

# BAC

MODULO DIGITAL



El documento fuente se encuentra en  
La Biblioteca Agropecuaria de Colombia

## ELEMENTOS BIBLIOGRAFICOS

AUTOR (ES): Jimenez López, R.

TITULO: Transferencia de embriones y sistema endocrino

LUGAR DE PUBLICACION: Villavicencio (Colombia)

EDITORIAL: ICA

AÑO DE PUBLICACION: [sf]

PAGINAS: 59 p.

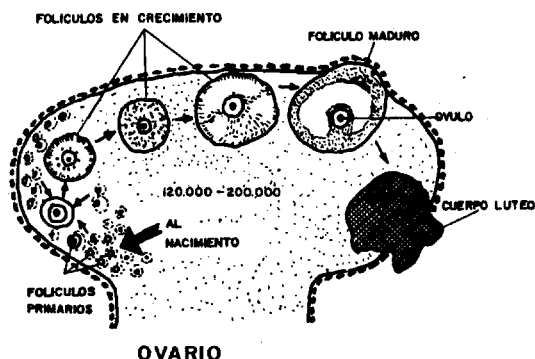
## INTRODUCCION

Para producir más es necesario aplicar nuevas tecnologías. La explotación de la ganadería en competencia con los cultivos comerciales y el valor de la tierra exige cada día la opción de modernas técnicas para obtener una mayor productividad.

Se logró desarrollar la inseminación artificial especialmente en bovinos y hoy no es difícil obtener muchas crías pertenecientes a un solo toro.

Ante la situación anterior, cabe la pregunta ¿Y qué pasa con las hembras de alto valor genético?. Generalmente una vaca deja entre 6-8 crías en toda su vida reproductiva normal o sea que están supeditadas a tener un número pequeño de descendientes a pesar de tener miles de células germinales en sus ovarios antes de nacer.

Se habla según varios autores (7, 11, 14), que una hembra bovina posee en sus ovarios entre 120 y 200 mil folículos primarios con óvulos y solamente después de iniciada la pubertad comienzan a madurar y a ser liberados, uno en cada celo o calor. (Figura 1)



La técnica de la transferencia de embriones consiste básicamente en un tratamiento hormonal a las hembras donantes para inducir en sus ovarios la maduración y ovulación de un gran número de óvulos (superovulación), éstos son fertilizados, posteriormente colectados y finalmente transferidos a vacas receptoras para que continúen con la gestación.

En la actualidad el hombre dispone de biotecnología que permite superovular una vaca valiosa, servirla y obtener un número considerable de embriones viables que pueden ser transferidos a vacas receptoras o congelados, entonces ¿por qué no aprovechar el potencial genético de las hembras bovinas como se aprovecha el del toro?.

## TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

La ovulación es producto de la acción hormonal sobre los ovarios de la vaca (FSH y LH, especialmente) (5). El óvulo producido es captado por el infundíbulo o trompas, donde, inicia su recorrido hacia el ampulla, ayudado por cilios y las corrientes de flujo de los líquidos del oviducto, en dirección al útero, llega a la unión ampularística permaneciendo en ese punto 2 o 3 días (17,21). Figura 2.

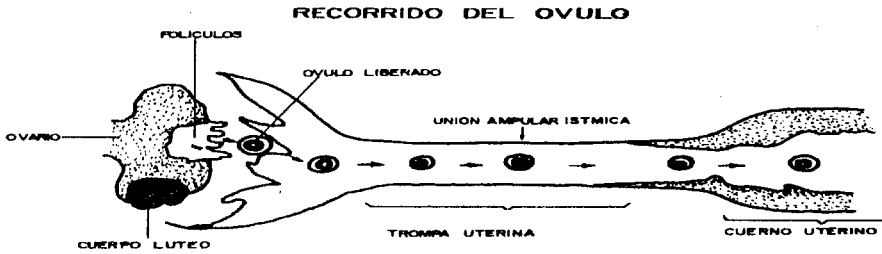
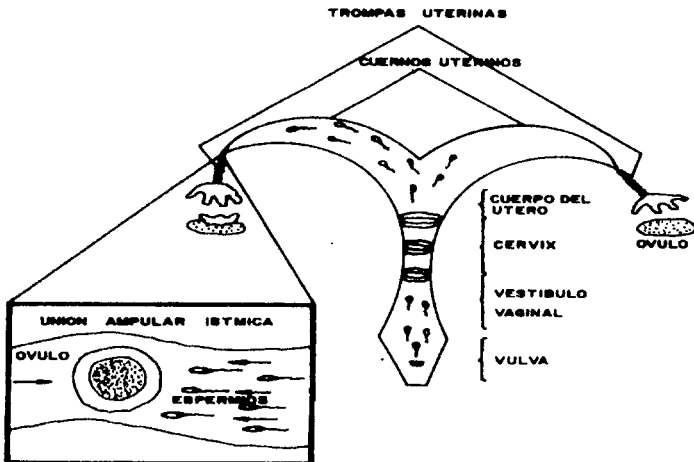


Figura N° 2

En la unión ampularística es donde ocurre la fecundación, cuando el óvulo es alcanzado por el espermatozoide después de depositado el semen en el aparato reproductivo de la hembra (Figura 3). Este encuentro entre el óvulo y el espermatozoide se denomina fecundación y el producto cigote, que permite generar un nuevo ser con las características de la madre y el padre, respectivamente (23).

FIG. No. 3. **PECUNDAACION**



El óvulo fecundado o cigote, inicia su desarrollo como tal y llega al útero entre el 4 y 5 días después del calor. Este nuevo con un mayor desarrollo se denomina embrión, etapa en la cual comienzan a formarse los diferentes componentes de todo el cuerpo.

En el cuerno uterino, el embrión continúa su desarrollo y flota en el líquido uterino hasta los 15 días aproximadamente, luego se fijará a través de la placenta al útero materno y así se desarrollará hasta originar una cría bovina a los 280 días de gestación (10).

En la actualidad y a través de la investigación, el hombre ha identificado las hormonas que producen la ovulación y ha sido capaz de prepararlas a nivel de laboratorio, las cuales al inyectarlas en las vacas bajo determinados sistemas, estimulan los dos ovarios en forma simultánea, liberando varios óvulos durante el celo, este proceso se conoce con el nombre de superovulación (6).

El proceso siguiente consiste en inseminar durante el celo y por supuesto varios óvulos podrán fecundarse obteniéndose de esta forma un número considerable de embriones en cada uterino. Figura 4.

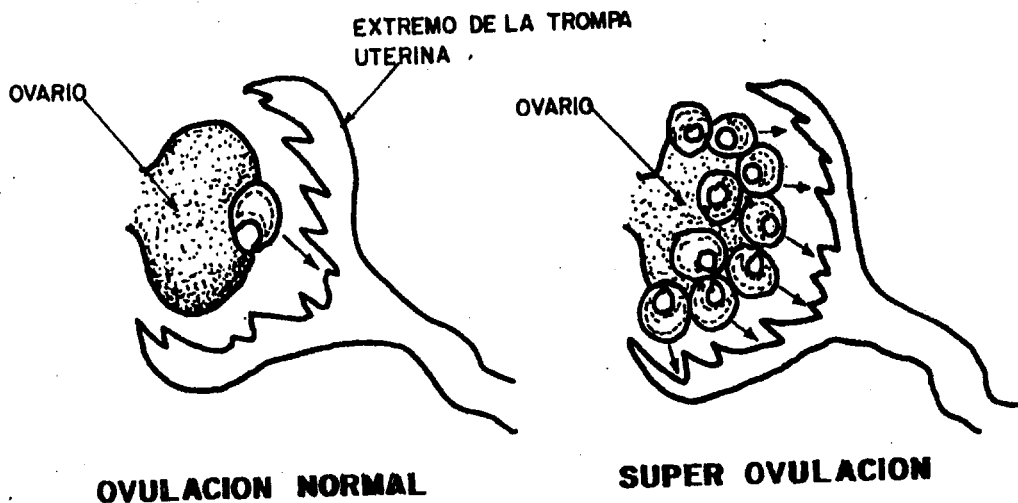
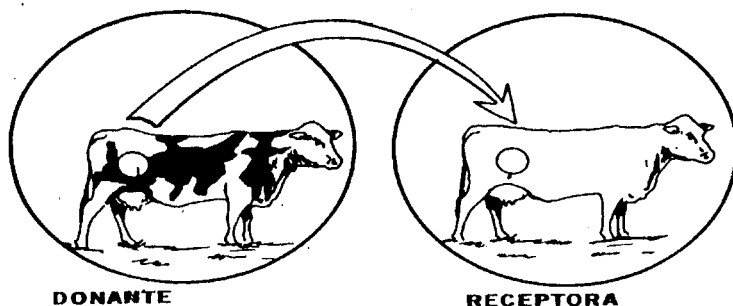


Figura N°- 4

La transferencia de embriones se puede definir de manera sencilla, diciendo que es la "obtención de embriones de una vaca denominada DONANTE y colocarlos de manera instrumental a otras que se han preparado llamadas RECEPTORAS".

La receptora debe ser un animal clínicamente sano y capaz de gestar una cría. Figura 5.



Para transferir los embriones, tanto la donante como la receptora deben presentar el celo o estro el mismo día.

O sea que los ciclos debe coincidir, pero esto de manera natural no es posible, por ello es necesario sincronizarlos mediante la aplicación de hormonas. Figuras 6 y 7.

**CELO NATURAL O SINCRONIZADO  
VACAS EN CALOR**

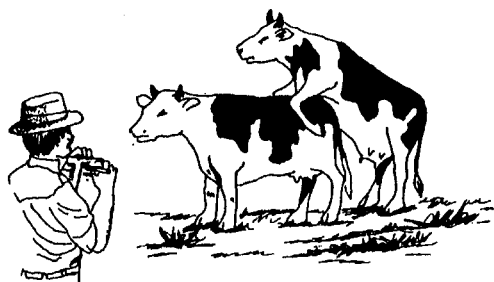


Figura N°-6

**APLICACION DE HORMONAS**

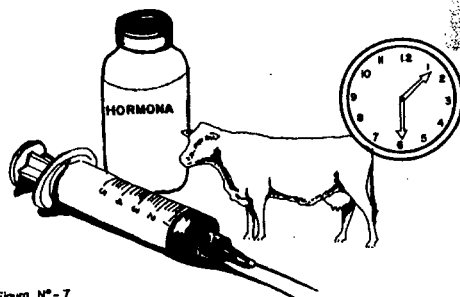


Figura N°-7

De esta forma se puede transferir un embrión recolectado de una vaca donante a una vaca receptora. Figura 8.

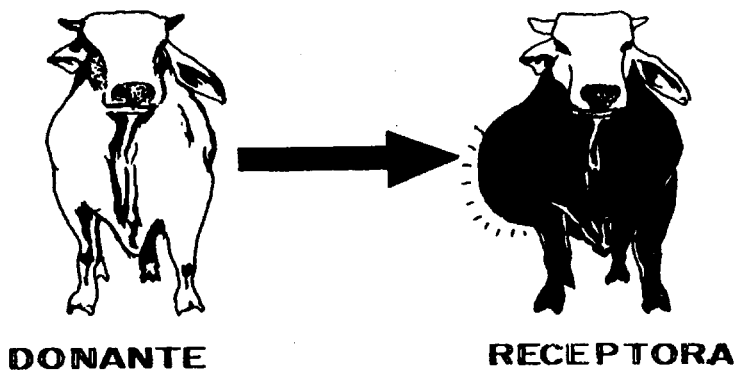
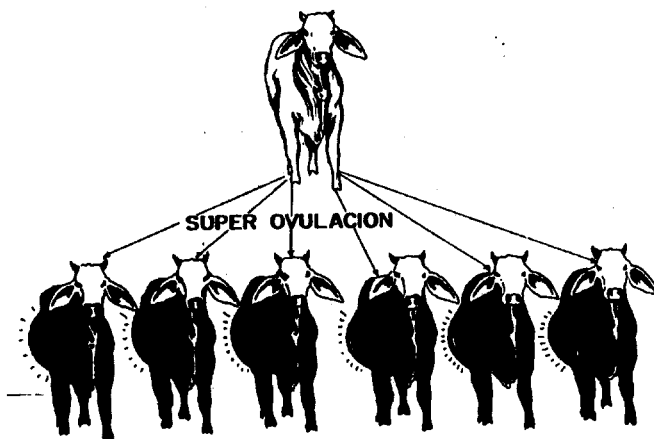


Figura N°- 8

Al superovular una vaca para obtener una mayor descendencia de la misma, de acuerdo con el tipo de animal que se busca y los fines que se persiguen se tendrá una herramienta más para acelerar el mejoramiento genético de las especies en las cuales se aplica. Figura 9.



Si se usa superovulación, los beneficios serán mayores.

# **MÉTODOS Y TÉCNICAS A NIVEL DE CAMPO**

## **MANEJO DE DONANTES Y RECEPTORAS**

### **DONANTES**

#### **FOLICULOS Y OOCITOS**

Los ovarios de una hembra bovina al nacer tienen entre 120 y 200 mil oocitos primarios que teóricamente al ser fertilizados pueden dar origen a un ser; sin embargo, sólo un oocito es liberado desde un folículo cada 21 días. Como se aprecia los ovarios contienen 1.000 veces más oocitos que los que maduran y ovulan durante la vida productiva de un animal (7, 11, 14)

#### **SUPEROVULACION**

El tratamiento consiste en utilizar dosis de gonadotropinas durante la fase lútea del ciclo para lograr producir una maduración mayor de folículos que potencialmente dará origen a oocitos que al inseminar al animal y ocurrir la fertilización se conocerán como embriones, ésto se denomina superovulación.

