

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA SINCRONIZACION  
DE ESTROS E INSEMINACION ARTIFICIAL  
EN CERDAS

TRABAJO PRACTICO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA  
ROGELIO TREVIÑO LEDEZMA

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1980

040.636  
FA 26  
1980  
C.5

T  
SF39  
.M6  
T7  
C.1

040.  
PA 20  
1980  
0.5



1080063216

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



INVENTARIADO  
AUDITORIA  
U. A. N. L.

ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA SINCRONIZACION  
DE ESTROS E INSEMINACION ARTIFICIAL  
EN CERDAS

TRABAJO PRACTICO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA  
PRESENTA  
ROGELIO TREVIÑO LEDEZMA

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1980

000892 

T  
SF396  
.M6  
T7

040.636  
FA26  
1980  
5



*A la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.*

*Por darme esta hermosa y noble  
carrera y de la cual siempre  
estaré orgulloso.*

**INVENTARIADO  
AUDITORIA  
U. A. N. L**



*A mi Asesor:*

*Ing. Oscar González P.*

*Con agradecimiento, por su  
valiosa colaboración, aten-  
ción y gran apoyo para la  
realización de este trabajo.*

# I N D I C E

PAGINA

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	HORMONAS QUE INTERVIENEN EN LA REPRODUCCION	
	1. Clasificación de Hormonas.....	3
	2. Hormona Folículo Estimulante.....	4
	3. Hormona Luteinizante.....	5
	4. Estrógenos.....	6
	5. Progesterona.....	8
	6. Progestágenos.....	9
III.	CICLO ESTRUAL U OVARICO DE LA CERDA	
	1. Proestro o Proestrus.....	14
	2. Estro u Oestrus.....	16
	3. Metaestro o Metoestrus.....	22
	4. Diestro o Dioestrus.....	23
IV.	DETERMINACIONES BASICAS PARA LA APLICACION DE LA SINCRONIZACION DE ESTROS.	
	1. Sincronización de Estros.....	27
	2. Experimentos, Resultados y Recomendaciones en la Sincronización de Estros.....	28
	3. Problemas y Desventajas de la Sincronización de Estros.....	38
V.	PRACTICA DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL (I.A.)	
	1. Inseminación Artificial en Cerdas.....	40
	2. Metodología de la Inseminación Artificial.....	42

a) Recolección del Semen.....	42
b) Evaluación del Semen.....	46
c) Manipulación del Semen.....	47
d) Dilución y Almacén.....	47
e) Diluyentes.....	51
f) Conservación del Semen.....	52
g) Momento de la Inseminación.....	53
h) Método de Inseminación.....	55
VI. GRADO DE APROVECHAMIENTO DE EVACULADOS DEL VERRACO EN APAREAMIENTO NATURAL E INSEMINACION ARTIFICIAL.....	57
VII. PUNTOS A RESOLVER PARA ADOPTAR EL USO DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL.....	60
VIII. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSEMINA- CION ARTIFICIAL.....	62
IX. DISCUSION.....	65
X. BIBLIOGRAFIA	

## I. INTRODUCCION

Tomando en cuenta el aumento constante de la población mundial, es necesario aumentar la producción de alimentos de todos los tipos uno de estos es sin duda la carne y los demás productos derivados del cerdo.

-- Dentro de esta industria uno de los aspectos fundamentales es la reproducción, ya que un incremento en el número de partos por año, lechones por parto o, pesos al destete, es vital para la economía de la granja. La programación de cubriciones y la higiene con que se realicen, son la pauta a seguir para alcanzar el éxito.

La finalidad de sincronizar el estro en hatos de cerdas, es con el objeto de cubrir a un número determinado de hembras en un período sumamente corto, concentrando los nacimientos en una época prevista de antemano. Pretendiendo con ello la utilización al máximo de las instalaciones de la granja, la planeación de un trabajo intensivo y sincronizado de los diferentes aspectos que se manejan en una explotación porcina y como consecuencia el abatimiento de los costos de producción.

Sin olvidarnos de la inseminación artificial, ya que esta se basa principalmente en la oportunidad de efectuar el mayor número de cubriciones con sementales de alta gené-

*tica que permita tanto a las grandes explotaciones como a los granjeros modestos obtener mayor producción en su piana.*

## II. HORMONAS QUE INTERVIENEN EN LA REPRODUCCION

Por lo que se refiere a su actividad, las hormonas de la reproducción pueden ser reunidas en tres categorías, no sin antes hacer mención de lo que es una hormona en particular. Para darnos la idea base del origen y su funcionamiento dentro del organismo de los animales domésticos. La hormona es una sustancia química reguladora del funcionamiento del organismo animal, producida por una glándula especializada que tiene la peculiaridad de ejercer su influencia reguladora lejos de la glándula que la produjo. (Alba. 1970).

Es importante para una mejor comprensión agrupar a las hormonas por su función o lugar donde se producen.

A continuación se describen las más importantes:

### 1. CLASIFICACION DE HORMONAS

La hormona de actividad sexual específica: tales como las hormonas hipofisarias; hormona folículo estimulante (HFE), y hormona luteinizante (LH) y sus análogos, suero de yegua preñada (PMS), y hormona gonadotrófica coriónica humana (HGC), las hormonas de origen gonadal: estrógenos, progesterona y derivados de ésta como los progestágenos.

Hormonas hipotalámicas, que incitan y regulan la secreción de hormonas del lóbulo anterior de la hipófisis ex-

ceptuando el PIF (Factor inhibidor de prolactina), que es inhibidor, las otras hormonas hipotalámicas poseen una actividad estimulante; se trata de un grupo de factores hipofisotropos agrupados bajo el nombre de "factores estimulantes"; HFERF, LHRF, CRF, etc.

Y, por último, el normal funcionamiento genital requiere también de un grupo de hormonas que intervienen en el metabolismo general, hormonas tiroideas, córtico-suprarenales, paratiroides, etc.

Además las hormonas pueden situarse en dos grandes grupos de acuerdo con su estructura química; por un lado se encuentran las hormonas esteroideas, y por el otro la hormonas de origen no esteroide. (Derivaux. 1976).

Para el presente trabajo es necesario conocer las principales hormonas que influyen directamente en el aspecto reproductivo, es por eso que en lo sucesivo le daremos énfasis especial a este tipo de hormonas.

## 2. HORMONA FOLICULO ESTIMULANTE (HFE)

El lóbulo anterior de la hipófisis, que se encuentra en la base del cerebro, secreta una hormona llamada Hormona Foliculo Estimulante (HFE), esta pertenece a las hormonas gonadotrópicas, que son las que estimulan las funciones de las glándulas sexuales o gónadas. La acción de la HFE es la de actuar sobre los folículos de Graaf, augmentan

do su tamaño y estimulando la maduración de los óvulos. (Pinheiro. 1973).

La HFE estimula estructuras que se desarrollan en la superficie de los ovarios y alrededor de los óvulos en maduración, estas estructuras se llaman folículos de Graaf. Los folículos se forman conforme va aumentando la cantidad de HFE y se aproxima el momento de liberar el óvulo maduro, sólo reciben estímulo los folículos con mayor desarrollo, y el número característico para cada especie, como ejemplo la cerda desarrolla de 8 a 15 folículos. (Alba. 1970).

Bajo la acción de la HFE, los Folículos de Graaf, que contienen los óvulos se desarrollan y sufren una serie de transformaciones hasta su maduración. (Zert. 1969).

### 3. HORMONA LUTEINIZANTE (LH)

Es también de las hormonas que secreta la hipófisis, y actúa sobre el ovario, regulando el crecimiento y las secreciones en los mamíferos y no parece distinta a la hormona estimulante de la glándula intersticial en los machos. (Zert. 1969).

La hormona luteinizante no sólo es necesaria para que se realice la ovulación, o sea la liberación de los óvulos maduros, sino que también ejerce su función sobre las estructuras que recibieron la influencia de la HFE, provocan

do la transformación de los folículos de Graaf en nuevas glándulas, los cuerpos láteos o amarillos, de ahí obedece su nombre. (Alba. 1970).

Durante la gestación disminuye la cantidad de hormona luteinizante (LH), ya que los cuerpos amarillos se mantienen y se evita la ovulación. (Alba. 1970; Niswender et. al. 1970).

La LH provoca la ruptura de los folículos y el desprendimiento de los óvulos con la formación del cuerpo amarillo o láteo. (Pinheiro. 1973).

#### 4. ESTROGENOS

El crecimiento de los folículos de Graaf coincide con el de mayor cantidad de estrógenos circulantes, culminando esta elevación de estrógenos con el celo, de ahí se cree tengan su origen. (Alba. 1970).

Los estrógenos tienen una acción violenta sobre todo en cerdas primerizas caracterizándose por evacuaciones sanguíneas más o menos abundantes que no constituyen indicio positivo o negativo de fecundación. (Zert. 1969).

Una cantidad importante de hormonas, estrógenos en especial, forman los folículos, hormonas que provocan justamente el estado de celo, así como la proliferación de la mucosa de las trompas y de los cuernos de la vagina, además de otros órganos. (Concellon. 1970).

Del conocimiento actual sobre las funciones de los estrógenos, se pueden resumir los siguientes efectos:

a) Producen el estado de celo o receptividad sexual en la hembra.

b) Provoca crecimiento celular o mitosis, provocando el desarrollo del ovario, útero, glándulas mamarias, tetas, vagina y vulva.

c) Acrecienta en el útero la cantidad de sangre circulante, la retención de agua y el contenido de ácido ribonucleico y proteína.

d) Detienen el crecimiento óseo, provocando el endurecimiento de los puntos de crecimiento de los huesos.

e) Tienen un efecto deprimente sobre las secreciones de la pituitaria. Un exceso de estrógenos puede causar un estado similar a la hipofisectomía. (Alba, 1970).

