanece aún muy oscura en su mecanismo, ya que varía de especie a especie si se considera que en algunos animales (ratas, ratones, conejos y criceto dorado o hámster) la anovulación durante la preñez es debida esencialmente a los mismos factores responsables de la anovulación durante la fase luteal. En realidad, la única diferencia entre ambos estados funcionales, es el proceso por el cual se prolonga la secreción de progesterona. Para las especies de actividad estacional, la inhibición bien puede deberse a la progesterona y/o a una depresión estacional, o aún otras causas.

El balance de estrógenos y progestágenos juega un importante papel en el mantenimiento de la preñez, ya que en casos de ovariectomía ésta puede mantenerse si aquellos se inyectan en cantidades adecuadas que varían para cada especie.

Respecto a las hormonas de la pituitaria, aún no existe acuerdo entre las distintas investigaciones. Parece ser que LH tiende a alcanzar niveles altos hacia la mitad de la preñez, para luego decaer hacia el final, mientras que la FSH se comporta de manera inversa, esto es: niveles bajos hacia la mitad de la gestación y altos hacia el período final (Catchpole, 1969).

Otras hormonas también son importantes dentro del balance general; así, los corticosteroides aumentan progresivamente hacia el final de la preñez y parecen jugar algún papel importante en el desencadenamiento del parto (Garverick, *et al.* 1972). Ocurre también un aumento en los niveles de relaxina y oxitocina.

Especial consideración merecen las llamadas gonadotropinas extrahipofisarias, vale decir, el suero de yegua preñada (PMS)

y la gonadotropina coriónica (HCG) que parecen tener alguna función especial durante la gestación en la yegua y en la mujer, respectivamente. Un punto importante que merece destacarse es la función de la unidad feto-placentaria como glándula endocrina, donde además de PMS y HCG hay excreción de otras hormonas como estrógenos y progesterona (Hobson, 1971).

Es clara la complejidad del control hormonal de la gestación y el parto mismo y es notoria la falta de un conocimiento preciso de las diferentes interacciones y del control de los diversos mecanismos que actúan en estos procesos.

6.2. *Duración de la gestación:*

La duración de la gestación, como anteriormente se mencionó, es el tiempo transcurrido desde la fertilización hasta el parto. Sin embargo, desde la monta o inseminación hasta el momento preciso de la fertilización, transcurre algún tiempo que varía, desde horas hasta pocos días de acuerdo a las especies y a otras circunstancias; esto es, bajo condiciones normales no se conoce el momento de la fertilización y es comúnmente aceptado referir como tiempo de gestación el período que va desde el servicio fértil hasta el momento del parto, y es sobre esta base que se dan la casi totalidad de los datos existentes en la literatura.

En *Bos taurus* existe un gran número de investigaciones sobre la duración de la gestación. Se destacan la de Brakel, *et al* (1952) y el análisis de datos recogidos por Lush (1943). En la tabla número 3, se incluyen gran parte de los datos dados por Brakel, *et al*. (1952).

En los datos allí recopilados se nota claramente que el promedio de la gestación varía de 278 a 285 días, con la notable excepción del ganado Pardo Suizo que muestra una media muy cercana a 290 días. Sobre 27.810 observaciones, Lush (1943) obtiene una duración promedio de 282,1 días, lo que está también, muy cercano a los promedios anteriormente citados.

TABLA Nº 3

*Duración de la gestación en varias razas de ganado vacuno.  
Tomada de Salisbury y VanDemark (1961).*

RAZA	Nº de animales	X de gestación (días)
Ayrshire	1.171	278,9
Brown Swiss	11.745	289,7
Guernsey	744	283,4
Holstein - Friesian	7.578	278,9
eJrsey	3.316	279,3
Milking Shorthorn	163	281,7
Aberdeen Angus	384	280,5
Hereford	373	285,0
Shorthorn	625	281,2

Existen diversas causas de variación en el tiempo de preñez, tales como el sexo de la cría, los trastornos hormonales, etc. pero se hará referencia sólo a aquellas que existen entre *Bos taurus* y *Bos indicus*.

En 1946, Veiga y otros, calcularon un valor de  $291,4 \pm 0,5$  días, como duración de la preñez en Nellore; Briquet y De Abreu (1949) indican una duración promedio de  $292,0 \pm 1,0$  día, trabajando con Nellore, Gir y Guzerat. Para ganado Tharparkar, Singh y colaboradores (1958), encontraron una media de  $288,36 \pm 0,35$  días y para Africander, Joubert y Bonsma (1959), determinaron un promedio de  $295,0 \pm 0,3$ , dato este cercano al dado por Agarwal y colaboradores (1971), para Kankrej de 293,6 días.

Mahadevan (1966), en un análisis de los distintos resultados obtenidos por varios investigadores, concluye que la mayoría de ellos son más bien conflictivos y se abstiene de indicar promedio alguno. Plasse *et al.* (1968), en una investigación sobre el tema, encontraron un período promedio de gestación de 292,75 días, con un modo de 291 días.

Van Graan y Joubert (1961), en ganado Africander, con base en registros de inseminación artificial, encontraron un promedio de preñez de 291 días y Wheat y Riggs (1958), al investigar la heredabilidad y la repetibilidad del período de gestación en ganado de carne, encontraron que en cruces Brahman x Hereford, el promedio de gestación fue de 286,6 días, cuando en Hereford puro fue de 284,9, comprobándose una diferencia racial definida. Sobre la base de estos tres últimos trabajos, podría establecer, que el *Bos indicus* tiene un período promedio de gestación cercano a los 290 días, el cual es un poco mayor que el de casi todas las razas del tipo *Bos taurus*.

## 7. CAPITULO VI:

### REPRODUCCION EN EL MACHO:

#### 7.1. Fisiología:

Cuando se considera la regulación de la secreción de gonadotropinas, es necesario separar los patrones de secreción para machos y hembras, ya que si bien las hormonas gonadotrópicas presentes en ambos son las mismas, los órganos reproductivos difieren en su función y en consecuencia, el efecto de las hormonas de la hipófisis es diferente.

En machos la secreción de FSH y LH no presenta la marcada ciclicidad que existe para el período estral de la hembra. La secreción de las hormonas hipofisiarias también está regulada por las neuro-hormonas del hipotálamo.

La FSH actúa a nivel de las células espermiogénicas del testículo con la misma selectividad presente para el tejido germinal de la gónada femenina (Greep, 1961). Durante la etapa de desarrollo del individuo es parcialmente responsable por el crecimiento

del testículo, produce aumento del tamaño de los túbulos seminíferos e incrementa la actividad espermatogénica (Simpson y otros, 1951). Una vez alcanzada la madurez sexual, la FSH es responsable solamente de la proliferación de las espermatogonias y los espermatocitos primarios (Nelson, 1952), para dejar actuar la LH en la profase meiótica y en la espermiogénesis.

El efecto primario de la LH en la gónada masculina es promover la maduración, el mantenimiento y la regeneración del tejido intersticial (células de Leydig) que a su turno, son responsables de la producción de andrógenos.

En los bovinos la curva de crecimiento de los testículos presenta una rata lenta durante los 2 o 3 primeros meses de vida y luego ocurre un aumento en dicha tasa de crecimiento. Cuando comienza la espermatogénesis, al final del período, octavo o noveno mes, el crecimiento testicular disminuye de nuevo.

Durante el primer período existen solamente dos tipos de células: las células de soporte y los gonocitos localizados en el llamado cordón sexual. Hoy en día se acepta que las células de soporte se transforman, en una etapa posterior, en células de Sertoli y los gonocitos en espermatogonias. Las primeras atraviesan por un período de proliferación durante la etapa posterior al nacimiento y antes de convertirse en células de Sertoli. Los segundos aumentan progresivamente hasta alcanzarse la edad adulta. Muchos de ellos, hacia el 4º mes de edad, dan origen a espermatogonias de tipo A, pasando luego a ser espermatocitos primarios y posteriormente espermatidas; el primer espermatozoide aparece hacia el 7º mes de edad.

Ortavant, *et al.* (1969), anota que las diferencias de los distintos autores sobre la edad de iniciación de la espermatogénesis son debidas en gran parte a dos factores: a) La iniciación de la espermatogénesis depende más del desarrollo del animal que de su edad y b) Ciertos autores han confundido las células de soporte por espermatogonias y los gonocitos por espermatocitos primarios.

Conviene tener presente que aunque la espermatogénesis empieza a una edad muy temprana, su eficiencia máxima solo se logra después de varios meses.

## 7.2. Características del semen:

En la descripción general de las características principales del semen se seguirá a Salisbury y VanDemark (1961).

El semen eyaculado es la combinación de productos de los testículos, las vías tubulares y la secreción de las glándulas acceso-

rias. El semen normal del toro varía generalmente de color crema a blanco, aunque algunos toros producen semen el cual es característicamente amarillo. La consistencia del semen varía desde muy viscoso hasta un fluido claro, lo que depende básicamente de la concentración espermática. El componente principal del semen es el espermatozoide, el cual en muestras frescas y bajo condiciones normales es activo y de gran movilidad, lo que hace posible observar en el tubo de recolección un movimiento ondulatorio característico.

El semen normal de bovino se produce en volumen creciente con la edad, hasta un promedio de 6 o 7 ml. por eyaculado. Sin embargo, Tripathi y Prabhu (1966) solo lograron un máximo de 4,5 ml. en toros Hariana (*Bos indicus*) a los 10 años de edad. También existe una correlación directa entre el tamaño del toro y el volumen del eyaculado. La concentración puede variar hasta alcanzar 2 o 3 mil millones de espermatozoides por ml. Sus propiedades físicas, tales como contenido de materia seca, densidad, viscosidad, pH, presión osmótica y conductividad eléctrica, dependen en diferente grado de la concentración espermática. El sodio (generalmente asociado con el cloro), potasio y calcio son los elementos minerales mayores del semen; el sodio es mayor en el plasma que en las células, mientras que el potasio tiende a ser más concentrado en la célula espermática. El fósforo se encuentra en gran medida asociado con el material cromatínico del espermatozoide y también con las enzimas y otros componentes involucrados en el proceso vital del espermatozoide.

El semen contiene hasta 1% de fructosa, la principal fuente de energía de las células espermáticas, y otras sustancias reductoras tales como el ácido ascórbico, compuestos sulfídricos y sulfitos. El ácido cítrico y otros subproductos ácidos del metabolismo llegan hasta un 1%. Se han encontrado varios aminoácidos y proteínas complejas, lo mismo que vitaminas hidrosolubles. Mann (1954, 1969), en su revisión de la bioquímica del semen, incluye 17 aminoácidos y Ruhstroth-Bauer (1970), en un estudio sobre proteína básica en el semen y su relación con la fertilidad, incluye también 17 aminoácidos, entre los cuales menciona 5 no incluidos por Mann.