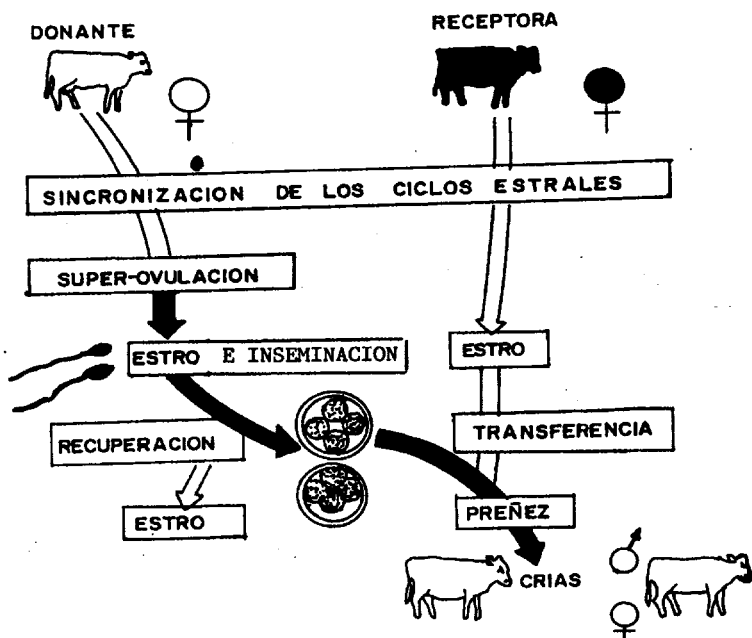
En transferencia de embriones se utiliza la superovulación para obtener mayor cantidad de oocitos a partir de hembras genéticamente superiores, así aumentar su capacidad reproductiva.

Las gonadotropinas más comúnmente usadas para inducir la superovulación en bovinos son las hormonas folículo estimulantes (FSH-P) y la gonadotropina sérica de yeguas preñadas (9PMS-G) (30, 35).

Un tratamiento de superovulación con estas hormonas se comienza generalmente entre el día 7 y 14 del ciclo estral en animales que presentan un CL bien desarrollado.

Existen diferentes esquemas, en la figura 10 se presenta un ejemplo.

## ESQUEMA GENERAL DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES



Tratamiento de superovulación para donadoras (31)

Día 1 (día 7 del ciclo)

5 miligramos de FSH-P a.m. y 5 miligramos de FSH-P p.m.

Día 2 (día 8 del ciclo)

4 miligramos de FSH-P a.m. y 4 miligramos de FSH-P p.m.

Día 3 (día 9 del ciclo)

3 miligramos de FSH-P a.m. y 3 miligramos de FSH-P p.m.

El mismo día:

25 miligramos de PGF<sub>2</sub> a.m.  
Luterolis

25 miligramos de PG<sub>2</sub> p.m.

Día 4 (día 10 del ciclo)

2 miligramos de FSH-P a.m. y 2 miligramos de FSH-P p.m. (Organizar

mecanismos de detección del celo: tinta-observación calores).

Día 5 (día 11 del celo)

Se espera inicio de calor de la vaca. Si el calor se inicia en la mañana, inseminar en la tarde; si inicia el día 5 en las horas de la tarde, inseminar el día 6 en la mañana, siempre hacer dos inseminaciones con una diferencia de 12 horas y cada inseminación con dos pajillas.

Tomar muy estrictamente la hora de inicio del calor y la hora de inseminación porque la colección es mejor hacerla entre el día 6 1/2 a 7 después de inseminada la vaca con un rango entre  $\pm$  12 horas.

Tener en cuenta que no todas las vacas trabajan con 28 mg. de FSH-P.

Generalmente al sobrepasar esa dosis se puede sobreestimar la vaca. En Brahman se presenta mucha variabilidad con las dosis.

En términos generales la FSH se usa en dosis totales que varían entre 25 a 50 mg, divididas en 8-10 inyecciones que son colocadas cada 12 horas subcutáneas o intramuscular. Figura 11.

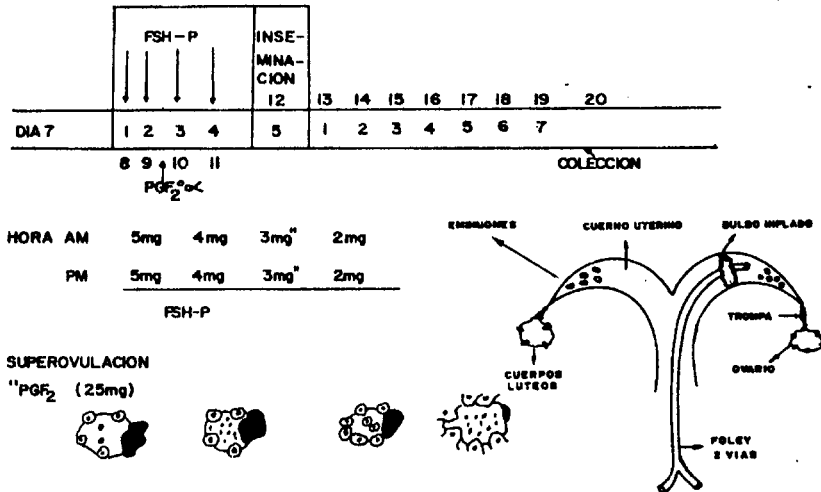


Figura 11

Fuente: Información del Campo M. 1986

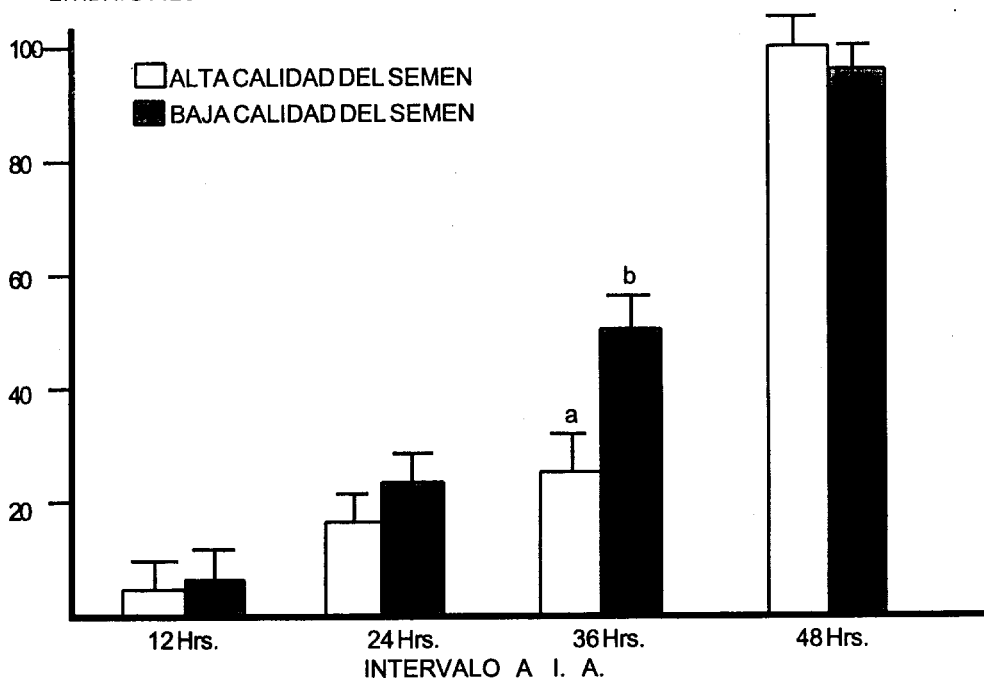
Entre 56 a 72 horas después de haber sido inyectada la primera dosis de FSH, se inyecta prostaglandina F2 Alfa (25-30 mg) para inducir la regresión del CL del ciclo. La presentación del celo ocurre aproximadamente 48-56 horas más tarde.

La PMS-G, se inyecta en dosis única que varía entre 1.500 y 2.800 UI, intramuscular y 48 horas después, se inyecta prostaglandina F2 alfa. El celo se presenta aproximadamente 48-56 horas más tarde.

## INSEMINACION

Al celo, la donante se insemina cada 12 horas por 2 a 4 veces, usando una o más dosis de semen en cada inseminación. Esto se realiza para aumentar las posibilidades de fertilización de los oocitos liberados (18). Es necesario siempre usar semen de la mejor calidad. Gráfica 1.

### CALIDAD DEL SEMEN PARA INSEMINAR EN UN PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES



Gráfica 1.

Fuente: Voelkel S.A. 1981

El día 6.1/2 a 7 después de la inseminación los embriones son recuperados desde los cuernos uterinos de la vaca donante, mediante el método de aspiración interrumpida.

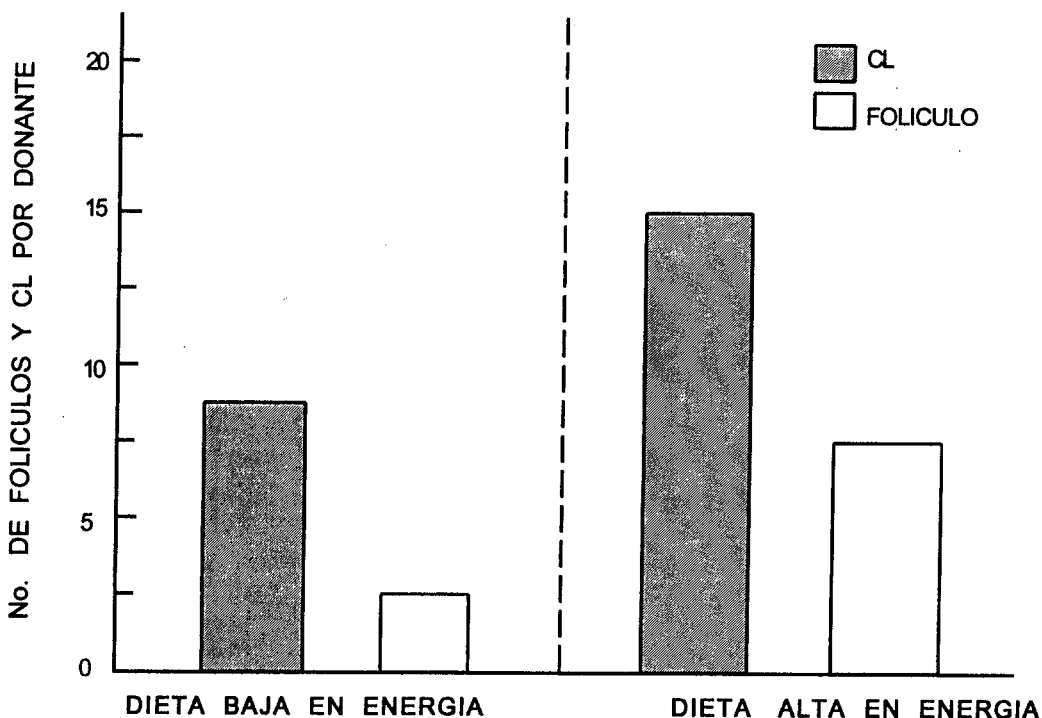
### RECEPTORAS

Es la hembra destinada a recibir el embrión obtenido de la hembra donante (25).

- Se requieren en general 10 receptoras por cada donante, dependiendo de la especie.

- La alimentación debe estar balanceada tanto para receptoras como para donantes, por lo menos 60 días antes del trabajo final, referido a lavado y transferencia. Gráfica 2.

#### PLAN NUTRICIONAL 60 DIAS ANTES DE LA SUPEROVULACION



Gráfica 2.

Fuente: Gdke R.A. 1981

- Todas deben chequearse con anterioridad sobre su sistema reproductivo, enfermedades y conformación general.

- Una vez seleccionadas las receptoras, entran a un lote como tales y se les inicia el monitoreo de celos para definir cuáles serán las más adecuadas, los datos se trasladarán a una hoja de registro en la cual se incluye (24):

Identificación del animal

Grupo racial

Estado reproductivo: novilla, vacas lactantes.

Peso inicial al entrar al programa

Número de partos

Fecha último parto

Estado genital inicial

Estado genital final

Peso final.

Observación: Se lleva el cuadro en lo posible hasta 7 calores, debido a que no todas son regulares o inician al mismo tiempo. Algunas hacen 2 calores mientras otras llegan hasta 7. De la anterior manera se puede al final organizar grupos para cada donante.

- Las receptoras deben ser en lo posible novillas y en segunda instancia vacas jóvenes.

- En general y casi de descarte no deben ser lactantes, por la influencia del ternero en la presentación y regularidad del celo.

- Palpar detenidamente los tractos reproductivos de todas, sin excepción, con el objeto de que en el momento de la transferencia se determine y se sepa como es cada uno, desde el punto de vista de: desarrollo, longitud, amplitud y existencia de sinuosidades en el cervix.

- Las personas que le ayudarán al profesional en la labor, se les hará una exposición sobre qué es la transferencia, objetivos, metodología y proyecciones del mismo para que estén debidamente enteradas de lo que hacen para beneficio del proyecto (24).