En sí, la principal función de los estrógenos es la de provocar el celo y su correspondiente estado psicológico. Es responsable del carácter cíclico de las funciones sexuales en la hembra.

Los estrógenos estimulan una mayor vascularización y secreción de líquidos que facilitan el pasaje del espermatozoide para fecundar al óvulo. En la glándula mamaria, el estrógeno provoca la formación de los canales y conduc-

tos para el paso de la leche. (Pinheiro. 1973).

La función general de los estrógenos empieza con la manifestación del celo y acaba con el principio de la gestación. (Flores y Agraz. 1979).

## 5. PROGESTERONA

El papel que desempeña la progesterona a diferentes niveles, tanto en la ovulación, el ciclo estrual y la gestación es el siguiente:

La concentración de progesterona en plasma se eleva durante los 14 ó 15 días del ciclo estrual, después desciende rápidamente en el curso de un período de 48 horas y se mantiene bajo durante cuatro o cinco días hasta la ovulación siguiente. (Pond y Maner. 1976).

La progesterona es una hormona necesaria para sostener la preñez y parece ser, es secretado por el cuerpo amarillo de la gestación y la lactancia. (Alba. 1970).

En el ciclo estrual, el contenido de progesterona de los cuerpos lúteos va en aumento hasta el día catorce aproximadamente, para disminuir después si no ha habido fecundación o persistir si la ha habido. Durante la gestación aumentan los derivados de la progesterona liberados con la orina durante los primeros cincuenta y cuatro días y después van descendiendo hasta el final. (Pond y Maner. 1976).

Además es una hormona del ovario, con funciones endocrinas bien diferenciadas, secretada por los folículos de Graaf cuando estos están ya maduros.

La progesterona desempeña funciones complementarias a la de los estrógenos, sobre diversos órganos, por ejemplo:

- a) Prepara al útero para la recepción del óvulo ya fecundado.
- b) Prepara al epitelio uterino para nutrir al feto.
- c) Forma la placenta.
- d) En la glándula mamaria, completa la organización de secreción a través de la formación de los alvéolos, donde las células epiteliales sintetizan la leche.
- e) Evita el aborto. (Pinheiro. 1973).

La progesterona, inhibe la presentación del estro y por lo tanto, mantiene la preñez. (Flores y Agraz. 1979).

## 6. PROGESTAGENOS

Conviene clasificar a los progestágenos de acuerdo a sus propiedades biológicas, más que su composición química, para evitar confusión, así nombraremos primeramente según los estudios realizados por Ojerarssi en 1954:

- a) Los progestágenos derivados de la testosterona y de acción más o menos virilizante, dentro de los cuales están la etisterona y dimetilsterona que tiene acción biológica,

marcadamente progestacional, pero inferior a la que ejercen los derivados químicos de la progesterona, de ahí su poca importancia en efectos de tratamiento contraceptivo.

b) Overbeeck y Visser en el año de 1961 realizaron investigaciones sobre los progestágenos derivados de la progesterona de acción eminentemente progesteroide y maternal; además descubrieron que algunos de estos son naturales y otros obtenidos por síntesis.

c) Progestágenos no esteroides, en ellos Garrit y Johnson en 1964 descubrieron intensa actividad progestágena y de bloqueo hipofisario. El representante principal es el ICI33828, es un metaliburo conocido también con el nombre de MATCH y es de gran importancia en el tratamiento contraceptivo, particularmente es activo por vía oral, según Gerrits y Johnson en 1965-66.

La actividad antigonadotrópica del ICI33828, se ha revelado muy eficaz. En las cerdas adultas la posología debe de ser más escasa por unidad de peso. (Pérez. 1969).

La actividad antigonadotrópica del ICI33828 (metaliburo) fue observada por primera vez en la rata por Paget et. al. en 1971, posteriormente este estudio conduciría a la aplicación como sincronizador de estro en la cerda. (Derivaux. 1976).

Para controlar o inhibir la función gonadotrópica de

la hipófisis se usan dos tipos de sustancias: las esteroides y las no esteroides. Las primeras son las más utilizadas de preferencia sintéticas, y pueden ser derivadas de la progesterona, de los andrógenos y de los estrógenos, recibiendo el nombre genérico de progestágenos. Su acción la efectúa inhibiendo la acción de las gonadotrópicas de la hipófisis, probablemente por intermedio de los centros nerviosos, impidiendo tanto la ovulación como la presentación de calores mientras se están suministrando, y el desencadenamiento de los mismos cuando se suspende, sobre todo si éstos son inducidos con la aplicación de gonadotrópicas. Su aplicación puede ser parenteral o en el alimento. (Flores y Agraz. 1979).

### III. CICLO ESTRUAL U OVARICO DE LA CERDA

*El ciclo estrual o de celo, es el intervalo comprendido entre el principio de un período de celo y el principio del período del celo siguiente. Este intervalo tiene un promedio de 20 a 21 días, fluctuando la mayor parte de los ciclos entre los 18 y los 23 días. (Cunha, et. al. 1969).*

*En las hembras se desarrollan procesos fisiológicos en los ovarios que tienen relación estrecha con otras partes de los órganos sexuales. A estos procesos que aparecen periódicamente se les conoce como ciclo estrual. (Concellon. 1970).*

*El funcionamiento del sistema reproductivo en la hembra se caracteriza por la presencia de cambios rítmicos en su ciclo reproductivo y comportamiento psicológico. Esta serie de cambios recibe el nombre de ciclo estrual.*

*Este ciclo se repite en forma idéntica varias veces, pero se ve interrumpido por diferentes estados según la especie. Las más importantes de estas interrupciones son la preñez y la lactancia. (Alba. 1970).*

*Al período entre dos ovulaciones o celos se le llama ciclo estrual, este se sucede cada 20 a 22 días y se inte-*

rumpe durante la gestación. Después del destete aparece otro ciclo sexual, pero es ordinario y no utilizable. (Rabanal, et. al. 1972).

Jensen et. al. en 1970 indicaron que la pubertad es el inicio del ciclo estrual, pudiendo aparecer entre los 6 y 7 meses de edad o antes en cerdas con crecimiento rápido. Si se limita el movimiento en cerdas jóvenes que se acercan al final del desarrollo, se puede retrasar por varios días la presentación del primer ciclo estrual y es mayor la incidencia del infantilismo en los órganos genitales.

La consanguinidad también retrasa por varias semanas la presentación del primer ciclo según Warnick en 1951, y también se retrasó al quedar limitado el consumo de alimentos debido a ciertas deficiencias vitamínicas (Vitamina B<sub>12</sub>) según investigaciones realizadas por Johnson et. al. en 1952.

La duración del ciclo estrual se estudia en términos de periodos estruales, ya que es la fase importante al planificar las fechas de cubrición. La duración del ciclo en cerdas jóvenes y adultas (aparición de un celo hasta la presentación del siguiente), tiene un promedio de 21 días (oscilación de 18 a 24 días). (Pond y Maner. 1976).

Se reconocen cuatro fases del ciclo estrual y son las siguientes:

## 1. PROESTRO O PROESTRUS

Se denomina proestro al período que sigue a la desaparición del cuerpo amarillo, durante el cual disminuyen los valores de progesterona, la liberación de HFE estimula el crecimiento del folículo y aumenta los niveles de estrógenos que llevan al estro. El proestro junto con el estro se califican a menudo como fase folicular. (Mc'Donald. 1971).

El proestro tiene una duración aproximada de 24 horas, pero puede llegar a ser de hasta 3 días en las hembras jóvenes. En este período se anuncia ya el celo, propiamente dicho, manifestándose por enrojecimiento e hinchazón de la vulva, así como por un comportamiento alterado de la cerda, buscando contacto por parte del cuidador. (Smidt y Ellen-dorff. 1972).

Bajo el estímulo de la HFE (hormona folículo estimulante) y de la LH (hormona luteinizante), ambas hipofisarias, el ovario produce cantidades crecientes de estrógenos que aumentan de tamaño al útero, vagina, oviductos y folículos ováricos. Esta primera fase estrual es preparadora, durante la cual el folículo, con su óvulo, aumenta de tamaño por haber más líquido cargado de estrógenos en su interior; los estrógenos absorbidos desde los folículos circulantes en la sangre, estimulan la creciente vascularización y el crecimiento celular de los genitales, como preparación del estro y la sucesiva gestación. (Frandsen. 1976).

Al principio del proestro no se nota algún signo exterior especial, es el principio de la fase folicular entre los días 17 1/2 y 20 del ciclo estrual. En esta etapa empieza la regresión de los cuerpos amarillos y la formación de los folículos entre los días 15 y 20, madurando aproximadamente de 6 a 15 folículos. (Zert. 1969).

El período del proestro tiene duración aproximada de 2-3 días y es difícil de establecer; comienza con la aparición casi insensible de la actividad sexual, que en las condiciones prácticas no pueden destacarse más que mediante investigaciones especiales, pero particularmente mediante el estudio de los reflejos condicionados.

En este momento en los órganos sexuales y particularmente en los ovarios, aparecen modificaciones visibles, los folículos comienzan a aumentar de volumen, quedando más salientes sobre la superficie del ovario.

En los órganos sexuales internos, se destaca una hiperemia y ligero edema, y la motricidad de la matriz aumenta al mismo tiempo que la secreción de las glándulas. Por esta razón al finalizar este período y comenzar el celo, puede haber pérdida de sangre, pero esto es muy raro en la cerda y además casi imperceptible. (Concellon. 1970).

En este período la hembra atrae al macho pero no permite que la monte; es la culminación de los preparativos para el celo. (Alba. 1970).