De importancia especial en el proceso de fertilización existen dos enzimas contenidas en el acrosoma, la hialuronidasa y el acrosin (Polakoski y McRoriel, 1972).

Además del volumen y la concentración anteriormente mencionados, son de importancia la densidad, que según Allard, (1947) es de  $1,036 \pm 0,0086$ ; Salisbury y VanDemark (1961) indican que la densidad del semen aumenta en relación directa con la concentración de las células espermáticas. Tripathi y Prabhu (1966), encontraron una variación significativa de la densidad debida a la edad del toro. En un experimento con ganado Hari-

na hallaron que el más alto promedio de densidad ocurrió a los 10 años de edad. La presión osmótica del semen fue determinada por Salisbury y VanDemark (1961), a 37°C. y el valor encontrado fue de 7,6 atmósferas.

El pH del semen fresco varía en proporción a las distintas secreciones del eyaculado. La mayoría de las muestras normales están generalmente del lado ácido, entre 6, 5 y 6,9 con una media de 6,75; sin embargo, el pH puede tener variaciones más amplias que las anotadas (Salisbury y VanDemark, 1961).

Se han hecho algunos estudios con el propósito de determinar las variaciones estacionales en algunas características del eyaculado. Paul y colaboradores (1966), trabajando con razas de la India encontraron que la concentración espermática, la rata de fructólisis y el nivel de fosfatasa ácida llegan a su máximo en verano, mientras que los valores más altos de fructuosa inicial, (exceptuando la raza Sahiwal) y la fosfatasa alcalina se observaron en invierno.

### 7.3. *Comportamiento sexual:*

El comportamiento sexual en los mamíferos ha sido objeto de intensa investigación sólo recientemente. Beach (1970), pudo comprobar con gran sorpresa que no había ningún reporte en la literatura científica sobre la descripción cuantitativa del comportamiento socio-sexual de los perros. Anderson (1969), indica que la primera copilación de las investigaciones en este campo, se hizo sólo en 1962.

Johnson (1952), indica que el *Bos indicus* es tímido para servir las vacas en presencia del hombre; esta anotación es compartida por varios autores (Plasse y colaboradores, 1970). El autor no ha podido confirmar esta observación. Castro y otros (1971), señalan que el toro cebú tiende a discriminar sus hembras racialmente de manera más acusada que el toro Romosinuano (*Bos taurus*). Warnick y colaboradores (1971), al estudiar el comportamiento de toros de monta de varias razas no anotan diferencias especiales entre Brahman, Criollo venezolano, Pardo suizo y Charolaise, bajo condiciones similares de manejo.

Para terminar, conviene señalar la importancia de los niveles de energía y el estado de los remos posteriores en la manifestación de la libido. Warnick (1968), anota que si bien los niveles bajos de energía en la alimentación de los toros afectan el sistema reproductivo, un exceso en los mismos produce pérdida de la libido y del deseo de apareamiento. El autor ha encontrado en su práctica veterinaria de campo, un buen número de casos de toros con marcada disminución del deseo de apareamiento, debido a problemas de malformación en los cascos del tren posterior, lo que les produce una monta dolorosa que los induce a rechusarla.

## 8. CAPITULO VII:

### PATOLOGIA GENITAL EN *BOS INDICUS*

En la amplia revisión del problema de infertilidad en ganado, hecha por Olds (1953), se encuentra una división de tales problemas en dos grandes grupos a su vez subdividida en varios subgrupos como sigue:

Enfermedades Infecciosas	Contagiosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brucelosis</li> <li>Trichomoniasis</li> <li>Vibriosis</li> <li>Enfermedad venérea vescicular</li> <li>Vaginitis granulosa</li> <li>Leptospirosis</li> </ul>
	No Contagiosas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Infecciones generalizadas del útero y del cérvix</li> <li>Alteraciones patológicas del oviducto</li> </ul>
	Desórdenes Endocrinos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nirfomanía</li> <li>Hipoplasia ovárica</li> <li>Cuerpo lúteo persistente</li> <li>Cuerpo lúteo quístico</li> <li>Ovulación retardada</li> </ul>
	Defectos Anatómicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Free-Martin</li> <li>Himen persistente</li> <li>Enfermedad de la novilla blanca</li> <li>Subdesarrollo del tracto genital</li> <li>Neoplasias</li> </ul>
Enfermedades No Infecciosas	Deficiencias Nutricionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subalimentación y sobrealimentación</li> <li>Vitamínicas</li> <li>De fósforo</li> <li>Minerales trazas</li> </ul>
	Defectos Genéticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enfermedad de la novilla blanca</li> <li>Hipoplasia ovárica</li> <li>Desarrollo incompleto de los cuernos uterinos</li> <li>Infertilidad del adolescente</li> <li>Agenesia de las gónadas</li> <li>Hipoplasia testicular</li> </ul>
	Prácticas de Manejo	
	Factores Misceláneos	

Esta clasificación es bastante completa desde el punto de vista académico, pero presenta algunas fallas relativas a la dificultad de agrupar algunas entidades patológicas. Tenemos el caso de la hipoplasia de las gónadas que con referencia al ovario se clasifican dentro de los grupos de imbalance endocrino y de defecto genético, y sólo en este último grupo en el caso de los testículos; la enfermedad de la novilla blanca también aparece con doble clasificación. En un trabajo sobre problemas de reproducción en ganado bovino de carne en Colombia (Gómez, 1968), se elaboró la siguiente clasificación, partiendo de lo puramente etiológico hasta donde es posible separarlo y poniendo énfasis en la causa primaria. Dicha clasificación agrupa las entidades encontradas en el estudio, en los cinco grupos que siguen:

- a) Tróficos
- b) Inflamatorios
- c) Hormonales
- d) Congénitos
- e) Hereditarios.

Utilizaremos esta clasificación como base para la descripción de las afecciones de mayor importancia en las condiciones colombianas.

#### 8.1. *Entidades tróficas*

Se clasifican dentro de este grupo a todos aquellos trastornos cuya causa primaria son las deficiencias nutricionales. Se sabe que éstas afectan a nivel general al animal retardando su pubertad o provocando anestro. Son de importancia en ganado cebú, bajo las condiciones tropicales colombianas, cuatro entidades que han sido diagnosticadas clínicamente por el autor, mediante palpación rectal y que se describen a continuación:

##### 8.1.1. *Atrofia ovárica uni y bilateral*

Se denomina así a una atrofia del ovario en la vaca adulta, la cual es reversible en la mayoría de los casos, debida a una subfunción de la glándula por tiempo más o menos prolongado, atribuible generalmente a deficiencias alimenticias. Aunque esta entidad puede confundirse con la hipoplasia ovárica, el diagnóstico diferencial en caso de hipoplasia bilateral no ofrece dificultad ya que ésta va acompañada de hipoplasia de las vías tubulares del tracto reproductivo y en la historia clínica reproductiva no figura ningún dato de ciclos estrales. En el caso de un trastorno unilateral, puede haber hipoplasia del cuerpo uterino correspondiente y en todos los casos el tamaño reducido del ovario, con una superficie que no indica presencia de ningún *corpus albicans*, puede facilitar el diagnóstico.

##### 8.1.2. *Ovarios lisos:*

Se da este nombre al caso de encontrar ovarios que no presentan ninguna estructura funcional detectable por palpación

al momento del examen. El tamaño, la forma, la localización y la consistencia de la gónada aparece normal, pero no es posible detectar ningún folículo o cuerpo lúteo que indique actividad de la glándula. Esta condición, denominada a veces como ovario estático, es más un síntoma que una verdadera afección patológica y coincide con períodos no muy prolongados de anestro. La causa más frecuente parece ser un nivel nutricional subnormal, siendo de importancia, en nuestro medio, la vitamina A, el fósforo y el nivel energético, si se parte de los resultados obtenidos cuando el cuadro clínico se somete a tratamientos que incluyan estos factores nutricionales.

### 8.1.3. *Senilidad ovárica:*

Esta entidad está caracterizada por una desnubilización del tejido ovárico, que se manifiesta en marcada fibrosis del estroma. A la palpación se encuentra un ovario de tamaño normal o hipertrófico, de consistencia dura, producida por el fibrosamiento del estroma y con una superficie "arenosa", sin estructuras funcionales ningunas. Este trastorno va generalmente acompañado de un largo período de inactividad sexual y aunque sus causas no han sido perfectamente establecidas, parece que un bajo nivel energético y proteico (Baier, 1966), contribuyen notoriamente a su presentación.

Se presenta en animales de cualquier edad y aunque en casos no muy severos el animal puede ciclar, la función reproductiva se deteriora notoriamente, llegando a hacerse irreversible.

## 8.2. *Entidades inflamatorias*

Este tipo de enfermedades puede dividirse, de acuerdo a la característica del agente etiológico, en específicas y no específicas según se conozca o no el agente causal.

### 8.2.1. *Infecciones específicas*

#### 8.2.1.1. *Brucelosis.*

También se conoce con el nombre de aborto infeccioso. En bovinos es producida principalmente por la *Brucela abortus*. Su síntoma más sobresaliente es el aborto, que ocurre con mayor frecuencia hacia el tercio final de la gestación. Miller y Graves (1932), encontraron que las vacas positivas a brucelosis requieren 2,8 servicios por preñez después de un parto normal y 3,6 después del aborto, mientras que bajo condiciones normales se requieren menos de 2 servicios por concepción (Salisbury VanDemark, 1961). Es claro que la brucelosis ejerce un efecto adverso sobre la fertilidad. La razón básica para la disminución de ésta, además del aborto, es la producción de secuelas debidas a la retención de la placenta y la metritis, que siguen al mismo y que inciden en la concepción subsecuente.

La vía digestiva parece ser la fuente de contagio más importante y la eliminación de los reactores positivos (seguro-aglutinación de Bang) la manera más efectiva de erradicación de la enfermedad. Como sistema básico de control se debe tener en cuenta la vacunación de las hembras entre 6 y 8 meses de edad y la verificación de que sólo entren al hato animales completamente libres de la enfermedad.