## SINCRONIZACION

Cuando se emplea norgestomet y valerato de estradiol (Sincromate B) como sincronizador se aplica tanto a donantes como a receptoras el día cero (0) del tratamiento (24) (Ver cuadro 1), y cuando se emplea prostaglandinas PGF2 Alfa (Lutalyse, Iliren) ésta se aplica en el día 10 del ciclo que equivale al día 3 del tratamiento con la FSH. La dosis de prostaglandina es de 25 mg en la mañana y 25 mg en la tarde. En las aplicaciones se prefiere la vía intramuscular y con mucha asepsia.

La inducción de celo con Prostaglandina F2 alfa o Sincromate B de las receptoras debe estar de acuerdo con el programa de superovulación de la (s) donante (s). Las receptoras recibirán una inyección de protaglandina F2 alfa, 24 horas antes o en el mismo momento que la recibe la donante. Comúnmente la relación es 10 receptoras por cada donante. Lo más recomendable en condiciones de campo, es trabajar 2 o más donantes en el mismo día, así la utilización de las receptoras se realiza en mejor forma.

Las receptoras que presenten celo (en forma natural o inducido) con una diferencia de  $\pm 12$  horas con respecto al celo de la donante serán las receptoras (sincronizadas) seleccionadas prioritariamente para recibir los embriones. En el caso de que hubiera más embriones que receptoras sincronizadas se puede recurrir a receptoras que han presentado celo  $\pm 24$  o 36 horas del celo de la donante, lógicamente las posibilidades de preñez serán menores.

**EJEMPLO DE UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN TRANSFERENCIA DE EMBRIONES: DONADORAS Y RECEPTORAS**

DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO	DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO	DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO	DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO	DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO	DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO	DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO	DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO	DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO	DIAS TRATAMIENTO	DIAS CA-LENDARIO
Implante	DIC 17	Implante	DIC 17																
	DIC 18		DIC 18																
	DIC 19		DIC 19																
	DIC 20		DIC 20																
	DIC 21		DIC 21																
	DIC 22		DIC 22																
	DIC 23		DIC 23																
	DIC 24		DIC 24																
	DIC 25		DIC 25																
	DIC 26	3 mgr FSH: AM Y PM Alimnar Implante Lutalyse: 25 mgr AM Y PM Retirar crías	DIC 26																
	DIC 27	4 mgr FSH: AM Y PM	DIC 27																
	DIC 28	3 mgr FSH: AM Y PM Eliminar Implante Lutalyse: 25 mgr AM Y PM, Retirar crías.	DIC 28																
	DIC 29	2 mgr FSH: AM Y PM	DIC 29																
	DIC 30		DIC 30																
	DIC 31		DIC 31																
	ENE 1		ENE 1																
	ENE 2		ENE 2																
	ENE 3		ENE 3																
	ENE 4		ENE 4																
	ENE 5		ENE 5																
	ENE 6		ENE 6																

FUENTE: Información de Campo, Transferencia de Embriones, Hacienda Talanqueras.

## MEDIOS - RECOLECCION Y CULTIVO

Existe una gran variedad de medios de cultivo (TCM-199 PBS, HAM-F10, etc), que pueden utilizarse para recolectar embriones, el más usado actualmente es el Dulbecco's fosfato buffer salino PBS (Gibco, Grand Island N.Y.). Este medio tienen la particularidad que su buffer es fosfato lo que lo hace más estable a los cambios de pH. Además, es un medio de fácil preparación, sus componentes son encontrados sin mayores problemas en el comercio y son de relativo bajo costo (12).

Comúnmente se habla de 2 tipos de medio de cultivo. El medio de colección o de lavado y el medio de mantenimiento (Cuadro 2). La diferencia fundamental entre ambos radica en la cantidad de proteína agregada, el primero posee 1-2% de proteína (suero fetal, albúmina bovina) en cambio el medio de conservación posee 10-20% de proteína y a veces se enriquece con glucosa (1 mg/ml) y piruvato de sodio (0.33 ml).

Para preparar un litro de medio se requiere:

- Usar agua bidestilada - 1000 c.c.
- Agregar los componentes previamente mezclados (polvo) en una matraz con el agua bidestilada (menos el Ca Cl) a 15-30° C. (temperatura ambiente y agitarlo constantemente)
- Una vez que todo el material está en solución, agregar el cloruro de calcio (0.10 gr.)

CUADRO 2. Composición del medio Dulbecco's Fosfato Buffer Salino (PBS) para colección y conservación de embriones.

Sustancia	Colección	Conservación
NaCl	8.00 gr/lit.	8.00 gr/lit
KCL	0.20 gr/lit	0.20 gr/lit
CaCl	0.10 gr/lit	0.10 gr/lit
MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.10 gr/lit	0.10 gr/lit
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1.15 gr/lit	1.15 gr/lit
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.20gr/lit	0.20 gr/lit
Penicilina	100 U.I.	100 U.I.
Estreptomicina	100 U.I.	100 U.I.
Fungizona	25 U.g.	25 U.g.
Suero fetal	1-2 %	10-20%
Piruvato de sodio	-	-
Glucosa	-	-

- Esterilizar inmediatamente usando un filtro de 0.22  $\mu$ m.

Los medios preparados se esterilizan usando un filtro de 0.22  $\mu$ m y se mantienen en refrigeración (4° C). Al momento de usarse se les agrega antibióticos (penicilina potásica: 100 UI/ml, sulfato de estreptomina 100 mg/ml y antifongos (Fungizona 25 mg/ml).

## **GRUPOS DE HEMBRAS PARA LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES**

Al hacer los grupos para cada donantes se establecerá el siguiente cuadro respecto a las receptoras:

- Identificación
- Grupo racial
- Fecha primer calor incluyendo el resto de calores, para determinar la regularidad de los mismos, este cuadro permite calificar a cada receptora.

Hechos los grupos con base en el anterior cuadro, se organiza otro que encabezando la donante incluye (24):

- Identificación del animal
- Raza y/o cruce
- N mero de partos
- Fecha del ltimo parto
- N mero de calores
- Fecha ltimo calor.
- Fecha de implante: sincronizador
- Hora
- Observaciones.

Al final del anterior cuadro, se amputará:

- Fecha de retiro anterior cuadro, se apuntará"
- Fecha de retiro del implante
- Fecha y hora de aplicación de la FSH de cada donante.

Con base en el anterior cuadro, se organiza otro a partir de la retirada del implante, que incluye:

- Identificación del animal.

- Fecha del calor

Inicio: hora

Final: Hora

Duración: horas

Calidad del calor:

- Implantada: fecha

- Tipo de embrión y calidad al momento del lavado cuáles receptoras se encuentran mejor sincronizadas con las donantes que pueden oscilar entre: exacta;  $\pm$  12 horas;  $\pm$  24 horas.

Posteriormente, existen hojas de registros de donantes y receptoras de manera individual, además dos hojas sobre: superovulación, servicios y colección para la donante y el de clasificación y transferencia para receptoras.

Los cuadros indicados, inicialmente permitirá observar datos de conjunto durante el desarrollo del proceso con lo que se puede tomar decisiones inmediatas.

Al final, establecer fechas de presentaciones de calores tanto de donantes como de receptoras y comprobación de gestación, 60 días post-transferencia.

## **COLECCION DE LOS EMBRIONES**

Todo el equipo (cateter, jeringas, material de vidrio, etc) que se usa en la colección y transferencia de embriones, debe estar estéril y después de cada recolección se lava cuidadosamente con agua y jabón, y nuevamente se lava con agua desionizada y se esteriliza adecuadamente.

Para la colección se han inventado variedades de instrumentos (Drost y Col, 1976); Eldrusen y Col, 1976; Greve y Col, 1977; Rowe y Col, 1976, pero los más comúnmente usados son los catéteres de Foley de 2 vías y el modelo Neustand/Aish (Shneider y Hahh, 1979). Las diferencias fundamentales entre ellos radica en el largo y en la consistencia. El modelo Neustand/Aish es de 27 cm, más largo y es más duro que el Foley (11).

## **COLECCION POR ASPIRACION INTERRUPTIDA**

Una vez colocada la donante en un brete se procede a la palpación tectal para estimar el número de cuerpos lúteos existentes en cada ovario. Se lava

cuidadosamente la región perineal y labios vulvares con agua y jabón, luego se seca. Posteriormente se hace la anestesia epidural baja 5-10 ml de xilocaína sin epinefrina. Si no se encuentra bien anestesiada, no proceder todavía a efectuar el lavado, es requisito importante para la relajación del recto y manipuleo del tero sin resistencia.

A continuación y previa organización del equipo a utilizar, se introduce el catéter de Foley por la vagina y se pasa a través del cervix para finalmente ser colocada en uno de los cuernos. Se prefiere iniciar con el cuerno que más trabajo se tenga para manejarlo. Tener la precaución de no perforar el cuerpo y/o cuernos uterinos. Muchas veces es recomendable en novillas si no pasa el cateter (Foley), dilatar el canal cervical por medio de un dilatador de cervix, en esta forma se facilita posteriormente la introducción de éste.

La fijación del cateter al cuerno se realiza por medio de un globo que va adosado antes de finalizar el cateter. Este se llena con aire (5-15 ml), o suero salino hasta que se sienta que no hay deslizamiento, para ésto se recomienda traccionarlo suavemente. Hay que tener presente que la poca o alta presión puede producir pérdida de líquido y de embriones o desgarros del endometrio. Debe existir un delicado balance entre ambas presiones (26). Figura 12.

### **METODO DE RECUPERACION DE EMBRIONES POR ASPIRACION INTERRUPTIDA**

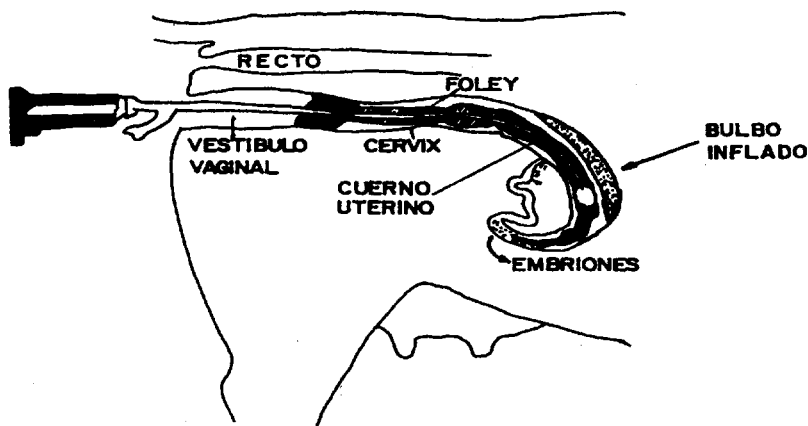


FIGURA 12

Ubicado el cateter y asegurándose que no existen torcimientos del cuerno que podrían resultar en desgarros por alta presión de líquido en pequeñas porciones de éste, se procede a realizar el lavado.

El medio se introduce a temperatura de 37°C en pequeños volúmenes que van desde 20 a 60 ml cada vez por 4-5 veces para un total de 240-300 ml por cuerno con recogidas cada a través de una sonda que se adosa al extremo libre del cateter cuyo contenido va a caer a un recipiente o a un filtro.

Se debe procurar que el medio alcance todas las áreas del endometrio. Muchas veces éste (medio) es agitado con la misma jeringa haciendo movimientos de entrada y salida por un par de veces. Así en esta forma se producirán turbulencias y los embriones que se encuentran ubicados en los pliegues de la mucosa uterina pueden ser arrastrados más fácilmente. Terminado el lavado de un cuerno se repite la operación en el otro cuerno (26).

El medio del cultivo colectado si se ha trabajado con el colector y filtro se pueden eliminar durante el proceso, si no dispone de este elemento (lo recolectado en probeta o beaker, etc) se deja reposar aproximadamente 30 minutos para que los embriones que flotan en él, se decanten.

Finalizado (s) el (los) lavado (s) es recomendable colocar una solución antibiótica dentro del tero de la vaca para prevenir posible metritis. También es práctica recomendable inyectar (I.M.) prostaglandina F<sub>2</sub> alfa, ya sea inmediatamente o después de la colección y también 8 a 10 días más tarde, para producir luteólisis de los CL y embriones que pueden haber quedado. Esto permitirá inducir celo en la donante y volver al programa de transferencia, superovulándola nuevamente 60-90 días más tarde, previo monitoreo de su ciclo (24).

## **BUSQUEDA, IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE EMBRIONES**

Cuando los lavados han sido colectados en filtros, éstos sin dejarlos secar, se llevan al laboratorio, se identifican, se les adiciona un poco de medio, se les hace un poco de movimiento y se deposita el contenido en una placa de petril; se relava de nuevo el filtro con medio y otra vez el contenido a una placa de petri procurando con esto que no se vaya a quedar ningún embrión en el filtro.

Cuando los lavados han sido colectados en probetas, la parte superior del

medio se extrae por medio de sifonaje, dejando aproximadamente 100 a 200 ml en el fondo. Este medio se coloca posteriormente en placas de petri: en las dos situaciones se observa el contenido bajo el esteroscopio, generalmente usando un aumento de 10x. Los embriones que se encuentran son retirados de la placa con una pipeta Pasteur o cánula plástica y colocados en un medio de cultivo fresco. Posteriormente, se observarán a un mayor aumento 40X ó 70X, para ser identificados y clasificados.