En sí el proestro es el período de maduración folicular o tiempo preparatorio para el celo. (Derivaux. 1976).

Durante el proestro (uno a tres días), las hembras vigilan el acercamiento del verraco, montarán a otras hembras y permitirán ser montadas por cerdas en fase de diestro, no tolerando la monta del verraco. (Pond y Maner. 1976).

## 2. ESTRO U OESTRUS

El período de aceptación del macho es un fenómeno característico de todos los mamíferos que tienen ciclos estruales o menstruales; el estro se caracteriza por mayor excitabilidad nerviosa y actividad según Signoret, et. al. en el año de 1960.

Es indiscutible que el celo es ocasionado por la hormona folicular o estrogénica. En general durante este período la cantidad de estrógenos que aparecen en la orina son mayores que en ninguna otra fase del ciclo estrual según Robinson en 1955. (Alba. 1970).

El estro es el estado del ciclo estrual en el cual el criador percibe los calores en los tres primeros días se maduran los folículos de 6 a 15 y al cuarto día hay ovulación. El estudio del comportamiento de la cerda ha permitido determinar el momento en que acepta al macho; se ha intentado perfeccionar el diagnóstico de celo de las siguientes maneras:

a) Haciendo oír a la cerda una reproducción sonora de los gruñidos emitidos por el verraco en presencia de una hembra en celo.

b) Haciendo sentir el olor de las secreciones prepu-  
ciales del verraco. (Zert. 1969).

El celo o estro es el período en que la hembra acepta al macho. Dura usualmente 2 o 3 días y va acompañado de una inflamación del órgano genital externo o vulva, la hembra sea o no primeriza, tiene un gruñido peculiar. Una persona experimentada puede reconocer, en general, si una hembra está en celo sin tener que recurrir a un verraco. (Cunha, et. al. 1969).

El celo se caracteriza por modificaciones destacadas en el comportamiento de la cerda, que queda presa de una gran agitación sexual.

Al aumentar esta agitación, aparece el reflejo de la inmovilidad, que permite que el acoplamiento sea posible. (Concellon. 1970).

Período de receptividad sexual, así se define al estro, en el cual ocurre ovulación y se inicia la formación del cuerpo amarillo. Al finalizar el estro la LH (hormona luteinizante) y los estrógenos circulantes. Letask en 1889 en Burdeos, fue el primero en establecer relación entre la receptividad sexual, el folículo ovánico y los cambios va-

ginales al examen de frotis. (Mc'Donald. 1971).

En el ciclo estrual, el celo es el resultado de un complejo mecanismo dependiente del ciclo ovárico que provoca una modificación del comportamiento de la cerda y que se manifiesta por una serie de síntomas sexuales (calores) de corta duración y durante los cuales la cerda es apta para la monta. (Rabanal. 1972).

El cerdo es un animal poliéstrico, ocurriendo este fenómeno de forma cíclica en intervalos de 21 días, durando un promedio de 2 días. El celo puede ser detectado aplicando la llamada prueba de "presión dorsal", es decir haciendo una presión firme sobre el dorso. Las cerdas en celo en estas condiciones se mantienen firmes según la llamada respuesta o reflejo de inmovilización. La vulva de la cerda en celo aparece tumefacta, hinchada o inflamada, pese a no haber secreción mucosa como en el caso de las vacas. La cerda muestra a veces un celo a los 2-3 días después del parto, aunque este celo no suele ir acompañado de ovulación. No se cubrirá nunca a la cerda durante este celo prematuro. (Porcírama. 1972).

La falta de celo es el método más empleado para la determinación de la preñez de la cerda. Las cerdas deben cubrirse al primer día de apreciarse el estro o celo, pudiéndose intentar también al segundo si aún admite al macho.

La hembra en celo se muestra intranquila, gruñe, come

poco, monta a las otras cerdas, presenta la vulva hinchada y rojiza segregando por ella un líquido cuyo olor atrae al macho. (Palazón. 1973).

Según Dechambre, en su libro *Le Porc*, el celo aparece del tercero al quinto mes y su duración tiene un término medio de 24 a 48 horas.

El período de celo, o de tiempo durante el cual la hembra acepta al macho dura de 1 a 5 días, con un promedio de 2 a 3 días. En las cerdas maduras se prolonga más que en las jóvenes.

El primer apareamiento de las hembras jóvenes debe tener lugar el primer día del estro, y el de las maduras durante el segundo día. En cada caso, a él ha de seguir, un segundo servicio a las 24 horas. (Ensminger. 1975).

Durante el estro se inflama la vulva y comienza a observarse una descarga vaginal, se observa inquietud y cuando se aplica presión sobre el dorso, el animal queda en pie, rígido y las orejas adquieren un porte característico.

Estos síntomas externos pueden manifestarse durante un período de 3 ó 4 días e incluso más, aunque la hembra aceptará al verraco tan sólo durante dos o tres días. (Pond y Maner. 1976).

El estro trae como consecuencia la presencia de altos niveles de estrógenos circulantes y poco a poco ocurre la

ovulación, provocada por una reducción de los niveles de HFL (hormona folículo estimulante) en la sangre y elevación en las concentraciones de LH (hormona luteinizante).

Poco antes de la ovulación, el folículo es grande e hinchado, con el óvulo incluido sufriendo los cambios propios de la maduración. El estro termina aproximadamente al ocurrir la ovulación, o sea la rotura del folículo ovárico. (Frandsen. 1976).

Al estado fisiológico especial que coincide con la ovulación, el cual se manifiesta exteriormente por una serie de síntomas propias, se le llama comúnmente calor o celo. El cual reconoce fácilmente cualquier criador y son:

- a) Nerviosismo
- b) Falta de apetito
- c) Hinchazón de la vulva
- d) Busca al macho con insistencia
- e) Secreción de moco vaginal
- f) Quietud al ejercer presión sobre el lomo
- g) Orejas caídas.

El período de calor se acentúa más en primavera y otoño, influyendo en su presentación y duración, la temperatura ambiente, la altitud, la alimentación, luminosidad y el hecho de que se trate de razas de tipo ambiental o exóticas.

Debido a que el primer calor se presenta en hembras bien alimentadas a los cuatro o cinco meses de edad, es necesario separar con anticipación a los machos, con el objeto de que no se preñen antes de la edad conveniente.

Las hembras presentan el período de calor cada 19-21 días; siendo el promedio de duración de 2-3 días. Esta duración es menor en las razas precoces y mayor en las comunes o rústicas.

También influyen en la presentación del celo el sistema de explotación y más aún las condiciones en que se encuentre el animal.

La fase más acentuada del calor, coincide generalmente con el segundo día, siendo éste el período más indicado para cubrirlas. La presentación del celo se suspende cuando la cerda queda preñada.

Reaparece el celo a los 5-7 días después de haber parido, no siendo conveniente este celo para una nueva cubrición, ya que se agotaría este animal. Otro calor vuelve a presentarse a los 8 días después del destete, por lo tanto sería correcto efectuar la cubrición hasta las nueve semanas después del parto, siempre que las condiciones generales de la hembra lo permitan. (Flores y Agraz. 1979).

### 3. METAESTRO O METOESTRUS

Después de la ovulación al iniciar el quinto día del ciclo estrual, empieza la actividad del cuerpo lúteo y termina aproximadamente en el día quince, no hay signos perceptibles para el criador ya que el animal se encuentra en reposo sexual. Estas características son las que encierra el Metaestro. (Zert. 1969).

Según Mc'Kenzie el Metaestro tiene una duración aproximada de 7 días. (Pérez. 1969).

En el metaestro hay reorganización de los folículos de Graaf, pero antes de que en la cavidad del folículo se forme un cuerpo amarillo definido. En la vaca es notable este período por la presencia de una secreción con algo de sangre tan escasa que a veces se descubre sólo con el microscopio, no se presenta en la cerda ninguna característica externa notable. (Alba. 1970).

El metaestro es la fase posovulatoria, y se caracteriza por el desarrollo del cuerpo amarillo y comienzo de la secreción de progesterona. (Mc'Donald. 1971).

Período particularmente largo, pudiendo durar hasta una semana con el metaestro, se van extinguiendo paulatinamente todos los síntomas del celo. (Smidt y Ellendorff. 1972).

Esta fase del ciclo estrual (Metaestro) sigue a la ovu

lación, durante la cual el cuerpo lúteo funciona. La duración puede depender del tiempo en que la LH (hormona luteinizante) es secretada por el lóbulo anterior de la hipófisis; durante este lapso hay disminución del estrógeno y aumento de la progesterona del ovario. En el curso del Metaestro, la cavidad dejada por la rotura del folículo comienza a reorganizarse; el tapizado de dicha cavidad crece gracias al aumento de la vascularización. Las células que no fueron expulsadas aumentan de tamaño, se multiplican y se cargan de gotitas de grasa. Esta estructura reorganizada se llama cuerpo lúteo o cuerpo amarillo, cuya secreción de progesterona, evita la nueva evolución de folículos, y por consiguiente, la aparición intempestiva de otros períodos estruales, pues el estro no ocurre en tanto está presente y activo el cuerpo lúteo. (Frandsen. 1976).

El metaestro, está ligado a la fase anabólica del cuerpo amarillo y caracterizado a nivel uterino, por las manifestaciones preparatorias para la implantación del embrión. (Derivaux. 1976).

#### 4. DIESTRO O DIOESTRUS

Período durante el cual predomina la influencia de la progesterona luteínica sobre las estructuras sexuales accesorias. El diestro se califica a menudo como la fase del cuerpo amarillo. (Mc'Donald. 1971).