#### 8.2.1.2. *Vibrosis.*

Es producida por el *Vibrio foetus* y es causa de aborto principalmente en la primera mitad de la gestación. En casos de preñez temprana puede ser causa de absorción del embrión, produciendo entonces, el problema de repetición de servicios. Esta condición y los ciclos irregulares en los animales del hato son razones para sospechar la presencia de vibriosis. Se han desarrollado varios sistemas de diagnóstico. El más utilizado inicialmente consistía en el examen microscópico directo de muestras del fluido amniótico o fluido estomacal del feto abortado. Modernamente se han desarrollado técnicas de sero-aglutinación y la demostración de aglutinas en el mucus vaginal. Hace pocos años se logró la producción de vacunas contra la vibriosis.

#### 8.2.1.3. *Leptospirosis.*

Esta enfermedad hace sólo poco más de dos décadas fue reconocida como causa de aborto en ganado bovino. York (1951), sostiene que la infección llega al hato comúnmente a través de animales portadores. La presentación de la enfermedad ocurre en forma aguda y aún fulminante en animales jóvenes y se extiende con gran rapidez; en ganado adulto o viejo la enfermedad sigue un curso moderado o aún subclínico y son estos animales los que se convierten en portadores. La forma más común de infección natural es por ingestión de alimento o agua contaminados con orina infectada. El agente principal en bovinos es la *Leptospira pomona* y con menor frecuencia la *L. canicola* y la *L. icterohaemorrhagiae*. Si bien en su carácter agudo se manifiesta por formas septicémicas que conducen a una crisis hemolítica en casos graves, la entidad adquiere importancia desde el punto de vista de la reproducción cuando ocurren brotes en animales en gestación, caso en el cual la alarma para el ganadero es una aparición súbita de abortos en el hato, principalmente hacia el 7º mes de gestación, pudiendo ocurrir en cualquier estado de la preñez.

El diagnóstico clínico de la enfermedad debe ser confirmado mediante el uso de las pruebas de sero-aglutinación-lisis, la sero-aglutinación macroscópica, el cultivo directo en medios adecuados o mediante técnicas de inoculación animal.

#### 8.2.1.4. *Vaginitis granulosa:*

Desde el punto de vista etiológico, esta afección no debe considerarse como específica, ya que no ha sido posible determi-

nar ningún agente etiológico. La enfermedad está caracterizada por una hiperplasia de los folículos linfáticos de la vulva, asociados con varios grados de hiperemia de la membrana mucosa adyacente.

Esta entidad es de distribución universal y casi toda vaca ha experimentado la afección en algún momento de su vida. No se conocen datos sobre la verdadera influencia que pueda tener en problemas de infertilidad, aunque como génesis de vaginitis purulenta y de metritis ascendente es de gran importancia.

#### 8.2.2. *Infecciones Inespecíficas:*

Las infecciones inespecíficas pueden cubrir parcial o totalmente el tracto reproductivo. Para facilitar su descripción se intentará una exposición por localización anatómica de los procesos infecciosos más importantes en nuestro medio.

##### *Ovarios:*

#### 8.2.2.1. *Adherencia ovárica:*

Esta afección, puede ser uni o bilateral, dependiendo de si involucra uno o ambos ovarios. Generalmente, es consecuencia de infecciones ascendentes del útero que alcanzan la superficie ovárica con la producción de exudados que comprometen los tejidos adyacentes formando adherencias que pueden interesar totalmente el ovario o sólo alguna de sus superficies. Al resolverse el proceso inflamatorio, quedan como secuelas las adherencias. Desde el punto de vista de la fertilidad existe la posibilidad teórica de que cuando estas adherencias aparecen alrededor de la superficie del ovario pueden interferir con la ovulación, pero se han realizado numerosos trasplantes de ovario, con subsecuente preñez y parto normal que claramente contradicen dicha posibilidad (Russell y Douglas, 1945; Robertson, 1945; Russell y Gower, 1950). Tratamientos aún más drásticos como la omentopexia del útero y sus apéndices (Zhordania y Gotsiridze, 1963), no necesariamente interfieren con la ovulación. Gómez (1972), pudo recobrar óvulos en cerdas que habían sido sometidas a laparotomía exploratoria y que habían desarrollado adherencias de la bolsa ovárica al ovario. En hembras que presentan este problema, los ciclos se suceden regularmente bajo condiciones normales y no es posible instaurar ningún tratamiento práctico.

#### 8.2.2.2. *Ovaritis aguda uni o bilateral:*

Se sucede generalmente como consecuencia de alguna inflamación ascendente del útero u órganos vecinos al ovario (nefritis, peritonitis, etc.). También puede ser causada por trastornos inflamatorios específicos de localización ovárica (tuberculosis, etc.). Estas inflamaciones interfieren con el ciclo ovárico normal y pueden conducir a ovaritis crónica. Su diagnóstico no siempre es oportuno y en consecuencia los tratamientos ge-

neralmente no se hacen en tiempo adecuado dejando algunas secuelas que pueden conducir a esterilidad temporal o definitiva

*Oviducto:*

8.2.2.3. *Hidrosalpinx:*

Esta entidad está caracterizada por una distensión localizada o generalizada de las trompas de Falopio, debida a la presencia de un líquido claro que se almacena en el lumen del oviducto. Sus causas no están muy establecidas y teóricamente parece interferir con el transporte de los gametos, produciendo así un deterioro de la fertilidad.

8.2.2.4. *Perisalpingitis uni o bilateral:*

Se produce generalmente como secuela de piosalpingitis crónicas o de sus anexos. En casos de infecciones ascendentes del útero, el proceso inflamatorio resuelve dejando una adherencia del mesovario y del mesosalpinx. Cuando estas adherencias son muy drásticas puede haber obstrucción de la salpinx y esto puede interferir con el proceso de fertilización, hasta llegar a producir esterilidad permanente.

8.2.2.5. *Salpingitis:*

Es un proceso inflamatorio que generalmente sigue a las metritis. El oviducto se dilata con material purulento y se puede interferir el ciclo estral. El pronóstico de la enfermedad es desfavorable y en la mayoría de los casos produce esterilidad permanente.

*Utero:*

8.2.2.6. *Metritis:*

Las metritis son seguramente el proceso infeccioso más común del tracto reproductivo del ganado bovino, debidas ya sea a gérmenes específicos, tales como *Vibrio foetus*, *Brucela abortus*, etc. o inespecíficos tales como *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, etc. La inflamación del endometrio se instaura generalmente como consecuencia de una retención de placenta, distocia, aborto o inseminaciones septicas. Produce anestro a consecuencia de la permanencia del cuerpo lúteo y del endometrio se puede extender al resto del tracto reproductivo. Si se trata oportunamente y con éxito, el pronóstico es favorable, pero si el diagnóstico no es oportuno puede extenderse al resto de los órganos genitales, seguir un curso crónico o terminar en un caso de píometra, lo que merece un pronóstico completamente desfavorable.

## *Cérvix:*

### 8.2.2.7. *Cervicitis.*

Esta afección, que en la mayoría de los casos sigue un curso crónico, puede deberse a infecciones ascendentes de la vagina o descendentes del útero. La forma crónica, más común en ganado de leche, es causada por traumatismos repetidos del cérvix como consecuencia de inseminaciones mal practicadas. Se manifiesta por una deformación del canal cervical con pérdida de su elasticidad y aunque puede afectar el éxito de posteriores inseminaciones, no parece ejercer efecto adverso especial en la fertilidad cuando se practica monta natural, ni provocar distocias al final de la gestación.

## *Vagina:*

### 8.2.2.8. *Vaginitis catarral:*

Es una inflamación superficial de la vagina, que se caracteriza por un exceso de flujo catarral claro y ligera hiperemia. Puede causar repeticiones de servicio, cuando se utiliza monta natural. Cede fácilmente a tratamientos antisépticos locales.

### 8.2.2.9. *Vaginitis exudativa:*

Se caracteriza por intensa hiperemia y exudación mucopurulenta o purulenta de las paredes de la vagina y en algunos casos edema vulvar manifiesto. Merece importancia ya que es causa de repetición de servicios en monta natural y se propaga fácilmente al resto del hato en forma venérea, además puede ascender hacia el útero. Su pronóstico es realmente favorable cuando no aparecen complicaciones.

A los trastornos ya enumerados se puede agregar una serie de inflamaciones no muy definidas por su localización y de rara incidencia, tales como abscesos localizados en distintas partes del tracto, adherencias múltiples, vulvo-vaginitis, etc. Conviene hacer mención además de la maceración fetal, en la que a diferencia de la momificación, ocurre una invasión de gérmenes al útero que proliferan y producen la muerte del feto, con descomposición y fragmentación de todas sus partes dentro de los líquidos fetales dejando frecuentemente como secuela, una esterilidad permanente.

## 8.3. *Trastornos hormonales:*

Si bien los trastornos por imbalance hormonal son numerosos y complejos, sólo se describirán someramente aquéllos de presentación más frecuente.

### 8.3.1. *Degeneración quística folicular:*

Está caracterizada por un aumento excesivo de líquido en el folículo de De Graaf. Laing (1970), menciona dos causas etiológicas de este proceso degenerativo; la primera, señala que la degeneración quística del folículo de De Graaf apare-

ce secundariamente a la endometritis, ya sea por extensión de la infección a los ovarios, por la acción de las toxinas producidas por las bacterias localizadas en el útero o por algún otro efecto derivado de la infección uterina sobre el ovario. Laing (1970) agrega que esta teoría se basó principalmente en observaciones clínicas y no tiene un soporte adecuado en exámenes patológicos detallados de los animales afectados.

La segunda teoría, según el mismo autor, está fundamentada en conocimientos más modernos de la estructura del folículo e indica como causa a aberraciones de la secreción de gonadotropinas de la pituitaria anterior, probablemente como consecuencia de malfunción producida por una producción láctea anormalmente alta. Prabhu y Weisz (1970), describen dos tipos de quistes ováricos en la rata con base en análisis histoquímicos: uno caracterizado por una granulosa hiperplástica que se pliega repetidamente sobre sí misma y presenta una acusada actividad de dehidrogenasa  $\Delta^5 - 3\beta - \text{ol} - \text{esteroides}$  y dehidrogenasa glucosa  $-6 - \text{fosfato}$  y un segundo tipo de quiste delimitado por una delgada capa de granulosa carente de actividad enzimática. El primer caso, según dichos autores, se origina en folículos preovulatorios normales, cuya persistencia se debe a la ausencia de un estímulo ovulatorio gonadotrópico normal. Aunque no se da una explicación inmediata sobre el segundo tipo de degeneración quística, su génesis parece estar en un trastorno endocrino permanente de origen fetal producido por la administración de propionato de testosterona en la vida prenatal.