Existen diferentes técnicas para clasificar los embriones en viables y no viables. Actualmente la forma más popular de clasificación se basa en una apreciación subjetiva, utilizando el microscopio-esteroscopio (30, 31)

## **IDENTIFICACION Y CLASIFICACION MORFOLOGICA A TRAVES DEL ESTEROSCOPIO**

### **IDENTIFICACION**

La identificación se realiza tomando como base el estado de desarrollo de los embriones, los cuales se encuentran entre el 5 a 9 días de desarrollo y se identifican de la manera siguiente (9):

- Oocito no fertilizado
- Zona pelucida vacía.
- Oocito de 8 células: 1x8
- Oocito de 16 células: 1x16
- Morula compacta
- Blastocisto
- Blastocisto temprano
- Blastocisto expandido
- Blastocisto compacto.
- Blastocisto eclosionado o por eclosionar.

### **CLASIFICACION**

Al clasificar se pretende evaluar la calidad del embrión (viabilidad), basándose en la comparación de una serie de parámetros, como: n mero, tamaño y forma de las blastómeras, n mero de vacuolas, espacio perivitelino, color, forma de la zona, etc.

Los embriones son clasificados de acuerdo con la apreciación subjetiva de estos parámetros en: excelentes, buenos, regulares (incluye oocitos fertilizados=embriones) y malos (no fertilizados y fertilizados degenerados) (13).

CUADRO 3. Clasificación de oocitos colectados entre los 5-9 días después del estro.

	Clasificación	Puntaje
Transferible (Incluye oocitos fertilizad.)	Excelente	1
	Bueno	2
	Regular	3
No transferible (Incluye oocitos no fertilizados y degenerados)	Malo	4

Fuente: 1984 del Campor Marcelo

Distinguir entre oocitos fertilizados y no fertilizados no es difícil; sin embargo, clasificar los oocitos fertilizados requiere de cierta experiencia. El problema fundamental radica en saber con seguridad si el embrión clasificado como transferible es viable y si es clasificado como no transferible es realmente no viable. Quizá la única forma de saberlo será transfiriéndolo en una receptora y esperar el resultado. A n así, ésto no es totalmente seguro ya que hay otra serie de factores, ajenos al embrión que influenciarán en la viabilidad, por ejemplo: técnica de transferencia (quir rgica y no quir rgica), sincronización donante/receptora, medio de cultivo, etc.

Los oocitos fertilizados y clasificados como 1-2-3, son colocados en medios de cultivo de mantenimiento y guardados en incubación a 37°C para luego ser transferidos a las receptoras.

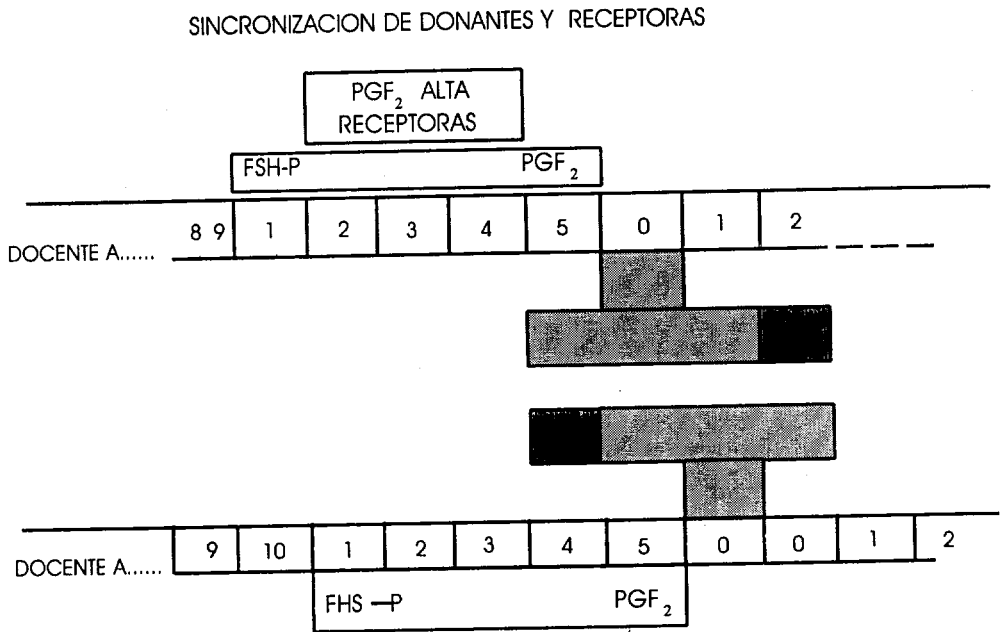
### **EJEMPLO DE UN PROGRAMA PRACTICO DE SINCRONIZACION**

Trabajar 6 donantes con 60 receptoras, comenzar el tratamiento de superovulación en 3 donantes (grupo A) y preparar 30 receptoras (PGF2 alfa) el próximo día comenzar el tratamiento de las donantes y receptoras restantes (grupo B).

Se considera según el programa propuesto, que todas las donantes ma-

nifestaron celos (antes del tratamiento) el mismo día. Las donantes A comienza el tratamiento de superovulación el día 10 del ciclo estral en cambio las donantes B comienza el día 11. Las receptoras reciben una dosis única de Prostaglandina F2 alfa un día antes o el mismo día que la reciben las donantes. Figura 13.

Figura 13. Programa práctico de T de E utilizando dos donantes y 20 receptoras.



Fuente: Curso Internacional de Reproducción Valdivia, Chile. 1986.

Con el anterior ejemplo se maximiza la utilización de las receptoras, ya que éstas pueden intercambiarse con las donantes del grupo B.

Las 6 donantes pueden colectarse el mismo día (calendario) o pueden ser colectadas con un día de diferencia, pero el programa de sincronización no cambia. Es recomendable palpar todas las donantes antes de colectar para tener una estimación del número de cuerpos luteos, esto reflejará en forma aproximada el número de embriones a colectar. Con base en estos datos se distribuyen las receptoras. Programa como éste puede realizarse con mayor número de donantes.

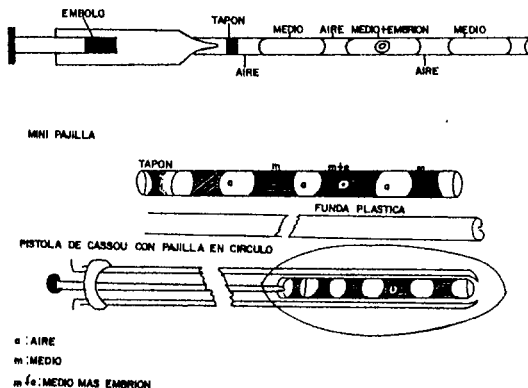
## COLOCACION DE LOS EMBRIONES EN RECEPTORAS

Los embriones pueden ser transferidos quirúrgicamente, efectuando una laparotomía ventral bajo anestesia general o a través del flanco, con anestesia local o no quirúrgicamente a través de la vagina, mediante la pistola de Cassou (27)

### TECNICA DE TRASFERENCIA NO QUIRURGICA TRANSCERVICAL

Una vez realizado, el examen rectal de la receptora y constatada la presencia de un CL, se inyecta una anestesia epidural baja (solución de xilocaína al 2%). La región perineal y vulva se lava con agua y jabón desinfectante y se secan (26).

El embrión es colocado a la receptora después del lavado de la donante lo más pronto posible y si está congelado, previa descongelación armónica, dentro de una pajilla esterilizada a la que se le ha cortado un extremo. La colocación del embrión quede entre dos contenidos de medio y separados por aire (Figura 14), posteriormente la pajilla con el embrión se coloca dentro de la pistola de Cassou y ésta dentro de la funda plástica previamente esterilizada (Figura 15). Con la mano izquierda el operador sujeta el cervix a través de la pared del recto. La pistola se introduce en el canal cervical y su extremo se ubica con ayuda de la mano izquierda, en el cuerno ipsilateral al cuerpo luteo. Una vez en la posición deseada (un poco más allá del cuerpo del tero) el embrión es depositado suavemente y la pistola se retira lentamente. Todo este procedimiento debe realizarse lo más rápido y delicadamente posible. El exceso de manipulación producirá daño a la mucosa del tero, que causa hemorragia la cual conduce a una baja en los resultados de preñez.



Aparte de la destreza y experiencia que son necesarias, es conveniente que las receptoras sean animales sanos, que sus ciclos reproductivos hayan sido normales y que se encuentren en buen estado de nutrición. En la medida que las receptoras estén en buenas condiciones tanto sanitarias como nutricionales y reproductivas y la técnica sea bien realizada, la eficiencia de la transferencia de embriones, traducida en preñez, será mayor.

# PROYECCIONES DE TRANSFERENCIA DE EMBRIONES

## CRIO PRESERVACION DE EMBRIONES

Un problema que presenta la transferencia de embriones en el campo es la preparación de un gran número de receptoras, que muchas veces el criador no puede mantener debido al alto costo.

La preservación de embrions a baja temperatura ( $-196^{\circ}\text{C}$  c.n. l.) abre la oportunidad para la ganadería ya que en este caso los embriones pueden ser transferidos en cualquier momento, utilizando incluso una receptora o preparando grupos de receptoras (Lehn, Jensen y Greve, 1981) (Figura 16).

## TRANSFERENCIA Y CONSERVACION DE EMBRIONES BOVINOS

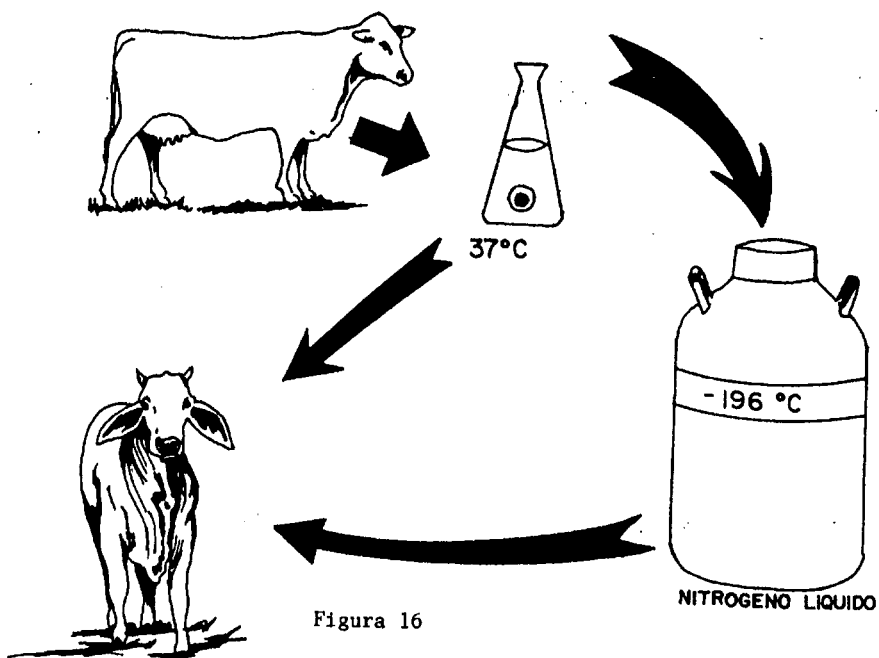


Figura 16

PRODUCCION DE MELLIZOS

INGENIERIA GENETICA: CLONAJE

MICROMANIPULACION DE EMBRIONES

DIVISION DE UN EMBRION



QUIMERA

TRANSPLANTE NUCLEAR

MANIPULACION DE CROMOSOMAS

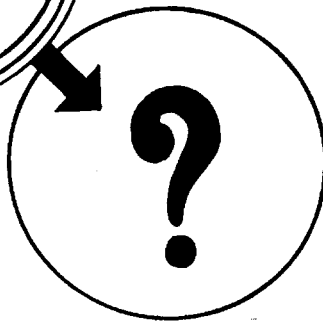
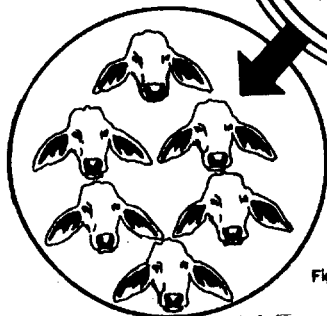


Figura Nº- 17

FIGURA 17.

Existen tres posibilidades de producir mayor cantidad de crías por medio de transferencia de embriones.

- Colocando dos embriones extraños en una receptora (Anderson y Col, 1977; Renard y Col, 1978).
- Colocando un embrión extraño en receptoras previamente inseminadas (Areenan y Mcdonagh, 1979; Testar y Col, 1975).
- Usando mitades de embriones obtenidos a través de microcirugía o micromanipulación (Ozil, 1983).

En este ltimo caso la receptora recibirá dos mitades de un mismo embrión, lo que obviará el problema de Free Martín. Esto permitirá producir mellizos en animales de lechería.

## INGENIERIA GENETICA-CLONING

Se entiende por ingeniería genética la modificación química del DNA o RNA. Una definición más apropiada ha sido la propuesta por Rutledge y Seidel (1981) (30) quienes la definen como cualquier cambio en la estructura genética de la población. De acuerdo con esta definición, la inseminación artificial y la transferencia de embriones se incluiría en esta área por ser técnicas muy importantes utilizadas como herramientas en la ingeniería genética.

## **MICROMANIPULACION DE EMBRIONES**

- Separando las blastómeras de un embrión dos células y permitiéndoles desarrollarse en forma separada in vitro antes de ser transferidos. Mullen y Col (1980) o in vitro, Willadsun, 1982:

- Dividiendo un embrión en estado de morula o blastocisto temprano en 2 grupos de células y transfiriéndolos inmediatamente a receptoras Williams y Seidel, 1983, ó cultivándolos in vitro en otro animal antes de ser transferido. Willadsun, 1982.