*El diestro es el periodo de tiempo hasta el próximo proestro, constituye el periodo de reposo. (Smidt y Ellen-dorff. 1972).*

*Puede definirse como el intervalo entre la última manifestación que acompañó al último celo y la manifestación observable antes del próximo. Esta definición es apropiada para especies que tienen recurrencia de celos durante todo el año.*

*Comprende una fase luteal y la iniciación de la fase folicular. (Alba. 1970).*

*El diestro es la etapa relativamente breve de quietud entre ciclos estruales propio de los animales poliestruales durante todo el año. El anestro es un tiempo más prolongado entre las temporadas reproductivas.*

*Un cuerpo lúteo bien desarrollado, influye notablemente en el útero. Su revestimiento (endometrio) se hace más grueso, sus glándulas aumentan de tamaño y la musculatura se hipertrofia; todas las reacciones tienen la finalidad de proporcionar el acomodo más conveniente al embrión.*

*Si se logra el embarazo, estos fenómenos (Diestro y Anestro) se prolongan durante su curso, con el cuerpo lúteo prácticamente intacto hasta el fin. Si no hay fecundación del óvulo el cuerpo lúteo involuciona. (Frandsen. 1976).*

*El diestro puede faltar en animales de ciclicidad continua, siendo de larga duración en las especies que sólo tienen uno o dos ciclos por año.*

*El diestro se caracteriza por ser una etapa de reposo sexual. (Derivaux. 1976).*

*El diestro, según Mc'Kenzie tiene una duración de 8 días. (Pérez. 1969).*

*Zert en 1969 y Derivaux en 1976, llegaron a la conclusión de que el diestro es una fase de reposo sexual.*

#### IV. DETERMINACIONES BASICAS PARA LA APLICACION DE LA SINCRONIZACION DE ESTROS.

a) En la explotación pecuaria y en la producción de lechones para engorde, es importante la planeación de la época de nacimiento de las camadas, tanto para un aprovechamiento racional de las instalaciones de crianza como para la comercialización de lechones.

b) Se ha comprobado que cuando se utiliza continuamente el plantel de nacimientos se presentan inconvenientes higiénicos por acumulación de agentes productores de enfermedades. La utilización y evacuación simultánea del local completo de nacimientos o de las unidades previstas para este fin, con el correspondiente período de desinfección, pueden, por tanto, ayudar a evitar la pérdida de lechones. Se da por supuesto, que las cerdas sean cubiertas o inseminadas al mismo tiempo, por lo cual es ventajosa la sincronización de estros.

c) El llamado "traspaso de lechones" de una cerda a otra, puede ser ventajoso en casos de camadas desequilibradas en cuanto a su número, para mejorar los resultados de la crianza. Se ha discutido la conveniencia de estos traspasos en relación también con la profilaxis de enfermedades de la crianza, el poder utilizar cerdas sanas, como nodrizas para los lechones de cerdas infectadas. Estos pro-

cedimientos están supeditados a los nacimientos simultáneos de los lechones gracias a la sincronización del estro.

d) El empleo de la inseminación artificial en las cerdas puede considerarse económico por la posibilidad de inseminar grandes grupos de hembras en un mismo lugar o una explotación y ahorrar costos gracias a ello.

e) El nacimiento simultáneo de crías, para la comprobación del rendimiento de engorde, puede ser controlado con exactitud con ayuda de la sincronización del estro, pudiendo obtener además mejoras y correcciones con respecto a la exactitud en la estimación de crianza.

f) Es de esperarse que aumente la comercialización de semen de cerdo, desgraciadamente los métodos de conservación de semen refrigerado no son adecuados, en este caso, sigue en vigor la coordinación temporal de los periodos de celo de las cerdas con los periodos de obtención de semen y de envío del mismo. Por eso reviste importancia la posibilidad de predicción de los periodos de estro. (Smidt y Ellendorff. 1972).

## 1. SINCRONIZACION DE ESTROS

Después de haber hecho el análisis de la función de las hormonas que intervienen en la reproducción o ciclo ovárico, veremos a continuación los diferentes métodos que se han realizado a nivel experimental para lograr la sincroni-

zación de estros en cerdas, los cuales, nos proveen del suficiente material para darnos una idea generalizada de lo que se puede hacer en la explotación intensiva de las granjas porcinas.

## 2. EXPERIMENTOS, RESULTADOS Y RECOMENDACIONES EN LA SINCRONIZACION DE ESTROS.

Fue a finales del siglo pasado cuando se descubrió el papel inhibitor del cuerpo amarillo en el crecimiento de los folículos y en 1927 se conoció la acción de la progesterona en la inhibición de la ovulación, pero no fue hasta 1953 en que Steelman y Pohley, lograron la clasificación correcta de la HFE (hormona folículo estimulante) y Pavlow en el año de 1958 la de la LH (hormona luteinizante) que pudo avanzarse en este aspecto rápidamente. (Flores y Agraz, 1979).

En Europa se ha usado bastante un producto llamado Metaliburo (Aimex) a la dosis de 100 mg diarios por hembra, durante 20 días, preferentemente para primerizas, pero puede usarse también en hembras que ya hayan parido.

Se recomienda que las primerizas hayan presentado cuando menos un celo, mejor sería que hayan presentado dos, para poder ser cubiertas, al tercero, ya que se ha observado hay mayor producción de lechones por camada.

Las adultas deben haber presentado un celo después del

destete.

El Metaliburo puede proporcionarse en forma individual o en grupos no mayores de 10-12 hembras; la cantidad diaria debe darse de preferencia en el alimento de la mañana, las cantidades recomendadas de alimento son de 2 a 2.5 Kg. a las primerizas y de 3 Kg. a las adultas.

De los 5 a los 7 días después de suspender el tratamiento los animales entran en calor con ovulación en una proporción del 85 al 90%, pero como éste encarece los costos de las cubriciones, se ha tratado de inducir el celo en un día fijo.

Para ello se recomienda la utilización de PMS por vía subcutánea (contiene HFE) a la dosis de 750 U.I. al siguiente día de suspender el tratamiento; y 96 horas después (día 25) aplicar 500 U.I. de HCG (contiene LH) intramuscular.

Todas las hembras bajo tratamiento, primerizas o maduras deberán inseminarse 24 horas después de la última aplicación (HCG), estén o no en calor, cuando menos el 90% lo estará. (Flores y Agraz. 1979).

Se tomaron dos lotes de cerdas, uno de 105 cerdas vigorosas blancas (Yorkshire) y otro de 56 cerdas similares. A las 105 cerdas del primer lote, se les suministró en el alimento Metaliburo por 20 días, empezando en ese mismo día, se les aplicó primeramente 1 000 U.I. de PMS (suero de

yegua preñada) al día 21 por vía intramuscular; y 500 U.I. de HCG (gonadotropina coriónica humana) al día 24 por vía intravenosa, siguiendo inseminación al día 25.

A las 56 cerdas del segundo lote, se les inseminó al presentarse espontáneamente el estro. Los resultados para los dos grupos respectivamente se enumeraron los partos y los resultados fueron del 66.7% y 64.2%.

También fueron tomados los datos de los tamaños de las camadas y fueron de 8.3 para el primer lote y de 7.5 para el segundo lote. (Janyk, et. al. 1978).

El empleo de progestágenos para inducir sincronización de estros, datan de 1960; los primeros ensayos se iniciaron con la 17-~~α~~-acetoxiprogesterona, con la CAP, y sobre todo con la MAP. Esta última fue empleada aisladamente o complementada por la posterior inyección de gonadotropina y eventualmente por un compuesto estrogénico. Sacando las conclusiones siguientes de las investigaciones realizadas:

a) Las dosis a emplear, parecen bastante elevadas; se sitúan entre 1 y 1.5 mg/Kg teniendo en cuenta que las dosis escasas, pueden dar origen a quistes ováricos.

b) Durante su empleo el ciclo se inhibe completamente, pero el grado de sincronización y ovulación es muy irregular.

c) La inyección de HCG (P.U.) a la dosis de 500 U.I. 5 a 6 días después de haber cesado la acción de la MAP, mejora sensiblemente el grado de sincronización y ovulación, pero los calores son silenciosos y la tasa de fecundidad poco elevada.

d) La administración de dietilestilbestrol (DES) el día de la inyección de P.U. mejora el tanto por ciento de estros bien manifestado y de ovulaciones y por consecuencia de fecundidad, pero sin embargo las pérdidas embrionarias son bastante elevadas. [Ectors. 1968; Derivaux. 1976]

Gerrits y Johnson, 1964; Polge, 1968; recomiendan la administración del metaliburo durante 20 días seguido de una inyección subcutánea de 1 000 U.I. de PMS (suero de yegua preñada) y 4 días más tarde de la inyección intramuscular de HCG (gonadotropina coriónica humana) a razón de 500 U.I. La tasa de fertilidad es elevada y la supervivencia embrionaria normal. Estas observaciones tienen gran interés porque son capaces de influir considerablemente sobre el desarrollo del control del estro. [Derivaux. 1976].

El consumo oral de derivados de la progesterona, como procedimiento para controlar el ciclo estrual en varios experimentos ha dado resultados positivos. La acción de estos derivados de la progesterona, es la de bloquear independientemente de la fase del ciclo estrual en la que se halle la cerda al iniciar el consumo de hormonas. [Pond y Maner.

1976).

La dosificación de *Metaliburo* por hembra joven es de 125 mg en el transcurso de los 20 días, el producto inhibe el estro y al cesar su administración, las cerdas jóvenes o maduras tienden a entrar en celo en el término de 3 ó 4 días. Pruebas realizadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y que comprendieron más de 1 000 cerdas maduras indican que el ICI o *Metaliburo* tiene aplicación práctica en la producción porcina. (Bundy y Diggins 1976).