Eriksson (1943), ha sugerido una diátesis hereditaria como origen de la degeneración quística en algunas líneas de ganado vacuno, tesis ésta que ha ganado apoyo con la experiencia posterior en el manejo de este problema. En resumen, puede decirse que existen, desde el punto de vista etiológico, dos tipos de quistes ováricos foliculares, uno producido por un trastorno hormonal temporal, probablemente alguna interferencia con la liberación de LH y un tipo hereditario, asociado probablemente al descrito en segundo lugar por Prabhu y Weisz (1970).

### 8.3.2. *Degeneración quística luteínica:*

Esta otra forma de degeneración quística del ovario se diferencia de la primera por la presencia de una pared que muestra distintos grados de luteinización y generalmente se le agrupa como una forma de degeneración quística del ovario no muy diferente en su origen de la anteriormente descrita (Roberts, 1956).

### 8.3.3. *Cuerpo lúteo quístico:*

Se le da esta denominación a un cuerpo lúteo exteriormente normal que presenta una pequeña cavidad en su interior. La

existencia de esta entidad empieza a aparecer clara por investigaciones recientes. Baier (1966), indica que la casi totalidad de los cuerpos lúteos de especímenes de matadero mostraban cavidades internas de diferente tamaño. En cerdas, Perry y Pomeroy (1956), clasificaron como cuerpos lúteos quísticos aquellos con un antro que ocupara más de un 15 a 20% del volumen total del cuerpo lúteo examinado.

Braden y Moule (1964), aumentaron la incidencia de este tipo de cuerpos lúteos en ovejas sometidos a "stress" intenso; Gómez (1972), encontró un aumento de cuerpos lúteos con antro interno con la manipulación quirúrgica de los ovarios. Hipotéticamente este fenómeno se podría explicar así: El "stress" quirúrgico (o de otro orden), produce un aumento de adrenocorticoides, los que vía hipotálamo, deprimen la liberación de LH y FSH y provocan de esta manera un deterioro de la función gonadal que resulta en anomalías a nivel del ovario. (Gómez, 1972). En consecuencia, es probable que exista una forma de degeneración quística del cuerpo lúteo ya formado, en respuesta a cierto tipo de desarreglo hormonal de origen externo.

#### 8.3.4. *Cuerpo lúteo persistente:*

No es una afección común, y cuando se encuentra, no está muy claramente definida su causa, aunque se sabe que las infecciones uterinas y la muerte embrionaria pueden producirla, (Olds, 1953).

Aparte de las entidades anteriormente descritas, que son las de mayor ocurrencia, conviene aclarar un poco el concepto de anestro que en algunas ocasiones se clasifica como una afección definida. El anestro, ausencia de ciclo estral o depresión de la función normal del ovario, ocurre en varias circunstancias en animales de todas las especies encontrándose particularmente asociada con la estación del año en algunas especies y con la lactancia en muchos casos. En ningún caso es una entidad primaria, y está condicionada por influencias ambientales de distinto orden, principalmente luz, nutrición y temperatura ambiental, las cuales probablemente, por mediación de la pituitaria anterior, deprimen en primer término la función ovárica. Aunque el factor más importante como causa primaria que conduzca al anestro, es seguramente el factor nutricional, no pueden descartarse la intensidad luminosa y la temperatura como factores que puedan conducir a anestro temporal en bovinos, tal como se había anotado anteriormente.

#### 8.4. *Trastornos congénitos y hereditarios:*

##### 8.4.1. *Agenesia ovárica:*

El síndrome de Turner es de muy rara ocurrencia en ganado. En humanos se ha descrito ampliamente aunque es también de rara ocurrencia. Este síndrome constituye una buena demostra-

ción de la influencia del cromosoma X. Se origina como consecuencia de la expresión en el desarrollo del individuo y por accidentes en las divisiones meióticas o mitóticas de los cromosomas. La mayoría de los casos con este síndrome, tienen sólo 45 cromosomas, 44 autosómicos y un solo cromosoma sexual, X. En otros casos se encuentra mosaiquismo consistente en células con 45 y células con 46 cromosomas; en estos casos la sintomatología se amplía notablemente, (Gowen, 1961). 1961).

#### 8.4.2. *Hermafroditismo:*

Es uno de los casos de intersexo descritos en mamíferos. Suele dividirse en dos tipos: pseudohermafroditismo y hermafroditismo verdadero, lo que depende del grado de desarrollo de las gónodas y vías tubulares del tracto reproductivo. Su carácter genético ha sido estudiado en cabras, en las que se conoce un hermafroditismo verdadero, debido a un gene autosómico recesivo. Si bien en la gran mayoría de los casos investigados en la literatura humana se ha encontrado mosaiquismo, tal como XO y XY, Gowen (1961), se pregunta: "Es el mosaiquismo de las células sexuales diferenciadas cromosómicamente primaria o secundariamente derivadas de los tejidos del hermafrodita?".

#### 8.4.3. *Free-Martin:*

El free-martin es probablemente la anomalía anatómica del tracto reproductivo más extensamente estudiada en ganado bovino. Lillie (1922), ha indicado como origen de esta condición, la fusión del corión con anastomosis de los vasos sanguíneos de gemelos heterocigóticos de distinto sexo con la consiguiente mezcla de los productos circulatorios de ambos fetos durante casi todo el período de gestación. El desarrollo de la hembra gemela es intersexual debido, probablemente a la común circulación de sustancias que contribuyen al desarrollo del macho. Esta primera teoría de Lillie, ha sido cuestionada recientemente ante el fracaso de producir experimentalmente freemartinismo mediante la inyección de andrógenos en distintos períodos del desarrollo fetal (Hafez, 1968; Cole y Cupps, 1969). En vista de los recientes avances en inmunología y citogenética se ha abierto paso, una nueva hipótesis. En ella se sostiene que el freemartinismo es producido por mosaiquismo, más bien que por influencias hormonales durante el desarrollo fetal. Biggers y McFeely (1966), en una revisión del tema presentan tres observaciones básicas que podrían dar fundamento a esta última hipótesis: a) La presencia de células masculinas y femeninas en ambos miembros de los gemelos heterocigóticos. b) Todos los bovinos free-martin presentan quimerismo eritrocítico, esto es, ha habido un intercambio de células sanguíneas durante la vida prenatal y c) Todos los gemelos con mosaiquismo genético, incluyendo los heterosexuales, muestran una aceptación prolongada

de injertos de piel de su compañero después de alcanzar el estado adulto, lo que indica que la histocompatibilidad de antígenos fue intercambiada *in utero*.

#### 8.4.4. *Hipoplasia gonadal:*

Esta condición se manifiesta por un subdesarrollo de las gónadas, testículos u ovarios. Hernández (1965), cita los trabajos de Lägerlof y Settergren en Suecia, en los cuales se encontró que el ovario izquierdo fue afectado en un 82,3% de los casos, el derecho en 3,3% y ambos ovarios en el 14,4%. Si ambos ovarios son afectados en las hembras, el tracto genital permanece subdesarrollado y los animales permanecen en anestro. Aunque dichos animales han sido tratados con éxito con el uso de gonadotropinas, este tratamiento es desaconsejable, debido al carácter hereditario de la entidad. Salisbury y VanDemark (1961), indican que esta afección en ganado sueco es producida como un gene autosómico recesivo de penetrancia incompleta.

En los machos la enfermedad afecta en forma similar los testículos. Carrol y Ball (1970), en un estudio sobre los cambios en el testículo asociados con los sistemas de apareamiento en ganado de carne, anota que la hipoplasia testicular encontrada en 3 líneas estudiadas parece ser de diferente tipo: una, asociada con la presencia de cromosomas adheridos (Sticky chromosomes) y otra con la formación de husos multipolares en los espermatozoides. La característica de esta enfermedad, de una mayor incidencia en la presentación unilateral, la hacen de especial cuidado, ya que bajo estas condiciones no es causa de esterilidad, dando la posibilidad de fundirse ampliamente.

Gilmore, citado por Olds (1953) menciona además como defecto genético, la enfermedad de la novilla blanca, desarrollo incompleto de los cuernos uterinos e infertilidad del adolescente. Estas entidades, sin embargo, muestran muy baja incidencia en todos los estudios realizados.

#### 8.5. *Trastornos Parasitarios:*

##### 8.5.1. *Trichomoniasis:*

El agente parasitario es la *Trichomona foetus*, un protozoo flagelado y de la familia Trichomonadidae, que se difunde venéreamente en el hato y por medio de la inseminación artificial, si no hay control adecuado del sistema. La infección se localiza siempre, en el prepucio y pene en el macho, pero generalmente no interfiere con la espermatogénesis o la habilidad copulatorio. En la hembra la infección aparece en la vagina y el útero. Allí puede interferir con la concepción o la implantación o causar aborto o muerte del feto con subsecuente píometra.

La infección vaginal se caracteriza por una inflamación catarral con presencia ocasional de edema vulvar y perivaginal. La localización uterina causa una endometritis catarral que puede tornarse purulenta. Si ocurre la preñez, la inflamación cotiledonar conduce a muerte y maceración fetal y/o aborto que termina en píometra.

Esta enfermedad es autolimitante en hembras, de tal manera que si se les permite un reposo de 90 días y no ocurren complicaciones, la vaca o novilla adquiere resistencia a la reinfección (Laing, 1970).

El método de diagnóstico en hembras se basa en la historia del hato seguida de pruebas de laboratorio. En la hembra se toma como muestra para diagnóstico de laboratorio el mucus vaginal, utilizando un espéculo vaginal estéril con el cual se recoge el material y se transfiere a un recipiente estéril o por medio de succión aséptica del mucus del fondo de la vagina.

Para recoger muestras del prepucio existen tres métodos de uso amplio:

- a) El método de la ducha prepucial. Con 100 ml. de solución salina normal estéril y un tubo de caucho se hace un lavado con masaje en toda la mucosa prepucial, por unos 15 minutos y luego se recupera la solución para examen microscópico y cultivo.
- b) El método de absorción con algodón. Se utiliza una varilla metálica con una torunda de algodón estéril en uno de sus extremos y con ella se trata de absorber secreciones prepuciales que luego se miran directamente al microscopio o se utilizan para cultivo.
- c) Con una pipeta de vidrio o plástico estéril, se fricciona la mucosa prepucial y los alrededores del glande del pene, a la vez que se van aspirando las secreciones prepuciales con una jeringa o pera de caucho dentro del cateter.

Fitzgerald y otros (1952), estudiaron la eficacia relativa de estos tres métodos y concluyeron que el método de ducha es el más eficaz de los tres examinados para la obtención de muestras prepuciales en caso de trichomoniasis bovina y debe ser el método de elección para exámenes de laboratorio. El método de pipeta es más eficaz que el de absorción con algodón y debe preferirse bajo condiciones de campo.