## **DIVISION DE UN EMBRION**

Otros investigadores Moustafa, 1978; Ozil y Col, 1982; Williams and Seidel, 1978, desarrollaron un método más sencillo de producción de mellizos idénticos, utilizaron embriones bovinos en estado de morula o blastocisto tempranos. Estos fueron divididos en dos mitades y colocadas cada mitad en zonas pelucidas vacías y luego transferidos. El procedimiento no toma mucho tiempo, pero se requiere equipos necesarios y personal muy bien entrenado.

El porcentaje de preñez obtenido fue del 50% por mitad de embrión transferido, lo que equivale a obtener 50% más de preñez que si se transfiere el embrión original. Aproximadamente la mitad de las crías nacidas son mellizos, Seidel, 1982 y Williams y Col, 1984. En un cálculo teórico se puede apreciar que si se obtienen 200 unidades de embriones partiendo 100 embriones, el número de receptoras preñadas será de 100 (50% de preñez). De éstos 50% gestarán mellizos es decir 100 crías y 50 gestarán 1, es decir, 50 crías; consecuentemente se obtendrán 150 crías.

## **QUIMERAS**

En las quimeras los blastómeros de 2 o más embriones son colocadas juntas

para producir un individuo, después de la compactación in vitro estos embriones son transferidos a receptoras. Las crías en este caso tendrían 4 o más padres. Existen diferentes formas de producir quimeras, el más común es colocar juntas, blastómeros provenientes de dos embriones. Otro método es inyectar blastómeros de un embrión dentro de blastócele de otro embrión.

Un caso especial e interesante de quimerismo es el desarrollo por Willadsen (1983), el cual mezcló blastómeros de cabra y oveja y obtuvo una cabra-oveja que tenía características de ambas (lana y pelo). Esta técnica sería de gran importancia práctica en la transferencia inter-específica o en especies en extinción.

## **VENTAJAS PRINCIPALES DE LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES**

- Acelerar el proceso genético, obteniéndolo el mayor número de crías de hembras genéticamente superiores, cubiertas con semen de toros también genéticamente superiores. Con esto se aumenta la intensidad de selección a través de la hembra.
- Acortar el intervalo generacional, pues las hijas obtenidas pueden ser sometidas a tratamientos de superovulación y ser donantes de embriones nuevamente.
- Permite realizar test de progenies de animales sospechosos de ser portadoras de una característica no deseable y de realizar estudios de enfermedades genéticas.
- Permite introducir nuevos genotipos a un país sin problemas mayores de costo, utilizando el envío de embriones y no de los animales adultos.
- Permite un mejor control de las enfermedades infecciosas.
- La técnica puede ser utilizada en otras áreas de investigación como ejemplo, en el estudio de la fertilización, implantación, muerte embrionaria.
- Da la oportunidad de recuperar embriones de hembras incapaces de mantener una gestación y sirve muchas veces como diagnóstico, tratamiento y pronóstico de algunas enfermedades reproductivas.
- Otra posibilidad que ofrece la transferencia de embriones es aumentar la

producción de ganado de carne a través de la introducción de mellizos. Existen diferentes alternativas para ello:

- Que las receptoras reciban dos embriones, ó
- Que se transfiera un embrión en receptoras previamente inseminadas (2, 3, 16, 22, 32, 34, 35).

INSTITUTO VECINAL AGROPASTORIL  
DE COLOMBIA

## **CONSIDERACIONES FUTURAS**

- El límite de nuestra imaginación no permite concebir inmediatamente los avances y las implicaciones que tendrán las tecnologías que se desarrollan en la actualidad y aquellas que aún no comienzan.

- La ingeniería genética junto a la transferencia de embriones abre un campo ilimitado a los avances en la reproducción animal.

- Todas las técnicas asociadas unas a otras podrán perpetuar, dar origen o crear rasgos o individuos superiores, mejores que los mejores que hoy existen o criar animales resistentes a enfermedades y a severas condiciones climáticas, Seidel, 1983.

- Las posibilidades que existen al manipular artificialmente el plasma germinal son ilimitadas, por ejemplo, la inyección de espermias dentro de oocitos, el trasplante nuclear, la manipulación de cromosomas individuales, son técnicas que en el futuro contribuirán enormemente en la reproducción animal.

## TERMINOLOGIA

Cateter o sonda de Foley: Instrumento que se utiliza para vaciar la vejiga urinaria humana y que se emplea para recolectar oocitos.

Calor, Celo, Estro: Periodo de receptibilidad sexual en la hembra animal.

Cuerno ipsilateral: Cuerno adyacente al ovario que posee el cuerpo luteo.

Donante: Hembra de la cual se colectan oocitos.

Receptora: Hembra a la cual se transfiere un embrión.

Embrión: Huevo fertilizado, oocito fertilizado, ovum.

Dulbecco's PBS: Medio de cultivo, fosfato buffer salino.

Free Martín: Una hembra nacida de una preñez de mellizos macho/hembra. Generalmente la hembra estéril.

FSH-P: Hormona folículo estimulante -porcina-

**Gonadotrofina:** Hormona que estimula los ovarios y los testículos.

# **SISTEMA ENDOCRINO - HORMONAS RELACION: HIPOTALAMO - HIPOFISIS - OVARIO Y ACTIVIDAD SEXUAL\***

Jaime Jiménez López\*\*

**SISTEMA ENDOCRINO:** Los procesos del crecimiento se hallan en gran parte bajo control endocrino y los de reproducción primariamente bajo el mismo control. El sistema endocrino se compone de glándulas carentes de conductos que secretan sustancias (hormonas) que se vierten directamente a la sangre, produciendo cierto efecto en otros organos o tejidos. Sin embargo el pancreas es endo y exocrino: endocrinamente compuesto por los islotes de Langerhans, cuyas hormonas son: glucagon e insulina y exocrinamente compuesto por células acinosas que secretan jugo pancreatico transportado al intestino por el conducto pancreatico.

A las hormonas secretadas por las glándulas endocrinas se les incemben las adaptaciones químicas en el organismo, es decir que la endocrinología estudia la integración química del cuerpo.

Existe una relación sólida entre el sistema nervioso y el endocrino; las hormonas regulan (aumentan o disminuyen) el ritmo e intensidad de los procesos específicos, pero no proporciona energía a dichos procesos ni inician reacciones metabólicas, el exceso de hormona puede ser tan perjudicial como su carencia.

## **CLASIFICACION QUIMICA DE LAS HORMONAS**

Desde el punto de vista químico clasificar las hormonas en:

1) Proteínas o Glucoproteínas de estructura variable, representadas por las producidas en la neurohiofisis, adenohiposisi, tiroides, glándulas paratiroides e islotes de langerhans. La manera de construcción de estas hormonas son los aminoácidos y la producción de la hormona depende del substrato, apropiado, de la presencia de un aporte energético y de la necesaria estimulación biológica.

---

\* Información práctica sintetizada para Médicos Veterinarios Zootecnistas.

\*\* MVZ. M.Sc. ICA Programa Doble Propósito C.I. La Libertad A.A. 2011 V7cio.

2) Hormonas esteroides: que incluyen todas las producidas en las gónadas y las corticosuprarrenales. La manera de construcción de estas hormonas son los acetatos que dan origen a colesterol con ligeras alteraciones que definen cual esteroide es liberado finalmente.

### **ACTIVIDAD SEXUAL:**

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipofisis-ovario. El hipotálamo y la hipofisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de la reproducción.

El hipotálamo que es parte integrante del sistema nervioso central entra en relación funcional con el medio ambiente y es el centro de la actividad sexual, analizando y regulando todos los estímulos de los sentidos del sistema nervioso central, sistema vegetativo, hipofisis, ovario, glándulas suprarrenales, glándula tiroidea y otras regulando la actividad sexual según la intensidad y variabilidad de estos estímulos. Los estímulos de todos los tipos se centran probablemente en la región preóptica del hipotálamo, designándose esta área como CENTRO DE LA CICLICIDAD SEXUAL.

### **COMUNICACION ENTRE EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y EL SISTEMA ENDOCRINO**

Existen tres tipos de comunicación celular: las neuronas, las células neuroendocrinas y las células endocrinas.

Los centros sexuales hipotálamicos reciben las informaciones nerviosas centrales en forma de secreción neural: neurohumor, las convierten en secreción neurohormonal, típica para las células neuroendocrinas hipotálamicas.

Las neurohormonas penetran en la circulación influyendo en las células endocrinas cambiando cualitativamente a secreción hormonal. La diferencia fundamental en la transmisión de las señales entre la función Neurohumoral y Neurohormonal, se da por el modo anatómico del transporte de la señal: la secreción neurohormonal se contacta solo con un número limitado de células liberándose de la neurona presináptica, mientras que las neurohormonas se distribuyen a través del sistema circular, influyendo en varias células corporales.

## MECANISMO DE ACCION-ESTIMULOS

Externamente: El medio ambiente y órganos de los sentidos.

Internamente: Sistema vegetativo, hipofisis ovario, glándulas supra-renales, glándula tiroidea.

Estimulan Axones (secreción neural o neurohumor) hipotalamicos de la eminencia media poniendo en libertad factores de liberación en los vasos portales. Estos factores (deliberación) o secreción neurohormonal típicas para las células neuroendocrinas hipotalamicas.

Las neurohormonas penetran en la circulación, influyendo en las células endocrinas cambiando cualitativamente en secreción hormonal.

### FACTORES DE LIBERACION:

En los nucleos hipotalamicos que se ponen en contacto indirecto con la adenohipofisis, se forman varios tipos de hormonas llamadas neurohormonas y se dividen en:

1. Las hormonas o factores de liberación (RH o RF) en un lado y factores de inhibición en el lado opuesto.

2. Las hormonas de la neurohipofisis.

Las neurohormonas son en general de naturaleza péptica y a diferencia de los neurotransmisores (Axones) se forman en aquellas células neurales del hipotalamo, que además de su función neural (emisión y propagación de los impulsos nerviosos) poseen también características endocrinas (síntesis y segregación de hormonas).

En resumen estas sustancias se forman en determinadas partes del SNC concretamente en el hipotalamo, influyendo directamente en la función de la adenohipofisis.

Desde el punto de vista de la endocrinología reproductiva tienen su significación el factor de liberación de la LH (LH-RH o LH-RF) de la FSH (FSH-RH o FSH-RF) y quizás el factor de inhibición de la prolactina (PRF).

El sitio de función de los factores de liberación o inhibición es la adenohipofisis y dentro de este organo las células específicas responsables por la secreción de las distintas células hipofisarias.

La secreción de los factores de liberación se controla en el organismo por dos caminos: uno de ellos lo representan los neurotransmisores correspondientes, los cuales tanto estimulan como inhiben a las células neurohormonales. El otro se realiza a través del fenómeno del balance y contrabalance (Feedback Mechanism) relacionado con la función retroactiva positiva y negativa de las hormonas esteroides e hipofisarias a través de un sistema específico de peptidasas hipotalámicas dependiendo de los esteroides sexuales.

La sangre del sistema portal hipofisario se pone en contacto con los axones transportadores de la neurohormonas y se enriquece con la neurosecreción correspondiente y penetra en la adenohipofisis, efectuandose la información funcional adenohipofisaria.

## **HIPOFISIS:**

La hipofisis esta formada por la confluencia de dos rudimentos embriológicos primarios, uno de los cuales procede del encéfalo y el otro del epitelio de la cavidad bucal, ambas ectodérmicas, los cuales se convierten respectivamente en neurohipofisis y adenohipofisis que descansan en una depresión del esfenoideas conocida como silla turca. Posee un amplio espectro endocrino y en sus relaciones con el hipotálamo a través de los factores de liberación tiene influencia directa con las glándulas endocrinas.

La hipofisis se divide en: lóbulo anterior o adenohipofisis o intermedio y el lóbulo posterior o neurohipofisis. La adenohipofisis carece de conexiones nerviosas, disponiendo solo de los enlaces vasomotores, dependiendo funcionalmente de un eslabón humoral (vía sanguínea con el hipotálamo).

El lóbulo anterior se compone de la parte distal y la parte tuberal. La parte intermedia ha perdido su significación en los animales superiores, pero tiene un papel en los animales inferiores.

El lóbulo anterior, sobre todo la parte distal, posee una íntima relación con las glándulas endocrinas y por lo tanto, lógicamente también con las gónadas, también esta parte representa la mayor parte del lóbulo anterior.

La parte tuberal forma un saliente en la parte distal que envuelve en forma de semianillo al pedículo nervioso de la neurohipofisis o del lóbulo posterior.

El suministro sanguíneo de la hipofisis es muy complicado, su riego sanguíneo procede de ramas de la carótida interna, unos van a la porción distal y otros van a la eminencia media y se confunden con el sistema PORTAHIPOFISIARIO de gran significancia funcional. Es precisamente en este punto donde se produce la mediación del control de la hipofisis anterior por los factores humorales de inhibición o liberación procedentes del hipotálamo.

### **LA NEUROHIPOFISIS:**

A diferencia de la adenohipofisis esta no es una glándula endocrina sino solo un reservorio de las secreciones específicas hipotalámicas y de donde ellas parten a la circulación sanguínea.