El empleo de progestágenos por vía oral, para producir la sincronización de estros en la cerda datan de 1960, y se ha dirigido a especies cuya importancia económica es conocida por todos, ejemplo: bovinos, porcinos y caprinos. (Derivaux. 1976).

La sincronización del celo en las cerdas se puede realizar de tres métodos diferentes, y son los siguientes:

a) Aplicación de hormonas gonadotrópicas; suero de yegua preñada (PMS) y gonadotropina coriónica humana (HCG). El uso de los siguientes productos se realizará en la siguiente forma:

En cualquier momento del ciclo actual, se aplican 1 200 a 1 500 U.I. de PMS, seguida esta inyección por una de 500 a 100 U.I. de HCG, tres a cuatro días después.

La aplicación de estos productos hormonales inducen a la ovulación en la hembra y por consecuencia la formación de nuevos cuerpos amarillos, iniciándose posteriormente un nuevo ciclo estrual, apareciendo el nuevo celo de 18 a 24 días, con una media de 21, después de la última inyección.

b) Otro producto que no tiene relación química ni con las gonadotropinas, ni con las hormonas de origen esteroi-  
dal, se ha utilizado para realizar numerosas pruebas. Este compuesto denominado Metaliburo o Aimex, ICI 33828 ó MATCH, afecta ya sea directa o indirectamente la producción de hormonas gonadotrópicas a nivel de la hipófisis, o bien afectando el nivel hipotalámico de esta función.

La dosis que debe administrarse es de 1 mg/Kg de peso. Dosis menores dan resultados desfavorables y mayores pueden efectuar ciertos efectos secundarios, tales como anorexia (inapetencia), sueño, mareo, etc. El tratamiento debe seguirse por 20 días en forma consecutiva para que sea efectivo, observándose que al terminar éste, la mayoría de los animales sincronizados presentan el celo 25<sup>º</sup> al 27<sup>º</sup> día de haberse iniciado el tratamiento, siendo este celo fértil.

c) El método anterior ha sido perfeccionado, y se ha logrado a través de la combinación del Metaliburo con las hormonas gonadotrópicas; PMS (suero de yegua preñada) y HCG (gonadotropina coriónica humana).

La metodología a seguir es la misma; durante 20 días Metaliburo, sólo que a las 24 horas de haberse terminado el tratamiento con Metaliburo, se inyecta al animal una dosis de 1000 a 1500 U.I. de PMS (suero de yegua preñada), seguida esta inyección a los cuatro días, por una de 500 a 1000 U.I. de HCG (gonadotropina coriónica humana), inseminándose a los animales a las 24 horas. (Doporto. 1974).

Un total de 103 cerdas fueron alimentadas en grupo con Metaliburo, a razón de 100 mg en 1.8 Kg de alimento por cerda por día, por 20 días, y fueron distribuidas de la siguiente manera:

En el grupo I, 23 cerdas fueron designadas testigo; las cerdas del grupo II (n = 23) y grupo III (n = 57) recibieron 1500 U.I. de PMS (suero de yegua preñada) 24 horas después de la última ración con Metaliburo; y el grupo III recibió 500 U.I. de HCG (gonadotropina coriónica humana) 80 horas después del PMS. La administración de PMS:HCG seguido de la supresión de éstos con metaliburo, creó un método de sincronización de estros en cerdas. El 74% de las cerdas testigo, grupo I (n = 23), exhibieron estros los días 5 y 6 después de la última ración con Metaliburo, cuando el 95% y 93% de las cerdas de los grupos II y III respectivamente exhibieron estros los días 4 y 5.

Este experimento demuestra que la administración de 1000 a 1500 U.I. de PMS seguido de 500 U.I. de HCG, ambos

después de Metaliburo, creó la sincronización de estros, incrementando la camada al momento de parir, además de haber aumentado el número de embriones a los 30 días de gestación; según investigaciones hechas por Polge, 1965; Gerrits y Johnson, 1965; Pape, Vincent y Thrasher, 1968 y verificadas por Baker, Shawy y Dodds en 1970. (Baker, et. al. 1970).

Se utilizaron hormonas gonadotrópicas con gran éxito en un experimento realizado en Columbia (Missouri) para sincronizar el estro en la cerda, por los investigadores Day, Oxenreider, Waite y Lasley en el año de 1965.

A tal efecto se hicieron lotes de cerdas primerizas y de cerdas maduras, el tratamiento consistió en inyección intramuscular con 1 200 U.I. de PMSG (gonadotropina de suero de yegua preñada) y 3-4 días después se inyectó HCG (gonadotropina coriónica humana) en una sola inyección de 500 U.I. por vía intravenosa o 1 000 U.I. por vía intramuscular.

El método se basa en estimular una función normal y actividad de cuerpos lúteos que actúan como bloqueantes del hipotálamo, cuya vigencia endocrina de estos cuerpos lúteos formados por las inyecciones de hormonas gonadotrópicas es de 16 días, al cabo de los cuales aparecen los nuevos estros ya sincronizados y de grandes posibilidades fecundantes.

En el intervalo desde la inyección de HCG (gonadotropina coriónica humana) hasta la aparición del celo fue de 21.9 días como media. (Pérez. 1969).

Se puede regular el ciclo estrual en hembras jóvenes inyectando la hormona progesterona (segregada por el cuerpo lúteo), suministrando un compuesto progestogénico, durante 18 a 20 días, para inhibir las hormonas producidas por la glándula pituitaria anterior. Cuando se interrumpen las inyecciones o la administración de los compuestos con hormona progesterona, el 90% aproximadamente de las hembras entran en celo dentro de los 7 días siguientes al final del tratamiento.

El sistema hormonal de la cerda es muy sensible a dosis excesivas de hormonas exógenas y algunas veces se desarrollan quistes en los folículos, que determinan una fertilidad reducida. Por lo tanto, siempre debe actuarse con precaución cuando se usen hormonas en la cerda.

La dosis eficaz de progesterona cristalina inyectada por vía subcutánea, para regular el ciclo, es de unos 100 mg, con 1.32 mg de MAP, por kilogramo de peso vivo por día, por un período de 15 a 20 días. También son eficaces, por vía oral, otra progestina CAP y un compuesto, el metaliburo. (Cunha, et. al. 1969).

De un lote de 322 cerdas se reportaron los siguientes resultados aplicando metaliburo:

Se alimentaron todas las cerdas con 100 mg de Metaliburo diariamente por 20 días sucesivos bajo condiciones de granja. De las 308 cerdas que alcanzaron la madurez, del 64 al 93% presentaron estros en las diferentes granjas en un período de 3 días y el 82.3% de todos los períodos de estros ocurrieron 4 a 9 días de cesar la alimentación con el compuesto (Metaliburo).

Del total de animales alimentados con metaliburo, utilizando Inseminación Artificial; el 64% parieron. La duración y tamaño de la camada fueron normales sin efectos adversos en la capacidad reproductiva o en la duración y signos de estros.

El método recomendado de tratamiento, consiste en agregar una premezcla medicada diariamente al alimento del grupo o en forma individual. Como el compuesto puede deprimir el apetito, debe darse en el alimento de la mañana, para que cualquier alimento no comido pueda ser dado por la tarde, asegurando que al menos el 70% de la dosis requerida sea tomada. Las cerdas tuvieron que mostrar al menos un estro antes del tratamiento, pues de otra manera la pubertad se retrasará, pudiendo también haber diferencias en crecimiento y en respuesta individual al tratamiento.

Este tratamiento a base de metaliburo provee un método práctico de sincronización de estros, pero no elimina totalmente las dificultades de detectar estros cuando se

usa Inseminación Artificial. (Groves. 1967).

El estro puede ser inducido con inyección y en algunos casos con administración oral de progesterona por unos 20 días. Luego la gonadotropina es inyectada a las cerdas tratadas, las cuales deberán presentar la ovulación seguida del estro después de un período de 40 horas.

Pero un examen cuidadoso de los problemas fisiológicos involucrados según Lamond en 1964 sugiere precaución, ya que existen reportes de diferencia en fertilidad, entre inseminación artificial y monta natural en período de estros sincronizado. (Davidson. 1966).

### 3. PROBLEMAS Y DESVENTAJAS DE LA SINCRONIZACIÓN DE ESTROS.

Posiblemente con los métodos descritos se puede lograr una sincronización de estros; pero su aplicación práctica, no obstante, presenta una serie de problemas.

A continuación presentamos algunos de los más comunes:

a) En caso de dosificaciones elevadas de gestágenos, un persistente bloqueo puede dar lugar a que los animales no presenten estado de celo durante semanas enteras después de la aplicación del gestágeno.

b) En relación con la estructura del gestágeno, o de su dosificación y duración de aplicación, pueden presentarse fallos en la función de las gónadas con degeneración

quística de los ovarios, como consecuencia de la sincronización hormonal del celo.

c) Efectos antagónicos de los gestágenos aplicados con respecto a las hormonas corporales, pueden dar lugar a un celo enmascarado al producir represión del efecto de los estrógenos por efecto de repercusión de los gestágenos.

d) La no presentación del celo y ovulación, así como la coordinación temporal inadecuada del celo, ovulación, transporte del óvulo y desarrollo del endometrio, reducen la fertilidad. (Smidt y Ellendorff. 1972).