La descripción hecha de las principales afecciones del tracto reproductivo de los bovinos, sirve como introducción a un análisis de varios estudios sobre incidencia de trastornos genitales.

Asdell (1951), en su estudio sobre variaciones en el descarte de animales de los hatos inscritos en el D.H.I.A. (Dairy Herd Improvement Association), encontró que el descarte por esterilidad había aumentado considerablemente hasta el punto de constituirse en la segunda causa de descarte después de la baja producción de leche, para el año de 1951. En 1954, Perkins, Olds y Seath encontraron la siguiente incidencia de anomalías al examen post-mortem en especímenes de matadero (Tabla N° 4).

Se destaca dentro de esta tabla la alta incidencia de problemas de tipo inflamatorio inespecífico. Los autores indican que se encontraron anomalías de gravedad suficiente para causar baja fertilidad o completa esterilidad en el 11,9% de los casos (119 casos) correspondiendo el 40% de éstos al ovario como órgano afectado, Zemjanis, Larson y Bhalla (1961), encontraron mediante palpación rectal, un cuadro no muy diferente del de Perkins, *et al.* (1954).

TABLA N° 4

*Incidencia de anomalías en 1.000 especímenes de matadero  
Tomado de Perkins, Old y Seath, 1954.*

Entidad	%	Entidad	%
Vaginitis granulosa	28,3	Quiste vaginal	0,7
Cervicitis	8,9	Tracto incompleto	0,5
Vaginitis	6,7	Cervix doble	0,3
Himen persistente	6,3	Adherencias del útero	0,3
Metritis	5,3	Perforación vaginal	0,2
Adherencias ováricas	4,8	Quiste cervical	0,2
Quiste de la vulva	3,4	Útero unicornio	0,2
Quistes ováricos	2,2	Maceración fetal	0,1
Salpingitis	1,3	Momificación fetal	0,1
		Útero invaginado	0,1

En efecto, el 54,3% de las entidades diagnosticadas fueron de localización ovárica destacándose después de la degeneración quística, la hipoplasia ovárica, ésta última no diagnosticada por Perkins y colaboradores.

También en este trabajo, Zemjanis y colaboradores encontraron una alta incidencia de problemas inflamatorios inespecíficos.

Sin embargo, en un estudio hecho en Colombia (Gómez, 1968), los problemas de tipo inflamatorio inespecífico, fueron mucho menores en incidencia que los anotados en las investigaciones en otros países ya mencionadas y en las de Casas (1958) y de Zemjanis y Sanint (1966), en Colombia; y muestra gran semejanza con los datos de Hernández (1965), en Venezuela, donde además se notó una incidencia menor de dichos problemas en animales mestizos de razas cebuínas y Brahman puros en comparación con otras razas del tipo *Bos taurus*, tenidas bajo condiciones similares de manejo. El autor había sugerido en el trabajo anteriormente citado, tres posibles causas de esta diferencia en favor del ganado cebú: a) la falta de manipulaciones del tracto genital por inseminadores inexpertos lo que es frecuente en explotaciones de ganado lechero; b) la falta de contaminación durante el parto por influencia de la estabulación y c) la rusticidad racial del *Bos indicus*. Conviene destacar además la presencia de la hipoplasia gonadal tanto en machos como en hembras cebú, particularmente por su carácter hereditario.

La degeneración quística del ovario parece ser también muy inferior en los cebuínos. Esta diferencia con razas lecheras (*Bos taurus*) indicada en las investigaciones anteriormente citadas, bien puede deberse a que dichos trabajos se realizaron en animales de alta producción láctea o descendientes de líneas de ganado de alta producción (Salisbury y VanDemark, 1961).

Gómez (1968) destaca la alta incidencia de problemas tróficos encontrados en cebuínos en Colombia (17,08% sobre el total de exámenes realizados o 84,39% sobre el total de problemas), lo que está en consonancia con las cifras de natalidad dadas en trabajos citados en apartes anteriores y con la investigación de Agarwal y otros (1971), quienes indican que los casos de fallas reproductivos en vacas Kankrej podrían clasificarse así: a) Vacas repetidoras de servicio; b) Vacas que entran en calor una vez después del parto y luego caen en un anestro prolongado y c) Vacas que nunca entran en calor después del parto. Muy probablemente la causa más importante en esta descripción de Agarwal, *et al.* (1971), es el anestro por deficiencia nutricional.

## BIBLIOGRAFIA

- Acharya, R. M., J. S. Dhillon y S. Aggarawal. A note on the factors affecting post-partum oestrous interval in Haryana cattle. *Indian J. Anim. Sci.* 41: 524. 1971.
- Agarwal, S. P., G. N. Memon y N. C. Buch. Some aspects of reproductive performance in Kankrej cows. *Indian J. Anim. Sci.* 41: 631. 1971.
- Agarwal, S. P., M. N. Vasava y N. C. Buch. Seasonality and prediction of reproductive performance in Kankrej cows. *Proc. Second World Conf. Anim. Prod. Univ. Maryland.* 1968.
- Allard, A. H. Determination of the density of liquid and solids; application to the determination of density of bull semen and Brodie's solution. *Cornell Univ. En Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle (1961)*, por Salisbury y Vandemark. W. H. Freeman & Company. San Francisco. 1947.
- Amoroso, E. C. Histology of the placenta. *Brit. Med. Bull.* 17: 81. 1961.
- Anderson, J. The periodicity and duration of oestrus in zebu and grade cattle. *J. Agric. Sci.* 34: 57. 1944.
- Anderson, L. L. Sexual behavior and controlling mechanisms in domestic birds and mammals. *En. Reproduction in domestic animals.* Ed. por Cole, H. H. y P. T. Cupps. Academic Press. New York. p. 541. 1969.
- Arimura, A. y A. Findlay. Hypothalamic map for the regulation of gonadotropin release (based mainly on data obtained in rat). *Res. Reprod.* 3: (1). 1971.
- Asdell, S. A. Patterns of mammalian reproduction. *Comstock Pub. Assoc. Ithaca, N. Y.* 1946.
- Asdell, S. A. Variations in amount of culling from D. H. I. A. herds. *J. Dairy Sci.* 34: 529. 1951.
- Baier, W. Exámenes morfológicos y funcionales en el ovario del bovino. Trad. del alemán, a petición personal, del Dr. J. Ramírez. Munich. Mecanografiado. 1966.
- Barros, C. y L. E. Franklin. Behaviour of the gametic membranes during sperm entry into the mammalian egg. *J. Cell. Biol.* 37: c 13. 1968.
- Beach, F. Hormonal effects on socio-sexual behavior in dogs. *En Mammalian Reproduction.* Ed. por H. Gibian y E. J. Plotz. Springer-Verlag Berlin - Heidelberg. P. 437. 1970.
- Bedford, J. M. The saga of mammalian sperm from ejaculation to syngamy. *En Mammalian Reproduction.* Ed. por H. Gibian y E. J. Plotz. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg. p. 124. 1970.
- Bhalla, R. C., D. P. S. Sengar y B. K. Soni. Study on the birth weight of Murrah buffalo and Sahiwal calves and factors affecting them. *Indian J. Dairy Sci.* 20: 139. 1967.
- Bhasin, N. R. A study of some components of intercalving period in Haryana cattle. *Indian J. Dairy Sci.* 20: 72. 1967.

- Biggers, J. D. y A. A. McFeely. Intersexuality in domestic mammals. Adv. Reprod. Physiol. Citado por Hafez E. S. E. Reproduction in Farm Animals (1968) 2nd. ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1966.
- Billington, W. D. Biology of the trophoblast. Adv. Reprod. Physiol. 5: 27. 1971.
- Bogdanove, E. M. Selectivity of the effects of hypothalamic lesions on pituitary trophic hormone secretion in the rat. Endocrinology 60: 689. 1957.
- Bond, J. Environmental and reproduction. *En* Factors affecting calf crop Edit. por T. Cunha, A. Warnick y M. Koger. Univ. Florida Press. Gainesville. p. 179. 1967.
- Borell, U., O. Nilsson y A. Westman. Ciliary activity in the rabbit fallopian tube during estrus and after copulation. Acta Obstet. Gynec. Scand. 36: 22. 1957.
- Braden, A. W. H. y C. R. Austin. The number of sperms about the eggs in mammals and its significance for normal fertilization. Aust. J. Biol. Sci. 7: 543. 1954.
- Braden, A. W. H. Spem penetration and fertilization in the mouse. Symp. Genet. Biol. Italia. IX (May.) 1959.
- Braden, A. W. H. y G. R. Moule. Effects of stress on ovarian morphology and oestrous cycles in ewes. Aust. J. Agric. Res. 15: 937. 1964.
- Brakel, W. J., D. C. Rife y S. M. Salisbury. Factors associated with the duration of gestation in dairy cattle. J. Dairy Sci. 35: 179. 1952.
- Briquet, R. y J. De Abreu. Sobre o período de gestação nas raças zebeinas. I. Raça Guzera. Publ. Inst. Zootec. (Rio de Janeiro) Nº 4. 1949.
- Buch, N. C., W. J. Tyler y L. E. Casida. Post-partum estrus and involution of the uterus in an experimental herd of Holstein-Friesian cows. J. Dairy Sci. 38: 73. 1955.
- Byrnes, W. W. y R. K. Meyer. The inhibition of gonatrophic hormone secretion by physiological doses of estrogen. Endocrinology 48: 133. 1951.
- Caldwell, B. V. The role of the uterus in the regulation of ovarian periodicity. *En* Mammalian Reproduction. Ed. por H. Gibian y E. J. Plotz. Springer-Verlag Berlin. Heildelberg. p. 356. 1970.
- Carlson, J. C., A. E. Rugg, M. E. Glew, B. Barcikowski y J. A. McCracken. Luteolytic properties of prostaglandin  $F_{1\alpha}$  in sheep. Soc. Study Reprod. Fifth An. Meeting. Mich. State Univ. E. Lansing. p. 30. (Abstr.) 1972.
- Carrol, E. J. y L. Ball. Testicular changes as affected by mating systems in beef cattle. Am. J. Vet. Res. 31: 241. 1970.
- Casas, I. Fertilidad en el ganado vacuno lechero de Colombia. Ganad. Colomb. Abril 24-28. Bogotá. 1958.