### **HORMONAS DE LA NEUROHIPOFISIS:**

Las hormonas producidas en los núcleos supraóptico y paraventricular del hipotálamo descienden por el axoplasma y quedan depositadas en la neurohipofisis o lóbulo posterior, de esta manera se establece una relación profunda entre el sistema nervioso integrado y los agentes humorales de los órganos endocrinos. Las dos hormonas depositadas son la VASOPRESINA y hormona antidiurética y la OXITOCINA que actúa sobre el músculo liso del útero y glándula mamaria.

### **VASOPRESINA U HORMONA ANTIDIURETICA (ADH)**

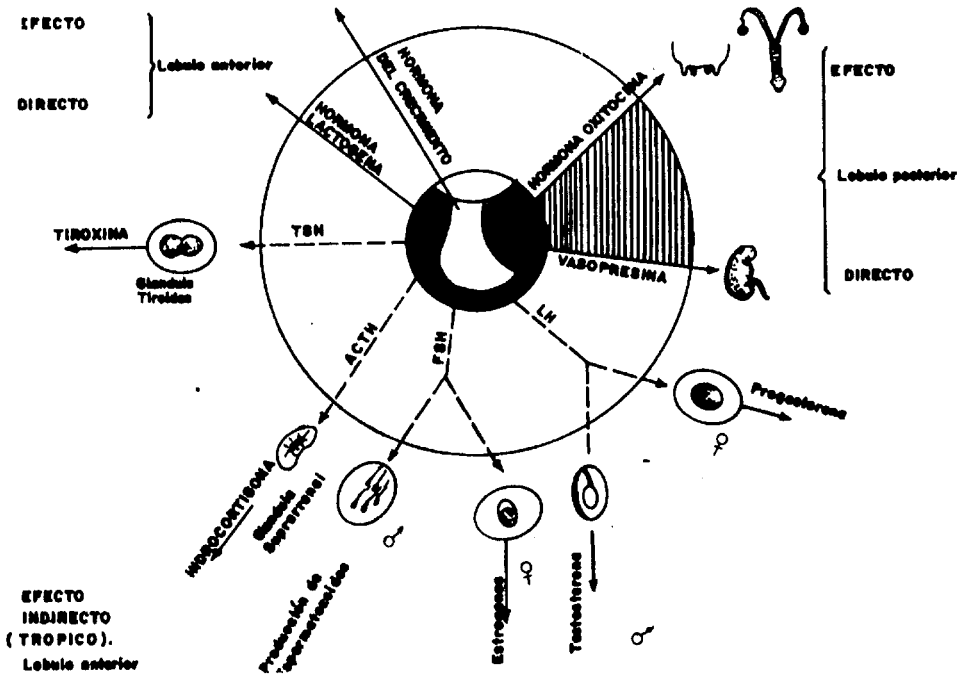
El gasto de vasopresina ADH guarda relación directa con el grado de hidratación del organismo. Mecanismo: La hidratación del cuerpo o la inyección de agua intravenosa que se dirige al hipotálamo inhibe la liberación de ADH, lo que a su vez disminuye la resorción de agua a partir del filtrado glomerular desembarazando así al organismo del exceso de agua. Los líquidos corporales concentrados producen liberación de ADH, mientras que los diluidos la dificultan.

El efecto antidiurético es intenso y la carencia de hormona causa diabetes insípida en el perro y el gato.

**SISTEMA ENDOCRINO**  
**CORTEZA CEREBRAL**  
 ( Influencia de los sentidos )



**HIPOFISIS**



## **OXITOCINA:**

Es muy parecida a la ADH, pero de actividades farmacológicas diferentes u tienen efectos específicos sobre el músculo liso del tero y células mioepiteliales de la glándula mamaria. Acción oxitocica significa "parto rápido".

La oxitocina potencializa el factor luteolítico del endometrio, reduciendo la vida funcional del cuerpo amarillo con la consecuente disminución de segregación de progesterona y aparición precoz del nuevo ciclo estral.

## **ADENOHIPOFISIS O LOBULO ANTERIOR:**

En el lóbulo anterior de la hipofisis y sobre todo la parte distal de este contiene las masas células que producen las siguientes hormonas:

1. Hormonas del crecimiento y somatotrófica: STH
2. Hormona adrenocorticotropa: ACTH
3. Hormona tirotrófina: TSH
4. Hormonas gonadotróficas.
  - 4.1. Hormona folículo estimulante FSH.
  - 4.2. Hormona leuteinizante LH
  - 4.3. Hormona prolactina o lactógena o luteotrófica LTH.

La tirotrófina (TSH), la adrenocorticotropa (ACTH), las gonadotróficas (FSH, LH) poseen efecto indirecto o efecto trópico, o sea que estimulan la secreción de hormonas en otras glándulas.

Las hormonas del crecimiento STH y las hormonas prolactina LTH producen efectos directos en el cuerpo.

Somatotropina STH: Hormona del crecimiento. Esta forma es probable que sea liberada en forma constante durante toda la vida, aunque se sabe que el animal viejo tiene menos somatotropina por unidad de peso corporal.

La somatotropina aumenta los tejidos óseos y blandos del cuerpo, y tiene efecto sobre la lactancia. El crecimiento de los huesos largos continúa mientras no se ocluyan las líneas epifisarias.

LA STH ejerce influencia sobre el metabolismo de las proteínas y muy especialmente en el sentido del aumento de la retención de nitrógeno por el or-

ganismo. La STH aumenta la permeabilidad de las células a los aminoácidos con lo que se favorece la formación de las masas musculares.

La STH es un factor de regulación del metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas.

La STH puede inducir a la lactancia en vacas con tejido glandular bien desarrollado más fácilmente que con la aplicación de la hormona lactógena LTH.

La producción escasa de STH en el animal inmaduro da origen al enanismo y por supuesto a la actividad de otros órganos blancos de la hipófisis (hipotiroidismo, hipogonadismo e hipofunción corticosuprarrenal), la hiperproducción de STH cuando no se han ocluido las líneas epifisarias de los huesos largos se producirá un "gigante".

Si la hiperproducción de STH se da cuando ya se han cerrado las líneas epifisarias se comprueba el engrosamiento de los huesos membranosos y largos del cuerpo, fenómeno conocido con el nombre de "acromegalia".

### **HORMONA TIROTROPICA - TSH:**

Hormona estimulante de la tiroides depende de la estimulación de la TSH.

La función principal de la glándula tiroides consiste en acumular yodo ( $I_2$ ) y fijarlo a la tirosina para formar la hormona tiroidea, y este proceso se halla bajo la influencia de la hormona tirotrópica de la hipófisis (TSH).

Tiroxina: Uno de los efectos más importantes consiste en estimular la utilización de oxígeno y por tanto un incremento en el metabolismo basal.

La tiroxina produce y ejerce acción sobre las mitocondrias y por lo tanto aumento de la permeabilidad de la membrana mitocondrial, lo que facilita la recreación de la fosforilación.

La tiroidectomía y la carencia de tiroxina dificulta el crecimiento normal de las crías y en las hembras no se observa nunca estro externo ni en los machos libido.

## **HORMONA ADRENOCORTICOTROPICA (ACTH)**

La regulación del gasto de ACTH se halla íntimamente asociado con el hipotálamo y existe un servomecanismo idéntico por su importancia al involucrado en la función tiroidea. En este caso los esteroides adrenales actúan sobre el hipotálamo e influyen en la cantidad de "factor de liberación de corticotropina" (CRF) elaborado.

Las situaciones fisiológicas primaria de ACTH radica en estimular la secreción especialmente de cortisol, corticosterona a ambos por parte de la corteza suprarrenal.

La acción específica de la ACTH en la glándula suprarrenal consiste en estimular la actividad de la fosforilasa, lo que desencadena una serie de reacciones catalizadas por enzimas que llevan a la producción de energía para la biogénesis de la corticoides.

## **GONADOTROPINAS HIPOFISIARIAS**

El lóbulo anterior de la hipófisis produce en conjunto tres hormonas gonadotrópicas, las cuales tienen una posición muy importante en la regulación de la actividad de las gónadas de ambos sexos.

La hormona foliculostimulante FSH, la hormona luteinizante LH u hormona estimulante de las células intersticiales (ICSH) en el macho y las hormonas leu-teotrófica LTH o prolactina o lactógena.

## **HORMONA FOLICULO ESTIMULANTE FSH**

Es una glucoproteína; el gasto hipofisiario de FSH se halla bajo control hipotalámico e incluye un mecanismo de retroalimentación en el que participan las hormonas gonadas, el medio ambiente, las estaciones y la duración de los días; informan al hipotálamo (SNC) mediadas por los receptores como el ojo el olfato influyendo sobre el gasto de FSH.

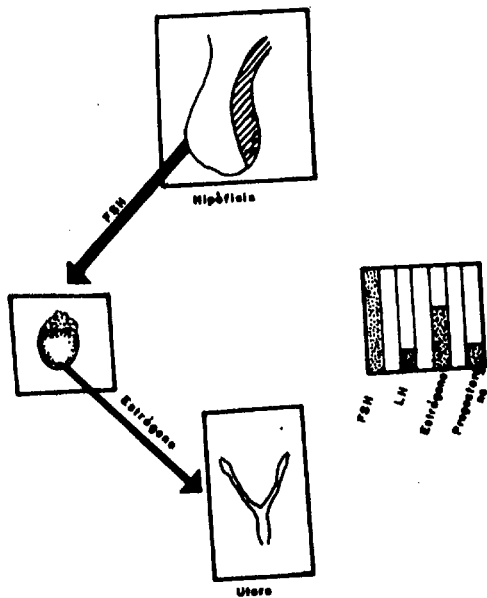
El efecto fisiológico es estimular la formación de los folículos como factor l o prolan A. Esta hormona por si sola no puede cumplir la tarea de maduración folicular ni el aumento máximo de la secreción folicular, sino que requiere la colaboración de la hormona luteinizante. Para la función sinérgica correcta de ambas hormonas gonadotróficas se hace necesaria la ayuda de las hormonas

ovaricas (estrógeno y progesterona), las cuales después de alcanzar un cierto nivel en la sangre influyen en la actividad de los centros superiores por las funciones retroactivas positivas y negativas, en el macho la FSH tiene efecto sobre los tubulos seminíferos y conduce a espermatogénesis siempre que haya ocurrido producción de andrógenos por parte de las células de Leydig.

## HORMONA LUTEINIZANTE (LH) O ESTIMULANTE DE LAS CELULAS INTERSTICIALES (ICSH)

Las hormonas estimulante de las células intersticiales (ICSH) y la hormona luteinizante (LH) es la misma y el nombre tan solo refleja el sexo del animal en cuestión. También se denomina factor II y prolán B.

La LH es una glicoproteína; diferenciándose de la FSH en que la actividad biológica está representada por la fracción glucósida, no influye en la actividad biológica.



Proestro, Debido a la influencia de la FSH el ovario forma un folículo De Graaf, que secreta estrógeno. El estrógeno hace que aumente la vacuación del útero.

Fuente: Farmacología y Terapéutica veterinaria J.S. Spinell.

Desde el punto de vista funcional se encadena la LH a la actividad de la FSH y en su colaboración se realiza la maduración final del folículo de De Graff, secreción alta de foliculina, estrógenos y ovulación siempre y cuando haya actuado la hormona folículo estimulante; finalmente interviene en la formación del cuerpo amarillo. La actividad del cuerpo amarillo o cuerpo luteo es dirigida en algunos animales por otro factor hipofisiario, la hormona luteotrófica (LTH) lactógena o prolactina.

En el macho la LH es un estimulante de las células intersticiales, actúa directamente sobre las células testiculares de Leydig y da origen a la producción de testosterona, que actúa en todo el organismo y en consecuencia también sobre los tubulos seminíferos.

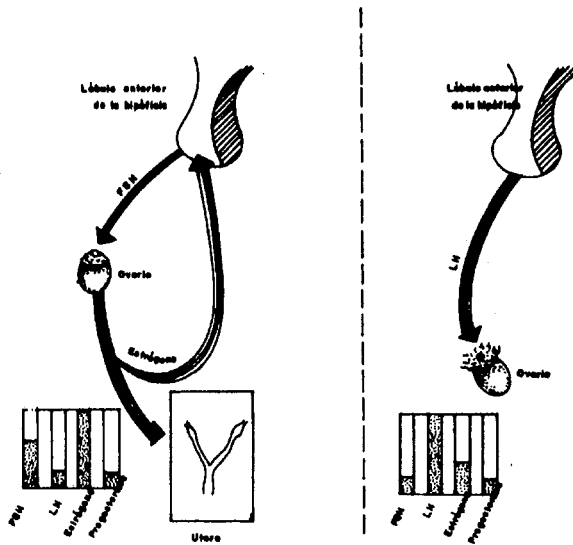
### **HORMONA LUTEOTROPICA, LTH, LACTOGENA O PROLACTINA**

La hormona luteotropina se haya actualmente bajo la consideración en cuanto a su función fisiológica se refiere. Se supone que esta hormona regula la actividad del cuerpo amarillo en algunos tipos de animales, estimulando la producción de progesterona. La actividad luteotrófica no ha sido comprobada en la vaca y cerda, funcionalmente en animales de laboratorio y oveja, en el ganado vacuno se comprobó que la función luteotrófica está representada por la LH y también por la gonatrofina corionica (HCG). Respecto a otras funciones la LTH posee influencia en el metabolismo general y directamente en colaboración con los estrógenos en el parenquima de la ubre; coincide también con el instinto maternal. En las aves esta hormona estimula la función del buche y también del tracto digestivo. No se conoce bien la regulación de sus efectos y su gusto.