## V. PRACTICA DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL (I.A.)

*El buen éxito de la inseminación artificial se basa en la utilización de los conocimientos de la fisiología de la reproducción para aumentar la eficacia de los acontecimientos fisiológicos. La naturaleza ha brindado buena compensación para los problemas de la reproducción sexual al proporcionar un exceso de géneros masculinos. Mediante el proceso de inseminación artificial se coloca un número adecuado de espermatozoides cuidadosamente seleccionados en un lugar previamente elegido del aparato reproductor de la hembra en el momento más oportuno y que brinde mayores probabilidades de lograr fecundación satisfactoria. (Mc'Donald. 1971).*

### 1. INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDAS

*El empleo de la inseminación artificial en la especie porcina, ha recibido últimamente una atención considerable desde el punto de vista práctico y experimental. No existe la razón que impida que la inseminación artificial llegue a ser en el cerdo un procedimiento práctico como lo es en la actualidad en el ganado bovino. Esta práctica consiste en depositar el semen, con la ayuda de instrumentación adecuada, en las vías genitales de la hembra, de tal manera que el producto de una sola eyaculación pueda servir para la inseminación de un número elevado de cerdas. (Dunne.*

1965; Derivaux. 1967).

Ensminger en 1973, define la inseminación artificial como el depósito de espermatozoides en los órganos genitales femeninos por medios artificiales en lugar de naturales. Tomando como punto de partida, el empleo intensivo de los sementales ya que con la inseminación artificial el número de servicios puede aumentar a 2 500 por año. (Pond y Maner. 1976).

La cubrición artificial de las cerdas puede hacerse con buenos resultados, si se utiliza semen recién colectado del verraco. Sin embargo, es difícil diluir y conservar el semen del cerdo a temperaturas de refrigeración durante un período largo como se hace con el ganado vacuno. En todo el mundo se realizan investigaciones en diversos laboratorios para tratar de resolver este problema. (Cunha, et. al. 1969).

Según Zert en 1969, no sólo es importante que después de la inseminación siga la fecundación y por consecuencia el estado de preñez, sino también prever el momento en que se ha de producir la ovulación para poder inseminar.

El principal objetivo de la inseminación artificial estriba en el mejoramiento genético en masa de los animales, por medio de la utilización más eficaz de los sementales seleccionados científicamente por su capacidad para transmitir rasgos o caracteres de importancia económica.

*Es importante su enorme potencial para la amplia distribución de material genético a partir de verracos con características de alto valor. La I.A. también ha estimulado la investigación básica y aplicada en la reproducción, crianza, atención y economía animal.*

*El uso de la I.A. exige prácticas cuidadosas y exactas como la identificación del estro y métodos eficaces de manipulación. (Mc'Donald. 1971).*

## 2. METODOLOGIA DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL

*Para la obtención del semen, desde su eyaculado hasta su uso en I.A. es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:*

### *a) Recolección del Semen.*

*El semen del verraco puede ser obtenido por los métodos siguientes:*

*Por medio de la Vagina Artificial:- Se utiliza una vagina artificial del mismo tipo que las empleadas para el toro, en la que sólo varían la longitud y el diámetro interior. El verraco, eyacula un volumen considerable que va desde los 350 cc. a los 500 cc., por lo que es importante que el colector sea el adecuado para la captación del semen, con una temperatura interior de 35°C a los 40°C. Para esta técnica de la vagina artificial, se recomienda entrenar al verraco a un mismo lugar de acoplamiento, pues ya*

acostumbrado, puede el maniqué substituir perfectamente a la cerda. (Derivaux. 1967).

La vagina artificial se llena con agua caliente a una temperatura ligeramente superior a la del cuerpo  $40.5^{\circ}\text{C}$ , para lograr la temperatura y presión deseadas. Se hace que el cerdo monte a una hembra en celo, o al maniqué si ya está acostumbrado a él, desviando el pene hacia la vagina. El producto recogido de esta manera se halla libre de contaminación y es netamente representativo de la eyaculación normal. La recolección por este método requiere la presencia de la cerda o maniqué que sirvan de estimulantes, además del macho con buen apetito sexual (libido).

El temperamento de los animales al utilizar hembras vivas para este fin, debe ser tranquilo, de manera que se dejen cubrir fácilmente y permanezcan quietas durante la recolección del semen. Una práctica recomendable antes de la monta, es la de provocar estimulación sexual con el acercamiento de la hembra, teniendo cuidado en no llevar la estimulación hasta el extremo y provocar la eyaculación espontánea o prematura. (Cunha, et. al. 1969; Mc'Donald. 1971).

La vagina artificial, para la obtención de semen en el verraco, consta de un simple tubo de goma cónico cuya naturaleza hace que al desviar el pene hacia la vagina no se encuentre diferencia ninguna y eyacule lo necesario pa-

na la recolección de semen. (Smidt y Ellendorff. 1972).

Por medio de Presión Manual:- Macpherson y Penner en 1967, citados por Mc'Donald (1971) obtuvieron semen de verracos por manipulación digital del glande sin usar vagina artificial o embudo colector y para ello se agarran firmemente las espirales del glande entre los dedos con la mano enguantada, y se recoge el semen directamente en un vaso colector. Esta técnica se recomienda cuando han fallado todas las tentativas para recoger semen con vagina artificial o electroeyaculador. También se obtiene semen de verraco sin la ayuda de ningún elemento especial, mediante presión del ápice del pene con la mano. Este método de recolección de semen a base de presión manual es muy útil cuando no se cuente con vagina artificial o electroeyaculador. (Mc'Donald. 1971; Smidt y Ellendorff. 1972; Alvarez. 1978).

Por medio de Electro eyaculador:- La recolección de semen por la estimulación eléctrica o electroeyaculación, no es un método recomendable ya que es muy dolorosa en la especie porcina. (Derivaux. 1967).

Cuando se ha recurrido a la electroeyaculación para recoger semen de verraco. La movilidad y concentración de los espermatozoides en las muestras obtenidas es equiparable a la de las muestras procedentes por medio de vagina artificial, pero el volumen es mucho menor debido a la pre-

sencia de cantidades muy pequeñas de material gelatinoso según Campbell y Lingam en 1965. Los verracos en general repudian este procedimiento por lo cual no se recomienda la electroeyaculación en estos animales.

Las características del semen recogido por electroeyaculación proporciona muestras de mayor volumen y PH más alto, cuyas concentraciones de células espermáticas y de fructosa son decididamente inferiores. (Mc'Donald. 1971).

El principio de la electroeyaculación se basa en la introducción de un electrodo cilíndrico en el recto, estimula eléctricamente el centro eyaculatorio, provocando así la eyaculación. Esto se consigue por alternativas aperturas y cierres del circuito eléctrico. Los resultados de investigaciones acerca de la cantidad eyaculada, aspecto, concentración de espermatozoides, capacidad de fecundación, espermias vivos, espermias morfológicamente alterados, etc., permiten decidir acerca de la utilidad del eyaculado para la inseminación. (Smidt y Ellendorff. 1972).

Otras Técnicas:- Existen métodos que no tienen importancia práctica para la I.A. como el de obtener semen directamente del tracto vaginal después de la monta, pero no se recomienda ya que el semen está mezclado con mucosidades y el objeto de la recolección es el de obtener semen lo más puro posible. (Derivaux. 1967; Smidt y Ellendorff. 1972).

### b) Evaluación del Semen.

El semen recién recolectado se deberá observar para determinar su motilidad. Esto se hace colocando una gota de semen en un porta-objetos, a una temperatura de 37°C, usando una laminilla de polietileno transparente para cubrir la gota y observarla con el objetivo más bajo del microscopio.

No se usará cubre-objetos de vidrio ya que el semen es aerobio y se le impediría respirar.

Los porcentajes de motilidad se clasifican desde excelente hasta cero. Un sistema de evaluación usado por los investigadores es el siguiente:

#### Motilidad de masa

- 4 + Rápida formación de oleaje
- 3 + Buena formación de oleaje
- 2 + Pequeñas corrientes
- 1 + Movimiento pobre
- 0 + Motilidad escasa o nula

#### Motilidad individual

- 90 - 100% Motilidad activa
- 80 - 90% Motilidad activa
- 70 - 80% Motilidad activa
- 60 - 70% Motilidad activa
- 40 - 60% Motilidad activa

Solamente los tres primeros valores de cada tabla de motilidad, pueden ser usados para una buena fecundación.

La motilidad es un buen indicio de que el semen es viable, pero no es una garantía de fertilidad. (Alvarez. 1978).

#### c) Manipulación del Semen.

Para poder realizar una evaluación correcta del semen que se va a investigar deben tomarse en cuenta las siguientes precauciones generales:

- Proteger la muestra del choque térmico.
- No exponer el semen a productos químicos nocivos, o al agua.
- Evitar la exposición con el aire.
- No agitar la muestra. (Mc'Donald. 1971).

#### d) Dilución y Almacén.

El semen de verraco posee una nutrida población bacteriana que puede reducirse si se evita la contaminación de la muestra por secreciones de la glándula del prepucio durante la recolección o mediante extirpación del divertículo prepucial.

En el cuadro N° 1 se indica la importancia de la acción de antibióticos en cuanto la movilidad de los espermatozoides diluidos de verraco durante su almacenamiento a 15°C.

La comparación de la movilidad observada en el cuadro N° 1 con la correspondiente al cuadro N° 2 indica que la temperatura es decisiva en el almacenamiento del líquido seminal de verraco, por lo menos con los diluyentes utilizados en estos experimentos, Lingam y Campbell, 1965; Foote y Col., 1959, informaron de mejores resultados con almacenamiento a 15°C en ampolletas cerradas y en un ensayo muy limitado al respecto comprobaron que al diluir el total del semen en ocho partes produjo un índice de concepción tan alto como cuando el semen estaba diluido cuatro veces. (Mc'Donald. 1971).