- Casida, L. E. Fertilization failure and embryonic death in domestic animals. *En Pregnancy wastage* por E. T. Engle. Ed. C. C. Thomas Co., Springfield. III. 1953.
- Casida, L. E. Post-partum interval and its relation to fertility in the cow, sow and ewe. *J. Anim. Sci.* 32: 66. Suppl. I. 1971.
- Casida, L. E. y W. G. Venzke. Observations on reproductive processes in dairy cattle and their relation to breeding efficiency. *Proc. Am. Soc. Anim. Prod.* p. 221. 1936.
- Castro, H. A., L. H. Reyes y E. Velasco. Estudio sobre la discriminación racial en las razas Cebú y Romosinuano. III. Reunión Lationamericana de Prod. Anim. Bogotá. p. 128. (Abstr.) 1971.
- Catchpole, H. R. Hormonal mechanisms during pregnancy and parturition. *En Reproduction in domestic animals* Ed. H. H. Cole y P. T. Cupps, Academic Pres. New York. p. 415. 1969.
- Chapman, A. B. y L. E. Casida. Analysis of variation in the sexual cycle and some of its component phases with special reference to cattle. *J. Agric. Res.* 54: 417. 1937.
- Cicmanec, J. L. Lymphatic and blood vascular relationships of the uterus and ovary in the ewe. *Soc. Study Reprod. Fifth An. Meeting. Mich. State Univ. E. Lansing.* p. 49 (Abstr.) 1972.
- o
- Claesson, L. y N. A. Hillarp. The formation mechanism of oestrogenic hormones. I. The presence of an oestrogenic-precursor in the rabbit ovary. *Acta Physiol. Scand.* 13: 115. 1947.
- Clapp, H. A factor in breeding efficiency of dairy cattle. *Am. Soc. Anim. Prod. Proc.* 30: 259. 1937.
- Cole, H. H. y P. T. Cupps. *Reproduction in domestic animals.* 2nd. ed. Academic Press. New York. 1969.
- Cook, A. R. Effects of hypothalamic lesions on endocrine activity in female rats. *Tex. Rep. Biol. Med.* 17: 512. 1959.
- Corbin, A. Pituitary and plasma LH of ovariectomized rats with median eminence implants of LH. *Endocrinology* 78: 893. 1966.
- Courrier, R. y R. A. Colonig Cortisone et gestation chez la lúpine. *Compt. Rend. Acad. Sci.* 232: 1164. 1951.
- Dadlani, H. V. y S. V. Chandiramani. Genetics studies on first calving interval and second lactation yield in a Hariana herd. *Indian J. Dairy Sci.* 21: 244. 1968.
- Dadlani, H. V. y S. S. Prabhu. Heritability and genetic correlation of dry period of preceding lactation and milk yield in succeeding lactation in Hariana cattle. *Indian J. Dairy Sci.* 21: 126. 1968.
- Dale, H. E., A. C. Ragsdale y C. S. Cheng. Effects of constant environmental temperatures 50° and 80° F., on appearance of puberty in beef calves. *J. Anim. Sci.* 18: 1363. 1959.
- Denamur, R. Formation and maintenance of corpora lutea in domestic animals. *J. Anim. Sci.* 27: 163. Suppl. I. 1968.

- Eckles, C. H. The ration and age of calving as factors influencing the growth and dairy qualities of cows. Mo. Agric. Expt. Sta. Bull. 135. 1915.
- Ellenberger, H. B. y A. H. Lohmann. Artificial insemination of dairy cattle. Vermont Agric. Exp. Sta. Bull. 533. 1946.
- El-Sheikh, A. S. y M. A. El-Fouly. Variations in service period lengths in a herd of Friesian cattle in the UAR. Indian J. Dairy Sci. 17: 124. 1964.
- Enders, A. C. A comparative study of the fine structure of the trophoblast in several haemochorial placentas. Am. J. Anat. 116: 29. 1965.
- Eriksson, K. Hereditary forms of sterility in cattle. Ed. Lund. Tomado de Agric. Am. Kansas city. 14: (9) 40. (1965) 1943.
- Escobar, A. y J. Mesa. Eficiencia reproductiva en ganado cebú. Inf. Proy. Inves. Univ. Nal. Medellín. 1968.
- Espey, L. L. Decomposition of connective tissue in rabbit ovarian follicles by multivesicular structures of thecal fibroblasts. Endocrinology 88: 437. 1971.
- Everett, J. W. Neuroendocrine aspects of mammalian reproduction. A. Rev. Physiol. 31: 383. 1969.
- Finn, C. A. The biology of decidual cells. Adv. Reprod. Physiol. 5: 1 1971.
- Fitzgerald, P. R., D. M. Hammond, M. L. Miner y W. Binns. Relative efficacy of various methods of obtaining preputial samples for diagnosis of trichomoniasis in bulls. Am. J. Vet. Res. 13: 452. 1952.
- Foote, W. D. Endocrine changes in the bovine during the postpartum period. J. Anim. Sci. 32: 73. Suppl. I. 1971.
- Francis, J. Dairy farming and dairy cattle in temperature and tropical zones. Indian Vet. J. 47: 521. 1970.
- Gangwar, P. C. The effect of environmental temperature on growth of dairy heifers. Indian Vet. J. 47: 128. 1970.
- Garner, D. L., C. N. Graves y G. W. Salisbury. Testicular, epididimal and ejaculated forms of bovine acrosomal proteinase. Soc. Study Reprod. Fifth An. meeting. Mich. State Univ. E. Lansing. p. 16. (Abstr.) 1972.
- Garverick, H. A., B. N. Day, E. C. Mather, L. J. Gómez and G. B. Thompson. The use of estrogen with dexamethasone for inducing parturition in beef cattle. J. Anim. Sci. (En prensa). 1972.
- Gersimova, A. A. Duration of heat and time of ovulation in the cow. Anim. Breeding Abstr. 8: 32. 1940.
- Gómez, G. L. J. Sacrificio de vacas en Antioquia. Sria. Agric. Antioquia. Publi. Espec. N° 75. 1966.
- Gómez, G. L. J. Aspectos reproductivos en rebaños bovinos tipo carne de Colombia. Fondo Ganadero de Antioquia. Publ. Tec. N° 1. 1968.

- Gómez, G. L. J. Effect of surgery and unilateral ovariectomy on reproductive function in swine. Tesis M. S. Univ. Mo. Columbia. Mimeografiado. 1972.
- Gómez, G. L. J. y O. Patiño. Estado actual de la industria animal en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Fondo Ganadero de Antioquia. Cen. Comu. Tibaitatá. Bogotá. 1968.
- Gorbman. A. Vascular relations between the neurohypophysis and adenohypophysis of cyclostomes and the problem of evolution of hypothalamic neuro-endocrine control. Arch. Anat. Microscop. Morphol. Exptl. 54: 163. 1965.
- Gowen, J. W. Genetic and cytologic foundations for sex. *En* Sex and internal secretions Ed. W. C. Young. 3rd. ed. The Williams & Wilkins Company. Baltimore. p. 340. 1961.
- Graves, W. E., J. W. Landerdale, E. R. Hanser y L. E. Casida. Relation of postpartum interval to pituitary gonadotropins, ovarian follicular development and fertility in beef cows. Wisc. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 270. 1968.
- Green, J. D. The comparative anatomy of the hypophysis with special reference to its blood supply and innervation. Am. J. Anat. 88: 225. 1951.
- Greenwald, G. S. Luteotropic complex of the hamster. Endocrinology 80: 118. 1967.
- Greep, R. O. Physiology of the anterior hypophysis in relation to reproduction. *En*: Sex and internal secretions Ed. por W. C. Young. 3a. Ed. The Williams & Wilkins Company. Baltimore. p. 240. 1961.
- Guha, H., S. Gupta, S. K. Moulick y S. Bhattacharya. Factors affecting age at first calving in Haryana cattle. Indian J. Dairy Sci. 21: 57. 1968.
- Gutknecht, G. D. y J. O. Johnston. Direct luteolytic effect of locally administered prostaglandin  $F_{2\alpha}$  in the pregnant hamster. Soc. study Reprod. Fifth an. meeting. Mich. State Univ. E. Lansing. (Abstr.) 1972.
- Hafez, E. S. E. Reproduction in farm animals, 2nd. ed. Lea & Febiger. Philadelphia. 1969.
- Hagardorn, I. R. Neuroendocrine mechanisms in invertebrates. *En*: Neuroendocrinology Ed. por L. Martini y W. F. Ganong. Vol. II: 439. Academic Press. New York. 1967.
- Hammond, J. The physiology of reproduction in the cow. Cambridge Univ. Press. 1927.
- Hawk, H. W. Inflammatory responses of the uterus. J. Anim. Sci. 32: 55. Suppl. I. 1971.
- Hernández, P. A. Ejercicio de la ginecología veterinaria en Venezuela. 1950 - 1964. Rev. Venezol. Vet. 18 (105): 209. 1965.

- Hernández, B. G., R. M. Koch y G. E. Dickerson. Influencia de algunos factores en el intervalo entre partos en ganado Romosinuano. III. Reunión Lationamericana de Prod. Anim. Bogotá. p. 123. (Abstrac.) 1971.
- Higuera, L. F. y J. H. Mejía. Eficiencia de la Inseminación artificial en bovinos de carne en el valle de Risaralda. Inf. Proy. Invest. Medellín, Univ. Nal. 1970. ;
- Hisaw, F. L. Experimental relaxation of the pubic ligament of the guinea pig. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 23: 661. 1926.
- Hobson, B. M. Production of gonadotrophin, oestrogens and progesterone by the primate placenta. Adv. Reprod. Physiol. 5: 67. 1971.
- Hoogstra, M. J. y S. E. De Jongh. The effect of oestradiol-benzoate on the release of gonadotrophins by the anterior pituitary following hemicastration. Act. Physiol. Pharm. Neerl. 3: 465. 1954.
- Ingram, D. L. Grafts of ovarian medullary tissue in the rabbit. J. Endocrinol. 14: 355. 1937.
- Iturbide, A. y G. Estrada. Características reproductivas de un hato Santa Gertrudis en Guatemala. III Reunión Latinoamericana Prod. Anim. p. 120 (Abstrac.) 1971.
- Johnson, C. W. The origin and domestication of *Bos indicus*. Cattleman 38 (2); 17. 1952.
- Jollie, W. P. Fine structural changes in placental labyrinth of the rat with increasing gestational age. J. ultrastruct. Res. 10: 27. 1964.
- Joubert, D. M. The influence of high and low nutritional planes on the oestrus cycle and conception rate of heifers. J. Agric. Sci. 45: 164. 1954.
- Joubert, D. M. y J. C. Bonsma. Gestation of cattle in the subtropics with special reference to the birth weight of calves. South Africa J. Agric. Sci. 2: 215. 1959.
- Kavitkar, A. G., P. N. Saxena y R. K. Chowdhary. Milk yield of Sahiwal cows in relation to age at first calving, lactation lenght, service and dry periods. Indian J. Dairy Sci. 22: 155. 1968.
- Koester, H. Ovum transport. *En: Mammalian reproduction* Ed. por H. Gibian y E. J. Plotz. Springer-Verlag Berlín. Heildelberg. p. 189. 1970.
- Kohli, M. L. y K. R. Suri Post-pastum breeding interval and reproductive efficiency of the Hariana cow. Indian J. Dairy Sci. 13: 61. 1960.
- Kragt, C. L. y J. F. Masken. Puberty-physiological mechanisms of control. J. Anim. Sci. 34: 1. Suppl. I. 1972.
- Kushwaha, N. S. y R. C. Misra. Study of some economic charaeters in dairy cattle as influenced by age at first calving. Indian J. Dairy Sci. 22: 81. 1969.
- Labhsetwar, A. P., W. E. Collins, N. J. Tyler y L. E. Casida. Some pituitary-ovarian relationships in the periparturient cow. J. Reprod. Fertil. 8: 85. 1964.