### **HORMONAS OVARICAS**

La actividad de los ovarios depende completamente de la función de los órganos superiores, sobre todo de la actividad de la hipófisis y del hipotálamo. El ovario por un lado cumple la función gametoégnica produciendo los óvulos y por otro lado la función endocrina.

La función incretoria del ovario está representada por la producción de tres sustancias hormonales, de las cuales dos son esteroides (estrógenos y progesterona) y la tercera la Relaxina que tiene una estructura polipeptídica, además produce otros esteroides andrógenos y corticoesteroides.



Estro. En la fase temprana del estro (izquierda), el folículo madura debido a la influencia de la FSH. Las altas concentraciones de estrógeno hacen que la hembra sea receptiva a la inseminación y causan cambios uterinos. El útero se hace muy vascular, crece la mucosa y aumentan las cantidades del moco uterino y del vaginal. Las altas concentraciones de estrógeno bloquean la liberación adicional de FSH. En la mayor parte de las especies, durante la parte tardía del estro (derecha), ocurre aumento repentino de la LH, que secreta la hipófisis, lo que causa ovulación.

Fuente: Farmacología y Terapéutica veterinaria J.S. Spinell.

**Estrógenos:** Los estrógenos son segregados por la teca interna y las células de la granulosa del folículo de De Graff. El cuerpo amarillo es también fuente de estrógenos. Por difusión penetran en la sangre y en el líquido folicular que es más o menos activo estrogénicamente.

En los mamíferos existen varios tipos de estrógenos, de los cuales los más conocidos son: ESTRADIOL, 17 betaestron estriol, 16 apiestrol, 16 hydroxiestriol, equilina, equilenina e hipulina.

El ovario segrega dos tipos de estrogénos: 17 betaestradiol y estron.

Se ha demostrado que el precursor de la hormona esteroides es el acetato y luego el colesterol. La formación de los estrógenos no está limitada solo al folículo ovarico, puede originarse en cierta cantidad tanto en el cuerpo amarillo, en las glándulas suprarrenales y en los testículos, especialmente en el cerdo.

En el sistema sanguíneo no circulan solamente los estrógenos libres, ya que

en su mayor parte se fijan a las proteínas (estropoteínas), las cuales tienen una importancia muy grande en lo que se refiere al transporte y a la actividad de ellos mismos. Los estrógenos no se almacenan sino que se eliminan rápidamente por la orina o por las heces o se desactivan biológicamente.

La liberación de los estrógenos del folículo se produce bajo el control del hipotálamo y de las gonadotropinas hipofisarias.

Los estrógenos se forman en el ovario y controlan por mediación del hipotálamo (influencia central) la actividad de la hipófisis con ayuda del mecanismo de retroacciones positivas y negativas, donde son muy activos, controlando perfectamente el transcurso del ciclo estral.

### **ACCION DE LOS ESTROGENOS**

- Efecto anabólico proteínico cuando se administran pequeñas cantidades de un estrógeno no esteroide sintético dietilestilbestrol, para engorde de bovinos.

- Aumentar la capacidad de utilización de los nutrientes.

- Aumentar la anabolía proteínica y la retención de agua por el organismo.

Inhibir el crecimiento de los huesos y favorecer la osificación de las líneas epifisarias y por esto cesa el crecimiento de las hembras después de la pubertad.

- Los estrógenos son hormonas epiteliótropicas ya que favorecen la estimulación vascular y la salud general del tegumento y a esto se debe que la piel de la hembra sea más blanda, fina y exuberante que la del macho.

- Los estrógenos son hormonas mitógenas, lo cual estimula el crecimiento de las glándulas en tubo recto del aparato genital, especialmente el útero.

- Los estrógenos producen también cornificación vaginal.

- Los estrógenos en altas dosis inhibe el gasto de gonadotropinas hipofisarias, pueden inducir hipofisectomía funcional y bloquear la liberación de FSH y del crecimiento folicular.

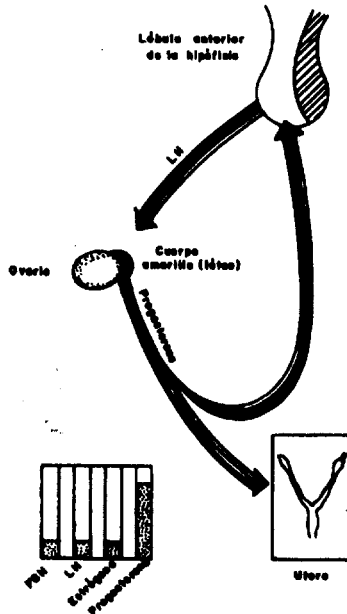
- En dosis moderadas similares a los niveles durante el estro favorecen el gasto de LH.
  - Los estrógenos son hormonas del crecimiento del aparato reproductor, sobretudo del miometrio, epitelio genital y sistema vascular:
  - Psíquicamente los estrógenos afectan el S.N.C. y causan aparición de receptividad sexual en casi todas las especies.
  - Los efectos de los estrógenos sobre los órganos reproductores de la hembra consisten primero en hipertrofia: hinchazón de la vulva y aumento de la consistencia del útero.
  - El miometrio sensibilizado por los estrógenos se torna muy sensible a oxitocina.
  - Los cambios morfológicos más prominentes durante el ciclo estral con relación a los estrógenos radican en el endometrio y glándulas asociadas. Los conductos glandulares crecen hacia el interior y secretan líquido seroso que fluye profusamente.
  - Los estrógenos influyen en los signos sexuales secundarios e influyen proliferativamente en los órganos tubulares de la hembra lo que antecede a la fase progestativa necesaria para la nidación del óvulo fecundado y además de los cambios en el parenquima de la ubre, influyen en la libido sexual aumentándola durante el celo.
- Progesterona: el segundo tipo de secreción está representada por los progestagenos, de ellos se señala la progesterona, hormona del cuerpo amarillo y de modo similar a los estrógenos en los testículos y glándulas suprarrenales. En su síntesis participan las vitaminas A, C, y E. La mayor cantidad de esta hormona se encuentra en el cuerpo amarillo. La biosíntesis de la progesterona es similar a la de los demás esteroides sexuales. Anímicamente la progesterona es un cepto esteroide. la progesterona tampoco se acumula en el organismo y se elimina rápidamente.

## **FUNCIONES DE LA PROGESTERONA**

La función de la progesterona está ligada a la de los estrógenos, aunque

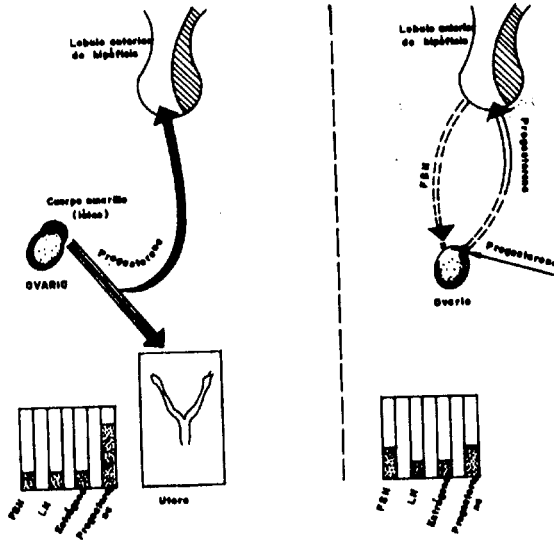
mientras los estrógenos inician el proceso de crecimiento de los órganos tubulares, los progestagenos provocan la diferenciación de los tejidos, y de este modo la progesterona transforma la fase proliferativa en secretora, inhibe la actividad del miometrio, mucifica el epitelio de la vagina, induce al desarrollo del sistema alveolar de la mama, funciona como custodia de la gestación, condiciona el desarrollo de la placenta, influye en el instinto maternal, suprimiendo la secreción gonadotrofica, imposibilitando la maduración de los folículos y la ovulación.

La regulación de la secreción de la progesterona no está todavía aclarada completamente y parece que la producción de ella está dirigida por la LTH en algunos animales aunque en otros no se ha podido comprobar.



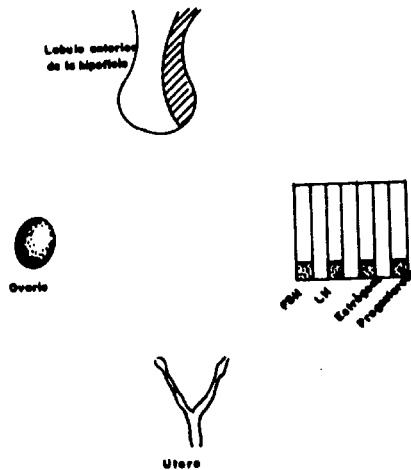
**Metaestro.** La secreción continua de LH en el lóbulo anterior de la hipófisis causa la formación del cuerpo lúteo en el ovario. El cuerpo lúteo produce progesterona, que hace que el lúteo se prepare para la implantación del óvulo fertilizado. La progesterona también inhibe la liberación de FSH en el lóbulo anterior de la hipófisis.

Fuente: Farmacología y Terapéutica veterinaria J.S. Spinell.



Diestro. En la fase temprana del diestro (izquierda), la actividad hipofisiaria es baja. El cuerpo lúteo sigue produciendo progesterona, lo que inhibe la secreción de FSH y LH. El útero está listo para aceptar al óvulo fertilizado. En el diestro Tardío (derecha), de algunas especies, las prostaglandinas hacen que se encoja. A medida que disminuye la producción de progesterona, el lóbulo anterior de la hipófisis secreta FSH, y en el animal se avecina el proestro de un nuevo ciclo sexual.

Fuente: Farmacología y Terapéutica veterinaria J.S. Spinell.



Anestro. Durante el anestro, casi no existe producción de gonadotropinas en el lóbulo anterior de la hipófisis, y el ovario y el útero están inactivos.

Fuente: Farmacología y Terapéutica veterinaria J.S. Spinell.

El folículo en maduración produce un cierto nivel de progesterona. La segregación ascendente de progesterona antes de la ovulación juega un papel importante en el mecanismo de liberación de LH.

Pequeñas dosis de progesterona en el inicio del celo influye positivamente en las funciones sexuales, altas dosis actúan en forma negativa, inhibiéndolas. La progesterona sirve para sincronizar el celo.

## **LA RELAXINA**

Es la tercera hormona ovarica y segunda del cuerpo amarillo. La mayor cantidad de esta hormona se encuentra en los ovarios de las ratas y cerdas gestantes.

La Relaxina fue encontrada especialmente durante la gestación y se supone que se produce también en la placenta, aumentando con el avance de la gestación y llega a su nivel máximo durante el último tercio de la misma.

## **FUNCIONES DE LA RELAXINA**

La actividad de la relaxina se relaciona con la presencia de estrógenos y coincide con el relajamiento del cuello uterino y del tejido pelviano alrededor del parto.

Esta hormona tiene parecido comprobado con la hormona melanofora y se cree que puede sustituir a esta hormona hipofisaria. Produce grandes cambios en la sínfisis pelviana (símfisis) en la cobaya.

La acción biológica de la Relaxina no se limita a los órganos genitales sino que tiene relación con el desarrollo de los conductos tubulares y porciones terminales de la ubre. En ovejas se encontró una acción potencial con la función de la oxitocina.

## **GONADOTROFINAS EXTRAHIPOFISIARIAS**

Las gonadotrofinas que no proceden de la hipófisis constituyen una rareza biológica y se les considera como hormonas parecidas a las de la hipófisis anterior. Estas hormonas se identifican como gonadotrofina de la sangre de la yegua preñada y se identifica como PMSG y gonadotrofina corionica de la orina de la mujer embarazada identificada como GC.

La gonadotropina serica PMSG aparece en la sangre de la yegua preñada muy temprano después de la concepción, y a los 35-40 días de la gestación se puede comprobar biológicamente.

La gonadotropina corionica (HCG) es producida por la placenta de la mujer embarazada y por las masas sincitiales de las vellosidades del corión (citotrofoblasto) y aparece en la sangre y se elimina por la orina en grandes cantidades, pudiéndose comprobar a los 16 días de gestación. Estos dos factores gonadotropicos se diferencian mucho tanto químicamente como fisiológicamente.

### **ACCION DE ESTAS HORMONAS**

La PMSG tiene una acción fólculo estimulante de la hipofisis, pero también tiene algunas acciones similares a las de la hormona hipofisaria luteinizante. El período de acción de esta hormona es bastante prolongado debido a que no pasa el filtro renal y permanece en la circulación del animal inyectado o en la sangre de la yegua preñada. En el propio cuerpo de la yegua actúa sobre los ovarios maternos y da origen a desarrollo folicular y finalmente a ovulaciones múltiples, aunque el animal se encuentre ya en estado de gestación. Esto conduce a la formación de gran número de cuerpos luteos.

Estos cuerpos luteos auxiliares aditivos, sustituyen la función del cuerpo amarillo original de la preñez que en la yegua está desapareciendo después de pasado el primer mes de la gestación y por supuesto a través de este proceso de autoabastecimiento gonadotrofico puede permanecer también la preñez. Después de pasados 150 días de gestación en la yegua, en el ovario de esta desaparece este fenómeno aditivo; los ovarios disminuyen su volumen de tal manera que poseen un tamaño más pequeño que el del feto femenino y se responsabiliza de la función endocrina la placenta durante el resto de la gestación.