(Según Lingam, S. A. y Campbell, E. A.: Aust. Vet. Jour. 41:152, 1965)

Diluyente	Tiempo de almacenamiento (horas)				
	0	24	48	72	96
A	80	60	20	nada	
+ antibiótico*	70	52	45	45	40
B	70	50	30	nada	
+ antibiótico	70	54	42	40	30
C	80	nada			
+ antibiótico	70	58	55	50	40
D	75	10	nada		
+ antibiótico	72	65	60	55	45
E	75	60	nada		
+ antibiótico	65	56	53	45	40
F	80	60	nada		
+ antibiótico	72	63	58	40	30
G	80	30	10	nada	
+ antibiótico	80	80	60	60	60
H	80	60	20	10	nada
+ antibiótico	85	80	80	65	30

La movilidad se expresa como porcentaje.

\* Se administró el antibiótico en todos los casos en dosis de 1000 unidades de penicilina y 1 mg de estreptomina por ml.

(Según Lingam, S. A. y Campbell, E. A.: Aust. Vet. Jour. 41:153, 1965)

Diluyente + antibiótico*	Movilidad (por 100) a las 48 horas		
	5°C	8°-15°C	20°C
A	nada	nada	10
B	nada	nada	12
C	nada	nada	5
D	nada	nada	nada
E	nada	nada	nada
F	nada	nada	nada
G	nada	nada	nada

La dilución del semen persigue dos fines: por una parte, extensión pura, cuantitativa, de un eyaculado, con fundamentos económicos y zootécnicos y, por otra parte, el mantenimiento de la capacidad vital y fructificante, basado en las propiedades del agente diluyente. (Smidt y Ellendorff, 1972).

Se han obtenido resultados en los cuales se prueba que la edad del esperma influye sobre la tasa de fertilización. El semen conservado durante 54 horas después de su recolección produjo una tasa menor de fertilización en cerdas inseminadas artificialmente en comparación con el semen conservado 6 horas, debido posiblemente a una pérdida de DNA (ácido desoxirribonucleico) en el semen viejo según Anand et. al. en 1967).

El número de espermatozoides en la zona pelúcida de óvulos desprendidos fue también significativamente menor con semen viejo de acuerdo a investigaciones realizadas por First y Col. en el año de 1963. (Pond y Maner, 1976).

En general la dilución del esperma es baja: de 1:1 hasta 1:4. El semen diluido se coloca en ampolletas de 20-50 ml que contienen el número necesario de espermatozoides para una sola intervención.

Una segunda dilución en el momento de la inseminación lleva el primer volumen hasta un segundo de 200-250 ml.

Los recipientes utilizados están hermeticamente cerrados y contienen un mínimo de aire para evitar el efecto desfavorable de la oxigenación sobre el poder fecundante del semen.

La temperatura de conservación óptima se sitúa aproximadamente a 15°C y puede obtenerse fácilmente colocando el recipiente de transporte de ampolletas con ácido acético glacial cuyo punto de fusión es de + 16°C.

En estas condiciones el poder fecundante se conserva 3-4 días, aunque la utilización práctica se limite a 48 horas.

Hasta hoy, no existe ninguna posibilidad de utilizar semen congelado de verraco, aunque se están haciendo numerosas pruebas en varios países. (Porcírama. 1977).

El semen de verraco puede ser usado en estado fresco, habiendo sido filtrado, adicionando penicilina y estreptomicina y después almacenado a una temperatura de + 20°C durante las primeras 24 horas, siendo esta una manera práctica de conservación.

Otro método consiste en diluirlo 1:12 veces su volumen original para que más cerdas puedan ser inseminadas por cada eyaculación.

El semen diluido puede ser usado en estado líquido 2-3

días después de su recolección siempre que se refrigere.  
(Alvarez. 1978).

e) Diluyentes.

Actualmente la casi totalidad de centros que practican la inseminación artificial de cerdos en el mundo utilizan ya sea el diluyente elaborado por Du Mesnil et du Buisson y Dautier, 1959, o el elaborado por Plishko (1966) en la URSS. Sin embargo, algunas pruebas desarrolladas en Francia, han mostrado que sólo se diferencian por la temperatura y el tiempo de dilución, pero no se encuentra diferencia sobre su efectividad.

El otro diluyente usado, pero muy limitadamente, es el diluyente Chino, con el cual han obtenido 83% de concepción, y es el siguiente: 100 ml de glucosa al 5%, 10 ml de yema de huevo y 200-300 ml de semen.

En cuanto a la resistencia al tiempo de la dilución, resultados de sus experimentos indican que el semen es bueno hasta 75 horas, si se conserva en refrigeración. (Porcira. 1977).

Los diluyentes del semen proveen unos nutrientes para el proceso metabólico del esperma, lo protegen del choque frío, neutralizando los efectos de sustancias tóxicas producidas por el metabolismo espermático, agregan y mantienen la presión osmótica y el balance mineral.

El diluyente también hace posible la extensión del volumen del semen, con el cual dichas hembras pueden ser inseminadas. A continuación veremos otros de los diluyentes que se usan para el semen del verraco.

-Citrato de sodio dihidratado ( $\text{Na}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ): 28 g;  
glucosa 8 g; agua bidestilada 1 Lt.

Se usan 80 partes de esta solución amortiguadora con 20 partes por volumen de yema de huevo fresco, para hacer 100 ml de diluyente completo.

-Glucosa 5 g; glicina 0.6 g; bicarbonato de sodio 0.15 g; penicilina 100 000 U.I.; estreptomícina 0.1 g; agua bi-destilada 100 ml.

Se usan 90 partes de esta solución amortiguadora con 10 partes por volumen de yema de huevo fresca, para hacer 100 ml de diluyente completo.

-Diluyentes de leche; leche fresca homogenizada y/o leche descremada pasteurizada, puede ser usada con el siguiente tratamiento.

Calentar la leche a  $92^\circ\text{C}$  (baño maría) por 10 minutos; y enfriar a  $20^\circ\text{C}$ , adicionando antibióticos a razón de 100 mg de estreptomícina por ml y 1 000 U.I. de penicilina sódica por ml. (Alvarez. 1978).

#### f) Conservación del Semen.

El semen del cerdo se diferencia al semen de toro en dos aspectos importantes y son:

-No tolera la congelación, y si esta se realiza será muy notable la disminución de su capacidad fecundadora cuando se descongele.

-Con los diluyentes habituales no tolera el almacenamiento por más de 48 horas.

El hecho de que el semen porcino se altere rápidamente después del almacenamiento, es un serio impedimento en su empleo en la inseminación artificial. (Dunne. 1967).

#### g) Momento de la Inseminación.

Para que la práctica de inseminación tenga buenas probabilidades de fecundación es necesario efectuarla entre las 6 y 12 horas anteriores a la fecha probable de la ovulación. Prácticamente este momento se halla al final del primer día o al principio del segundo día del celo. (Derivaux. 1967-1976). No olvidando que el semen que se va a utilizar, para este efecto debe de ser fresco y recién colectado del verraco. (Cunha, et. al. 1969).

Para que la inseminación artificial, le siga la fecundación es preciso que un número suficiente de espermatozoides vivos alcancen y entren en contacto con los óvulos, vivos también. Sucede que: el espermatozoide "de buena constitución" sobrevive aproximadamente 48 horas en el tracto genital, tiempo durante el cual debe trasladarse, desde el útero donde ha sido depositado, al encuentro de los óvulos;

la duración de la vida del óvulo es mucho más corta (3 horas aproximadamente).

Es, pues, fundamental prever el momento en que se ha de producir la ovulación para efectuar el servicio o requerir la presencia del inseminador en el momento oportuno. (Zert. 1969).

Debe procederse a la inseminación de las cerdas 12 a 24 horas después que la hembra tolera de buen grado el contacto del verraco, o pocas horas después que acepta las maniobras propias de la prueba del propietario (presión sobre los pernils del animal, colocar las dos manos entre las patas posteriores para tratar levantarla). Si todas estas pruebas las tolera la cerda se dice que está en celo y se procederá a inseminarla. (Mc'Donald. 1971).

Algunas diferencias importantes existen en las hembras según sus condiciones fisiológicas y su estado en el momento de la inseminación.

La tasa de concepción en multíparas es mayor de un 10% en comparación con las primerizas. En las multíparas son mejores los resultados en aquellas donde se aprovecha el primer estro, antes del noveno día post-destete, que en las que se aprovechan los siguientes calores (estros) posteriores al noveno día.

Así mismo en todos los casos, los resultados son supe-

riores en hembras que respondan positivamente a la reacción de inmovilización por monta del inseminador, esto no es sino una muestra de que ésta respuesta, es una señal clara de la presencia del estro y por consecuencia el mejor momento para la inseminación. (Porciraama. 1977).

#### h) Método de Inseminación.

Como regla para la inseminación, sólo se emplea la porción líquida del semen, mientras que se descartan las fracciones coaguladas; para después de haber inseminado obturar la vagina por medio de un tapón de algodón empapado en el líquido de dilución o en la secreción vesicular, con el fin de evitar las posibles pérdidas de semen. (Derivaux. 1967; Dunne. 1967).

Hay que separar el material seminal sólido de la parte líquida, antes de la inseminación, para que no se obstruya el tubo que se insertará en la vagina.

Para la inseminación de la cerda se recomienda un volumen total de fluido de 50 cc. (Cunha, et. al. 1969).

En la monta natural, el semental eyecta una gran cantidad de semen directamente en el útero. Al finalizar el servicio una tapa gelatinosa obstruye el cervix (cuello de la matriz). En la inseminación artificial, se retira de antemano la materia gelatinosa del semen, así que no se forma tapa alguna en el servix. (Anthony y Lewis. 1970).