- Laing, J. A. Fertility and infertility in the domestic animals. 2nd. ed. Balliere Tindall and Cassell. London. 1970.
- Lamming, G. E. y E. C. Amoroso. Reproduction in the female mammal. Butterworths. London. 1967.
- Lasley, J. F. Estrous cycle. *En* Reproduction in farm animals Ed. por E. S. E. Hafez. 2nd. ed. Lea & Febiger, Philadelphia. p. 81. 1968.
- Lasley, J. F. Genetics of livestock improvement. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 1963.
- Leathem, J. H. Nutritional effects on endocrine secretions. *En* Sex and internal secretions Ed. por W. C. Young. 3rd. ed. The Williams & Wilkins Company. Baltimore. p. 666. 1961.
- Lillie, F. R. The etiology of the Free-martin. *Cornell Vet.* 12: 332. 1922.
- Loganathan. S. y C. William. Inheritance of birth weight in Tharparkar cattle. *Indian J. Anim. Sci.* 40: 99. 1970.
- Luktuke, S. N. y P. Subramanian. Studies on certain aspects of the oestrous phenomenon in Hariana cattle. *J. Reprod. Fertil.* 2: 199. 1961.
- Luktuke. S. N. y D. J. Roy Studies on cervical mucous pattern in relation to fertiity in bovines. *Indian J. Vet. Sci. Anim. Husb.* 37: 26. 1967.
- Lush. J. Animal breeding plans. Iowa State Univ. Press. Iowa. 1943.
- MacFarlane, W. V. y B. Howard. Water content and turnover of identical twin *Bos indicus* and *Bos taurus* in Kenya. *J. Agric. Sci.* 66: 297. 1966.
- Mahadevan, P. Population and production characteristics of Red Sindhi cattle in Ceylon. *J. Dairy Sci.* 38: 1231. 1955.
- Mahadevan, P. Breeding for milk production in tropical cattle. Commonwealth Agric. Bur. Farnham Royal, Bucks, England. 1966.
- Mann, T. The biochemitsry of semen. Methuen & Co. Ltd. London. 1954.
- Mann, T. Physiology of semen and of the male reproductive tract. *En* Reproduction in domestic animals Ed. por H. H. Cole y P. T. Cupps. Academic Press. New York. 1969.
- Martini, L., F. Fraschini y M. Motta. Neural control of anterior pituitary function. *Rec. Prog. Horm. Res.* 24: 439. 1968.
- Mastroniani, L., F. Beer, U. Shah y T. H. Clewe. Endocrine regulations of oviduct secretions in the rabbit. *Endocrinology* 68: 92. 1961.
- McCann, S. M., *et al.* Regulation of gonadotrophin and prolactin secretion by hypothalamic neurohumoral factors. *En* Reproduction in the female mammal. Ed. por G. E. Lamming y E. C. Amoroso. Butterworths, London. p. 55. 1967.
- McClure, T. J. Hypoglycaemia, an apparent cause of infertility of lactating cows. *Brit. Vet. J.* 124: 3. 1968. (

- McDonald, L. E. Reproducción y endocrinología veterinarias. Trad. por F. Colchero A. Ed. Interamericana S. A. México. 1971.
- Melampy, R. M. y L. L. Anderson. Role of the uterus in corpus luteum function. *J. Anim. Sci.* 27: 77. Suppl. I. 1968.
- Menge, A. C., S. E. Mares, W. J. Tyler y L. E. Casida. Variation and association among postpartum reproductive and production characteristics in Holstein Friesian cattle. *J. Dairy Sci.* 45: 233. 1962.
- Mercier, E. y G. W. Salisbury. Seasonal variations in hours of daylight associated with fertility level of cattle under natural breeding conditions. *J. Dairy Sci.* 30: 747. 1947.
- Miller, F. W. y R. R. Graves. Reproduction and health records of the Beltsville herd of the Bureau of dairy industry. U.S.D.A. Tech. Bull. 321. 1932.
- Mishra, H. R. Problems of crossbreeding in dairy cattle. *Indian Vet. J.* 47: 711. 1970.
- Moore, N. W., C. E. Adams y L. E. A. Rowson. Developmental potential of single blastomeres of the rabbit egg. *J. Reprod. Fertil.* 17: 527. 1968.
- Moorrow, D. A. Effects of periparturient disease on postpartum reproduction in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 32: 17. Suppl. I. 1971.
- Mossman, H. W. Comparative morphogenesis of the fetal membranes and accessory uterine structures. *Contr. Embryol. Carnegie Inst. Washington.* 26: 129. 1937.
- Müller, E. E., D. Cocchi y F. Fraschini. Involvement of brain catecholamines in the gonadotropin-releasing mechanism(s) before puberty. Soc. study Reprod. Fifth An. meeting. Mich State Univ. E. Lansing. p. 35. (Abstrac.) 1972.
- Mulnard, J. G. Studies of regulation of mouse ova *in vitro*. *En Preimplantation stages of pregnancy* Ed. por G. E. W. Wolstenholme, M. O'Connor y A. Churchill. London. p. 123. 1965.
- Nazareno, L. E. Additional data on breeding habits of Red Sindhi cattle. *The Phillip. Agricult.* 37: 339. 1954.
- Nelson, W. O. Interrelations of gonadotrophic and gonadal hormones in the regulation of testicular functions. *Ciba Found. Colloq. Endocrinol.* 4: 271. 1952.
- Neumann, A. L. y R. R. Snapp. *Beef cattle*. 6th. ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1969.
- Olds, D. Infertility in cattle. A review. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 122: 276. 1953.
- Ortavant, R., M. Courot y M. T. Hochereau. Spermatogenesis and morphology of the spermatozoon. *En Reproduction in domestic animals* Ed. por H. H. Cole y P. T. Cupps. Academic Press. New York. p. 251. 1969.

- Oxenreider, S. L. Effects of suckling and ovarian function on postpartum reproductive activity in beef cows. *Am. J. Vet. Res.* 29: 2099. 1968.
- Paris, A. L. y J. A. Ramaley. Heat effects on fertility in female C47/BL6 mice. *Soc. Study Reprod. Fifth An. Meeting. Mich. State Univ. E. Lansing.* p. 37. (Abstrac.) 1972.
- Paul, A. K., A. K. Acharya y S. Bhattacharya. Studies on different seminal attributes of indian dairy breeds. *Indian J. Dairy Sci.* 19: 79. 1966.
- Peña, N. y D. Plasse. Distribución de partos a través del año en ganado Brahman y su relación con la precipitación. III Reunión latinoamericana Prod. Anim. Bogotá. p. 127 (Abstrac.) 1971.
- Perkins, J. R., D. Olds y D. M. Seath. A study of 1,000 bovine genitalia. *J. Dairy Sci.* 37: 1159. 1954.
- Perry, J. S. y R. W. Pomeroy. Abnormalities of the reproductive tract of the sow. *J. Agric. Sci.* 47: 238. 1956.
- Plasse, D., A. C. Warnick y M. Koger. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. I. Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman X British heifers. *J. Anim. Sci.* 27: 94. 1968.
- Plasse, D., A. C. Warnick, R. E. Reese y M. Koger. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. II. Gestation length in Brahman cattle. *J. Anim. Sci.* 27: 101. 1968 a.
- Plasse, D., M. Koger y A. C. Warnick. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. III. Calving intervals. intervals from first exposure to conception and intervals from parturition to conception. *J. Anim. Sci.* 27: 105. 1968 b.
- Plasse, D., A. C. Warnick y M. Koger. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV. Length of estrous cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. *J. Anim. Sci.* 30: 63. 1970.
- Polakoski, K. L. y R. A. McRoriel. Proteolytic enzymes in mammalian sperm acrosomes. *Soc. Study Reprod. Fifth An. Meeting. Mich. State Univ. E. Lansing.* p. 15. (Abstrac.) 1972.
- Prabhu, V. K. K. y J. Weisz. Effect of blocking ovulation in the rat by Pentobarbital on ovarian  $3\beta$  —hidroxy— steroid dehydrogenases: A histochemical study. *Endocrinology.* 87: 481. 1970.
- Prasad, R. B. An analysis of the components of variance in postpartum interval to conception in a tharparkar herd of cattle. *Indian J. Dairy Sci.* 11: 161. 1958.
- Psychoyos, A. The hormonal interplay controlling eggimplantation in the rat. *Adv. reprod. Physiol.* 2: 257. 1967.
- Quevedo, M. M., D. W. Peterson, D. W. Marble, W. D. Foote y A. F. Parlow. Bovine pituitary ovarian-uterine relationships. *J. Anim. Sci.* 26: 949. (Abstrac.) 1967.