Las gónadas del feto son así mismo estimuladas ya que la hormona se filtra a través de la placenta a partir del organismo materno.

la administración de esta hormona estimula la actividad de ovarios inactivos que permanecen en estado de latencia funcional por razones diversas.

Se debe proceder con cautela en el uso de esta hormona, puesto que el sue-

ro de yegua es una proteína extraña para otras especies y en consecuencia puede desencadenar reacciones antigénico-anticuerpo.

La administración repetida de esta hormona es causa a veces de choque anafiláctico.

La HCG tiene una acción luteinizante, como inducir ovulación en presencia de un folículo maduro, la HCG estimula las células de Leydig cuando es necesario aumentar la producción de andrógenos. En el transcurso de la preñez estimula el cuerpo amarillo de gestación a la formación de progesterona.

## **RELACIONES ENTRE GONADAS E HIPOFISIS ANTERIOR**

Los órganos receptivos primarios de la gonadotropinas hipofisarias son el ovario y el testículo.

En el macho está implicadas en el desarrollo y función hormonal del testículo FSH y LH y los andrógenos.

La hormona LH estimula las células intersticiales para producir andrógenos, mientras que a la FSH le incumbe la función tubular (tubulos seminíferos) el crecimiento y desarrollo de los folículos ováricos en los mamíferos depende de la FSH, pero la LH es esencial para la maduración de los mismos. Tanto la FSH y la LH son indispensables para la síntesis de los estrógenos. La evaluación de los estrógenos suprime la liberación de la FSH y propicia la de LH.

Esta última hormona purificada no ejerce efectos visibles por sí misma sobre el crecimiento de los folículos ováricos. En consecuencia queda establecido que la FSH estimula el crecimiento del ovario y la maduración folicular, mientras que la LH es esencial en la mayor parte de las especies para la síntesis de estrógenos y para la ovulación y además inicia en algunas especies el desarrollo del cuerpo lúteo.

FSH y LH son secretadas continuamente por la hipófisis anterior durante toda la duración del ciclo estral. Los estrógenos disminuyen la secreción de FSH por parte de la hipófisis anterior.

## **PROSTAGLANDINAS**

Son ácidos grasos naturales que se encuentran en los tejidos de muchas especies de animales, producen variedad de actividades fisiológicas en el cuerpo. Por ser descubiertas por primera vez en la glándula prostática llevan el nombre de prostaglandinas. Existen tres grupos y son la PGE, PGF Y PGA. Su acción biológica es totalmente multifactorial.

La prostaglandina F aumenta la motilidad del útero, mientras que la E hace lo contrario. En general, las prostaglandinas se descomponen rápidamente en el cuerpo y su efecto queda limitado localmente.

La prostaglandina F tiene estrechas relaciones con los procesos reproductivos, induciendo la regresión precoz del cuerpo amarillo, efecto luterolítico; por lo tanto la PGF<sub>2d</sub> se usa para la sincronización del celo, de los partos, en este último provocando la expulsión del feto. Sirve también para evacuar el contenido uterino en piometras momificaciones y en la terapéutica del anestro postpartal.

Además de su acción en el aparato reproductivo se estudia a las prostaglandinas como inhibidoras de las secreciones gástricas ácidas, broncodilatadoras, en la prevención de la adherencia de plaquetas en la coagulación sanguínea, en los trastornos inflamatorios y en las anomalías circulatorias.

## **FEROMONAS**

En el proceso de la regulación de las funciones sexuales intervienen secreciones producidas en el transcurso del aumento de la libido sexual atrayendo a ambos sexos de la misma especie animal e intensifican los fenómenos sexuales para poder realizar la copula y la propia reproducción y se designan con el nombre de feromonas.

Según el tipo de atracción feromonal se dividen los animales en tres grupos principales:

El segundo abarca aquellas especies en las cuales el olor sexual del macho irrita a las hembras en celo. (Cerde, cabra y gata).

El tercero reúne ambos sexos cuyo olor es atrayente bilateralmente (elefante).

El origen y características químicas de las feromonas son objeto de estudio intensivo actual. En ambos sexos se encuentra una serie de glándulas apocrinas que denominadas por las hormonas sexuales sirven como fuente principal de feromonas, los órganos más importantes donde se producen las feromonas están en: el prepucio y las glándulas anales, principalmente la vagina y el cuello uterino que a la vez marcan la orina o las heces fecales, funcionando estos excrementos como portaféromonas.

### **GLANDULA PINEAL (EPIFISIS)**

La glándula pineal tiene origen de una evaginación neuroepitelial que se proyecta del techo del diencefalo. Esta glándula ha sufrido cambios en los vertebrados que evolucionaron de anfibios o mamíferos. En anfibios es fotorreceptora y envía información al cerebro; en mamíferos es un órgano endocrino, el cual a pesar de su derivación del techo del diencefalo no tiene conexión directa con el S.N.C. El metabolismo de la pineal se controla por la luz ambiental y lógicamente involucra al ojo y el nervio óptico. No se ha determinado la vía que toman los impulsos luminosos de la glándula y entre la inervación óptica y la médula espinal. El neurotransmisor liberado del axón simpático posganglional es la noradrenalina.

Las células pineales o pinelocitos captan un aminoácido, el triptófano de la circulación y una enzima catalizada su hidroxilación y una segunda enzima lo descarboxila hasta convertirlo en serotonina.

#### **Función:**

La piel de las ranas y de los renacuajos se decoloran cuando se alimentan con extractos de glándulas pineales bovinas y el principio de la decoloración epitelial en los extractos pineales es la melatonina.

La melatonina no tiene sobre los melanocitos causantes de la pigmentación en la piel de los mamíferos; sin embargo no sorprende que muchos animales dependan de cambios en la fotoperiodicidad para la inducción del período de apareamiento. Los cambios estacionales y la duración fotoperiódica son absolutamente reproducibles y posiblemente ha sido así por muchos años.

Los animales tienen mecanismos que han evolucionado para que este ciclo altamente regulable pueda utilizar la señal de los períodos de competencia e incompetencia reproductora y puedan organizarse en el momento que les

permite tener a su cría en época seca.

Los niveles de melatonina son elevados durante los periodos de oscuridad y bajos durante los periodos luminosos.

Los animales que se reproducen en los días largos, la oscuridad continua provoca atrofia de las gónadas, este efecto se bloquea al estirpar la pinal. Lo anterior conduce a entender que la melatonina es antigonadotropica; de los animales que se cruzan en días largos, las investigaciones aportan que la melatonina inhibe la reproducción. Los animales que se reproducen en los días cortos (boregos) se postula que la melatonina posiblemente estimula los procesos reproductores. La hormona melatonina es antigonadotropica en roedores, se desconoce su función en los animales domésticos.

## **REGULACION DE LAS FUNCIONES SEXUALES DEL MACHO**

En la hembra la regulación de las funciones sexuales está bien aclarada en cambio en el macho no se han aclarado bien algunos aspectos. Las hormonas testiculares están representadas por los andrógenos, sin embargo los testiculos producen también estrógenos cuya función no está bien definida y la inhibina que controla la secreción de FSH y probablemente de LH.

Bajo la influencia de los estímulos hipotalámicos específicos el lóbulo anterior de la hipófisis produce dos hormonas gonadotróficas: FSH y LH que tienen gran significancia para el desarrollo y funcionamiento de los testiculos. Estas gonadotropinas actúan sobre las estructuras testiculares, células de Leydig o intersticiales que se encuentran en el parénquima testicular entre los tubos seminíferos, las cuales estimuladas por la LH producen testosterona.

Las células germinales y células de Sertoli (células de nutrición) que bajo la acción de la FSH producen proteína fijadora de andrógenos e inhibina, de esta forma rigen dos actividades fundamentales del testículo:

a) función endocrina (células de Leydig y de Sertoli) y función exocrina producción de gametos (epitelio germinal).

La pubertad de los bovinos machos a diferencia de lo que ocurre en las hembras no está condicionada por la desensibilización del hipotálamo en relación a la interacción entre testosterona y LH ya que los niveles de LH desde el nacimiento a la maduración no varían, pero si los de FSH y testosterona que mues-

tran un ascenso paulatino hasta la madurez sexual.

Las células de leydig por estímulo de LH secreta testosterona que entra en las células de sertoli donde es convertida en 17 beta estradiol por influencia de la FSH. La función fisiológica de los estrógenos del testículo no es completamente conocida y probablemente:

a) Junto con la testosterona interviene en el mecanismo de retroalimentación que regula la secreción de gonadotropinas;

b) A nivel local actúa en los tubos seminíferos para regular la espermiogénesis y él ejerce un efecto regulador local sobre el metabolismo de las células intersticiales.

El sistema testosterona-estradiol puede ser un sistema mensajero intratesticular que opera entre las células de leydig y sertoli.

La LH estimula la producción de andrógenos por las células de leydig y la FSH estimula la producción de proteínas portadoras de androgenos (PPA) por las células de sertoli, lo que provoca la acumulación de andrógenos en los tubulos seminíferos.

### **SECUENCIA EN EL CONTROL HORMONAL DE LA ESPERMIOGÉNESIS EN EL TORO**

1) La LH actúa en la pubertad sobre las células de leydig para producir andrógenos.

2) Los andrógenos actúan localmente iniciando precozmente la espermiogénesis. Posiblemente en unión con la FSH.

3) La FSH estimula la espermiogénesis y en presencia de andrógenos completa la producción de espermatozoides.

4) La continuación del proceso espermiogénético es mantenido por un balance recíproco entre la FSH y la LH y las hormonas testiculares, andrógenos y estrógenos.

5) Los andrógenos mediante su acción sobre el aparato masculino contribuyen a mantener las condiciones óptimas para el espermiogénesis, el transporte de espermatozoides y el depósito del semen cerca del sitio de fertilización de la hembra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bearden H. Joe; Fuquay, John. Reproducción Animal Aplicada. Editorial El Manual Moderno. México. 1982.
2. Beck, T.W. and Reeves, J.J. 1973. Serum luteinizing hormone (LH) in ewes treated with various dosages of 17 beta estradiol at three stages of the anestrus season. *Journal Animal Sci.* 36, 566.
3. Benesch, Franz. Obstetricia y ginecología veterinarias. Editorial Labor S.A. México 1965.
4. Bosnsma, Jan. Livestock production a global approach. South Africa.
5. Hafez. E.S. Reproducción e inseminación artificial en animales. Escuela de Medicina Wayne State University. Editorial Interamericana. México D.F. 1985.
6. Hawk, H.W. and Cooper, B.S. 1977. Sperm transport into the cervix of the ewe after regulation of estrus with prostaglandin or progesterone *Journal Animal Sci.* 44:638.
7. Kittock, R.J.; Britt, J.H. and Convey, E. N. 1973. Endocrine response after GnRh in luteal phase cows and with ovarian follicular cysts. *Journal Animal Sci.* 37:985.
8. Lubos, Holy. Bases biológicas de la reproducción bovina. Editorial Diana Primera edición. México. 1983.
9. McDonald, L.E. Reproducción y endocrinología veterinarias. Editorial Interamericana S.A. México. 1969.
10. Oliver, C. Mical, R. and Porter, J.C. 1977. Hypothalamic-pituitary vasculature. Evidence for retrograde blood flow in the pituitary stalk. *Endocrinology* 101:598.
11. Phillips, Patrick and Murphy, Clifton. Embryo transfers. Rapid progesterone enzyme immunoassay as a management tool in embryo transfer. University of Missouri. 1985.
12. Pool, Stephen H. Reproducción Animal Science Department. Louisiana State University. Baton Rouge 1987.
13. Bearden H, Joe; John. Reproducción Animal Aplicada. Editorial El Manual Moderno. México. 1982.
14. Beck, T.W. and Reeves, J.J. 1973. Serum luteinizing hormone (LH) in ewes treated with various dosages of 17 beta estradiol at three stages of the anestrus season. *Journal Animal Sci.* 36, 566.
15. Benesch, Franz. Obstetricia y ginecología veterinarias. Editorial Labor S.A. México. 1965.

16. Bosnsma, Jan. Livestock production a global approach. South Africa. 1980.
17. Hafez, E.S. Reproducción e inseminación artificial en animales. Escuela de Medicina Wayne State University. Editorial Interamericana. México.
18. Hawk, H.W. and Cooper, B.S. 1977. Sperm transport into the cervix of the ewe after regulation of estrus with prostaglandin or progesterone. *Journal Animal Sci.* 44:638.
19. Kittock, R.J.; Britt, J.H. and Convey, E.N. 1973. Endocrine response after GnRh in luteal phase cows and cows with ovarian follicular cysts. *Journal Animal Sci.* 37:985.
20. Lubos, Holy. Bases biológicas de la reproducción bovina. Editorial Diana Primera edición. México 1983.
21. Mc Donald, L.E. Reproducción y endocrinología veterinarias. Editorial Interamericana S.A. México 1969.
22. Oliver, C. Mical, R. and Porter, J.C. 1977. Hypothalamic-pituitary vasculature. Evidence for retrograde blood flow in the pituitary stalk. *Endocrinology.* 101: 598
23. Phillips, Patrick and Murphy, Clifton. Embryo transfers. Rapid progesterone enzyme immunoassay as a management tool in embryo transfer. University of Missouri. 1985.
24. Pool, Stephen H. Reproducción Animal Science Department. Louisiana State University Baton Rouge. 1987.