- Ramírez, D. V. y S. M. McCann. Comparison of the regulation of luteinizing hormone (LH) secretion in immature and adult rats. *Endocrinology* 72: 452. 1963.
- Rasbech, N. O. The normal involution of the uterus in the cow. *Nord. Vet. Med.* 2: 655. 1950.
- Reynolds, W. L., T. M. DeRoven y J. W. High, Jr. The age and weight at puberty of angus, Brahman and Zebu cross heifers. *J. Anim. Sci.* 22: 243 (Abstrac.) 1963.
- Rice, V. A., F. N. Andrews, E. J. Warwick y J. E. Legates. *Breeding and improvement of farm animals.* 6th. ed. McGraw-Hill Book Co. New York. 1962.
- Roberts, S. J. *Veterinary obstetrics and genital diseases.* Ithaca, New York. 1956.
- Robertson, G. G. Homoplastic ovarian transplantability in the house mouse. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 59: 30. 1945.
- Robson, J. M. y A. A. Sharaf. Effect of adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and cortisone on pregnancy. *J. Physiol.* 116: 236. 1952.
- Rollinson, D. H. L. Oestrus in zebu cattle in Uganda. *Nature* 176: 352. 1955.
- Rondell, P. Biophysical aspects of ovulation. *Biol. Reprod. Suppl.* 2: 64. 1970.
- Rothballer, A. B. Changes in the rat neurohypophysis induced by painful stimuli with particular reference to neuro-secretory material. *Excerpt. Med. Sect. III, Endocrinology* 8: 209 (Abstrac.) 1954.
- Rothchild, I. The neurologic basis for the anovulation of the luteal phase, lactation and pregnancy. *En Reproduction in the female mammal.* Ed. por G. E. Lamming y E. C. Amoroso. Butterworths, London. p. 30. 1967.
- Ruhenstroth-Bauer, G. A contribution to the biochemistry and biology of seminal plasma. *En Mammalian reproduction.* Ed. por H. Gibian y E. J. Plotz. Springer-Verlan Berlin. Heildelberg. p. 183. 1970.
- Russell, W. L. y P. M. Douglas. Offspring from unborn mothers. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 31: 402. 1945.
- Russell, W. L. y J. S. Gower. Offspring from transplanted ovaries of fetal mice homozygous for a lethal gene (Sp.) that kills before birth. *Genetics* 35: 133. 1950.
- Saiduddin, S., J. W. Riesen, W. J. Tyler y L. E. Casida. Relation of postpartum interval to pituitary gonadotropins, ovarian follicular development and fertility in dairy cows. *Wisc. Agric. Exp. Sta. Res. Bull.* 270. 1968.
- Salazar, J. J. Comportamiento de tres razas nativas colombianas y sus cruces con toros Brahman y Charolaise. *ICA. Depto. Cienc. Anim. Inf. An.* (1967 - 1970). 1971.

- Salisbury, G. W. y N. L. VanDemark. Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle. W. H. Freeman & Co. San Francisco. 1961.
- Sharma, O. P., B. P. Singh y N. S. Tomar. Seasonal variation in the frequency of oestrus distribution and the postconception oestrus in the Haryana cows. *Indian J. Dairy Sci.* 22: 133. 1968.
- Sharma, O. P., N. S. Tomar y B. P. Singh. Age and weight at puberty in Haryana heifers. *Indian J. Dairy Sci.* 21: 117. 1968.
- Simpson, M. E., C. H. Li y H. M. Evans. Synergism between pituitary follicle-stimulating hormone (FSH) and human chorionic gonadotrophin (HCG). *Endocrinology* 48: 370. 1951.
- Singh, B. y B. P. Singh. A study on reproductive efficiency of Haryana cows. *Indian Vet. J.* 47: 135. 1970.
- Singh, M., R. M. Acharya y J. S. Dhillon. Inheritance of different measures of reproductive efficiency and their relation with milk production in Haryana cattle. *Indian J. Dairy Sci.* 21: 249. 1968.
- Singh, O. N., B. D. Sinha y B. P. S. R. Singh. Environmental and heredity causes of variation in length of gestation of Tharparkar cows. *Indian J. Dairy Sci.* 11: 109. 1958.
- Singh, O. N., R. B. Prasad y R. N. Singh. Seasonal distribution of calving and its influence on milk yield in dairy cattle. *Indian J. Dairy Sci.* 15: 56. 1962.
- Singh, R. A. y R. N. Desai. Effect of body weight and age at calving on milk production in crossbred (Holstein X Sahiwal) as compared to Sahiwal cattle. II. Effect of age at first calving on milk production and its comparison with that of body weight. *Indian J. Vet. Sci. and Anim. Husbandry* 37: 8. 1967.
- Singh, R. L. y R. B. Prasad. Inheritance of some economic characters in Bachaur cattle at Pusa: (1) Heritability of first lactation yield. (11) Repeatability of milk yield. *Indian Vet. J.* 47: 30. 1970.
- Singh, R. N. Genetic and phenotypic study of age at first calving in haryana cattle of Bihar. *Indian J. Dairy Sci.* 23: 229. 1970.
- Singh, S. B. y R. N. Desai. Inheritance of some economic characters in Haryana cattle. V. Dry period. *Indian J. Dairy Sci.* 15: 1. 1962a.
- Singh, S. B. y R. N. Desai. Inheritance of some economic characters in Haryana cattle. VI. Calving interval. *Indian J. Dairy Sci.* 15: 9. 1962b.
- Stonaker, H. H. Estimates of genetic changes in an indian herd of Red Sindhi dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 36: 688. 1953.
- Stonaker, H. H. Animal breeding in the tropics of Latin America. *J. Anim. Sci.* 33: 1. 1971.
- Tomar, N. S. Effect of the season of insemination on conception rates in Haryana cows and Murrah buffaloes. *Indian J. Dairy Sci.* 19: 14. 1966.

- Toyoda, Y. y M. C. Chang. Sperm penetration of rat eggs *in vitro* after dissolution of zona pellucida by chymotrypsin. *Natura* 220: 889. 1968.
- Trimberger, G. W. Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. *Nbr., Agric. Exp. Sta. Res. Bull.* 153. 1948.
- Tripathi, V. N. y S. S. Prabhu. Variation in semen quality. reaction time and conception rate due to age of the bull in Harijana cattle. *Indian J. Dairy Sci.* 19: 207. 1966.
- Van Graan, B. y D. M. Joubert. Duration of pregnancy in Africander cattle. *Emp. J. Exp. Agric.* 29: 225. 1961.
- Vásquez de Velasco, V. Ciclo estrual, duración del calor y tiempo de ovulación de bovinos en el trópico. *Vet. y Zootec. (Lima)* 12 (32): 4. *Anim. Breeding Abstrac.* 29: 52. 1960.
- Veiga, J. S., A. Chieffi y O. M. Paiva. Duração do periodo de gestação em femeas de raça Nelore e idade na época da primeira cria. *Rev. Med. Vet. S. Paulo.* 3: 55. 1946.
- Velardo, J. T. Action of adrenocorticotrophin on pregnancy and litter size in rats. *Am. J. Physiol.* 191: 319. 1957.
- Velásquez, Q. J. Factores que influyen en la baja fecundidad en la ganadería colombiana. 1o. Sem. *Prob. Reprod.* Feb. 20 - 25. Bogotá. Mimeografiado. 1966.
- Viera de Sá. *Lechería tropical.* Trad. por C. L. De Cuenca. UTEHA, México. 1965.
- Wagner, W. C. y W. Hansel. Reproductive physiology of the postpartum cow. I. Clinical and histological finding. *J. Reprod. Fertil.* 18: 493. 1969.
- Wagner, W. C. y S. L. Oxenreider. Endocrine physiology following parturition. *J. Anim. Sci.* 32: 1. *Suppl. I.* 1971.
- Wallen, E. P. y J. M. Yochim. Pineal rhythmicity and its relation to reproduction in the rat. *Soc. Study Reprod. Fifth An. Meeting.* Mich. State Univ. E. Lansing. p. 34 (Abstr.) 1972.
- Warnick, A. C. El valor de la energía en la reproducción de vacas y toros. Segunda Conf. An. *Ganado de carne en Am. Latina.* Univ. Florida. *Inst. Food. Agric. Sci.* p. 227. 1968.
- Warnick, A. C., L. E. Casida y R. H. Grummer. The occurrence of estrus and ovulation in postpartum sows. *J. Anim. Sci.* 9: 66. 1950.
- Warnick, A. C., R. H. Smith. D. Plasse y M. Burguera. El comportamiento de toros de monta en Venezuela III. Reunión Latinoamericana. *Prod. Anim. Bogotá.* p. 129. (Abstrac.) 1971.
- Wheat, J. D. y J. K. Riggs. Heritability and repeatability of gestation length in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 17: 249. 1958.

- Whyte, R. O. The grassland and fodder resources of India. Indian Coun. Agric. Res. New Delhi. 1957.
- Williamson, G. y W. J. A. Payne. An introduction to animal husbandry in the tropics. 2nd. ed. Longmans. London. 1965.
- Willis, M. B. Comportamiento reproductivo en un rebaño charolaise bajo condiciones tropicales. III. Reun. Latinoamer. Prod. Anim. Bogotá. p. 21. (Abstrac.) 1971.
- Wilson, S. G. The seasonal incidence of calving and of sexual activity in zebu cattle in Nyasaland. J. Agric. Sci. 36: 246. 1946.
- Wiltbank, J. N. *et al.* The effect of different combinations of energy and protein on the occurrence of estrus, length of estrous period and time of ovulation in beef heifers. J. Anim. Sci. 16: 1100. 1957.
- Wiltbank, J. N. y W. W. Rowden. The comparative reproductive performance of nursed and milked cows. J. Anim. Sci. 17: 640. 1958.
- Wiltbank, J. N. *et al.* Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. J. Anim. Sci. 21: 219. 1962.
- Wiltbank, J. N. *et al.* Influence of postpartum energy levels on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving. J. Anim. Scis. 23: 1049. 1964.
- Yanagimachi, R. y Y. D. Noda. Behaviour of gamete plasma membranes in fertilization in hamsters. 2nd. An. Meeting Soc. Study Reprod. Davis, Calif. (Abstrac.) 1970.
- York, C. J. Aspects of control in bovine Leptospirosis. Proc. Livestock San. A. Citado por Olds, D. (1953) Infertility in cattle. A. Review. J. Am. Vet. Med. Assoc. 122: 276. 1951.
- Zamboni, L. Ultrastructure of mammalian oocytes and ova. Biol. Reprod. Suppl. 2: 44. 1970.
- Zarrow, M. X. Gestation. *En* Sex and internal secretions 2nd. ed. Ed. por W. C. Young. Williams & Wilkins Co. Baltimore. p. 958. 1961.
- Zemjanis, R., L. L. Larson y R. P. S. Bhalla. Clinical incidence of genital abnormalities in the cow. J. Am. Vet. Med. Assoc. 139: 1015. 1961.
- Zemjanis, R. y E. D. Sanint. Incidencia clínica de las anormalidades del tracto genital de la hembra en el ganado vacuno de Colombia. Rev. Univ. Caldas. Vet. Zootec. N° 7 Manizales. p. 21. 1966.
- Zhordania, I. F. y O. A. Gotsiridze Autotransplantation of the uterus into the omentum. Intert. J. Fertil. 8: 849. 1963.