*La introducción del semen en el tracto genital femenino se realiza mediante un catéter de diversa forma según la especie animal.*

*En la cerda, el instrumento penetra automáticamente en el canal cervical, sin control vaginal ni rectal. La deposición del semen puede realizarse o bien por medio de una jeringuilla de inyecciones aplicada al instrumento inseminador, o bien por presión de aire. La infusión, es decir, la penetración de semen en los genitales femeninos por aprovechamiento de la fuerza de gravedad, sólo tiene importancia en la cerda. Debe citarse además la posibilidad de la colocación del semen en cápsulas gelatinosas y sobre todo la llama inseminación en frío, es decir, la deposición del semen en estado profundamente refrigerado. (Smidt y Ellendorff. 1972).*

## VI. GRADO DE APROVECHAMIENTO DE EYACULADOS DEL VERRACO EN APAREAMIENTO NATURAL E INSEMINACION ARTIFICIAL.

Con el uso de la I.A. en los animales domésticos, se disponen de un instrumento eficaz y versátil para la realización de proyectos de mejoramiento. El ámbito de su aplicación zootécnica se extiende, sobre todo, a los siguientes criterios.

1. Incremento en la disponibilidad de sementales valiosos, principalmente.

El aprovechamiento de la producción de espermatozoides de un semental, cuando se le utiliza para monta natural, es td limitado sobre todo por los siguientes factores.

La capacidad de desgaste sexual de los animales machos es diferente según las especies animales, por supuesto, pero tiene un límite. Además, en un acto de cubrición, se utiliza la totalidad del eyaculado para conseguir una sola gravidez. Finalmente, la producción de descendencia de un semental termina cuando se extingue su capacidad de monta.

Estas limitaciones pueden suprimirse en gran parte por el empleo de la inseminación artificial. Por supuesto que, en general, no puede esperarse de un semental, mayor frecuencia de producción de semen que cuando se utiliza la mon

*ta natural, pero la correspondiente cantidad de espermatozoides eyaculados, por dilución del eyaculado, se aprovecha considerablemente mejor en la inseminación.*

## *2. Programación de apareamientos individuales.*

*La parada de sementales destinada a hembras, aislada o en grupos de cría, en el caso de empleo de monta natural, está ligada a la existencia de los correspondientes machos o bien de los costosos transportes de las hembras o de los sementales. Las posibilidades de resultados favorables para el apareamiento individual por medio de inseminación dependen, en gran parte, de los correspondientes métodos de conservación de semen que existan a disposición.*

*Gracias a la conservación prolongada del semen, se pueden atender las preferencias de los propietarios de animales tras selección individual de sementales.*

## *3. Estimación de crianza.*

*El empleo de la inseminación artificial constituye una premisa esencial para llevar a cabo los modernos métodos de estimación de crianza en la vaca.*

*También para otras especies animales, sobre todo para los cerdos, existen las correspondientes posibilidades de un mejoramiento de la estimación de crianza por medio del empleo de la inseminación artificial.*

#### 4. Realización de proyectos y experimentos de crianza.

Gracias a la posibilidad del envío de semen lejos de la región de su producción, se facilitan las realizaciones de proyectos e investigaciones sobre crianza y se disminuyen los riesgos que siempre acompañan al transporte de los animales.

#### 5. Junto con la trascendencia en la crianza.

La inseminación artificial constituye un instrumento extraordinariamente importante en lo que respecta a la higiene de las epidemias. (Smidt y Ellendorff, 1972).

**Grado de aprovechamiento de eyaculados de toro y de verraco en apareamiento natural y en inseminación artificial (IA)**

		Cantidad anual de:	
		Preñeces	Crias
Toro .....	Apareamiento natural .....	50-150	50-150
	IA, normal .....	2.000-10.000	2.000-10.000
	IA bajo condiciones actualmente asequibles .....	50.000-100.000	50.000-100.000
Verraco .....	Apareamiento natural .....	50-200	500-2.000
	IA, normal .....	500-2.000	5.000-20.000
	IA bajo condiciones actualmente asequibles .....	5.000-8.000	50.000-80.000

## VII. PUNTOS A RESOLVER PARA ADOPTAR EL USO DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL.

a) Es necesario fecundar más cerdas por macho. En el momento actual, muy pocas cerdas pueden ser fecundadas por un verraco en cada período o temporada de cría. Por ejemplo, es posible fecundar 600 vacas con la recolección de un toro. Con la de un verraco, sólo 10 o 12 hembras.

b) Hay que crear las condiciones que permitan mantener almacenado el semen del verraco durante mayor tiempo. El semen de verraco no puede ser almacenado el tiempo suficiente como para permitir que el de cierto macho esté disponible desde una recolección hasta la siguiente. En un lapso prolongado, la frecuencia con que deben hacerse las recolecciones no excederá de tres veces por semana.

En la actualidad se realizan esfuerzos para congelar semen de verraco, tal como se hace con el ganado vacuno. Si bien ello no se ha logrado aún, existen buenas razones para creer que en un futuro se dispondrá de él para uso común.

c) Otro problema es detectar el momento en que las cerdas se hayan preparado para concebir.

En ocasiones resulta difícil determinar exactamente

cuando una cerda o una hembra no es fecundada en el momento adecuado (durante las últimas 12 a 24 horas del período de celo), es probable que el tamaño de la lechigada y el índice de concepción sean reducidos.

d) Importa también controlar el estro en las hembras para sincronizar las pariciones.

En las cerdas, ello es posible mediante un programa de destetes en un determinado grupo. Pero existe la posibilidad de buscar la manera de controlar el estro en las hembras jóvenes para sincronizar las pariciones.

Lo más probable, es que estas barreras sean superadas, y la inseminación artificial de los porcinos se expandirá tal como lo ha hecho este método en la industria del ganado mayor. (Ensminger. 1973).

## VIII. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL.

### VENTAJAS

1. *Permite fecundar un gran número de hembras con sementales sobresalientes.*
2. *Se hace común el uso de verracos imposibilitados para la monta, siempre y cuando sean de alta genética.*
3. *Facilita que granjeros modestos tengan acceso al empleo de sementales probados.*
4. *Contribuye a detener la propagación de enfermedades porcinas.*
5. *Reduce la inversión de capital en verracos y equipos para su manejo, necesaria para cada criador de puercos.*
6. *Puede acelerar la mejora y la uniformidad de la calidad de las canales de los cerdos de abasto.*
7. *Supera las dificultades que sufren cuando los verracos y hembras jóvenes, son de diferente corpulencia.*
8. *Se llevan registros de apareamientos más exactos.*
9. *Resuelve los problemas de verracos, estériles rea-*

*cios o fríos.*

10. *En tiempo corto, un solo semental puede fecundar un mayor número de hembras.*

#### DESVENTAJAS

1. *No se han desarrollado métodos satisfactorios de almacenamiento de semen por un espacio prolongado de tiempo.*
2. *Se dificulta determinar cuando una hembra adulta está en celo.*
3. *Una vaca requiere un mililitro de semen, mientras que para la inseminación artificial de una cerda se necesitan 50 ml. Sólo pueden fecundarse 20-30 cerdas de una colección de semen de verraco. La colección de semen de un toro permite fecundar 500 vacas.*
4. *Para que resulte económica la retribución a los técnicos para el tiempo empleado, conviene que varias cerdas estén al mismo tiempo en celo y dispuestas para su fecundación.*
5. *Cada hembra debe ser manejada y fecundada aisladamente. No puede hacerse la fecundación en el pastizal. Se requiere de una mano de obra adicional y especializada.*

6. Puede causar mucho daño el empleo de verracos de clase inferior en la inseminación artificial, ya que cada verraco fecundaría un gran número de cerdas. (Bundy y Diggins. 1976).

Por todo lo descrito en este trabajo, la inseminación artificial ofrece considerables ventajas. En la producción porcina, esta no puede ser aplicada sin un método preestablecido, para poder ser realmente eficaz. Pues si no se sigue un plan determinado, se corre el riesgo de seguir caminos equivocados y terminar con graves inconvenientes. (Derivaux. 1976).

La inseminación artificial en México en cerdos, es un servicio que se presenta solamente en pequeña escala, más para mejorar la calidad del ganado lo que hace que el precio de la ampollita sea elevado y los resultados no se comprueben con informaciones fidedignas. (Porcira. 1977).

## IX. D I S C U S I O N

Con el término de la realización de este trabajo, se llega a la conclusión de que la adopción de la Sincronización de Estros e Inseminación Artificial en Cerdas trae como consecuencia el incremento de la producción de carne en el mundo, punto de vital importancia en la oferta de alimentos.

Sin embargo, estas innovaciones del avance de la tecnología en nuestro medio, son de difícil aceptación por los diversos aspectos que se mencionan a continuación:

-El más importante de todos lo es sin duda alguna la falta de apoyo del Gobierno, que no forma la infraestructura que sirva de plataforma de lanzamiento para estimular investigaciones de tal magnitud, ya que antes de tratar de cambiar la mentalidad del productor que prefiere los acontecimientos naturales a los de la ciencia, debería ofrecer el material necesario para que las diferentes dependencias, ya sea extensión agrícola, sanidad animal, etc., tengan la capacidad necesaria y empezaran a realizar la promoción y demostración de resultados positivos de lo que es el uso de la Sincronización de Estros e Inseminación Artificial en Cerdas, para lograr el aumento de producción y del nivel de vida de los productores.

## B I B L I O G R A F I A

- Anthony, D.J. *Enfermedades del Cerdo*. E.F. Lewis, coau. México : Ed. Continental, S. A., 1970. pp. 67 - 68.
- Alba, Jorge, de. *Reproducción y Genética Animal*. I.H.C.A. de la O.E.A., 1970. pp. 4,6,11,12,18,50,51,60,61,369, 371.
- Alvarez T., Manuel. *Apuntes de Inseminación Artificial* I.N.I.A. Mimiógrafo, 1978. pp. 6 - 13.
- Baker. *Journal Animal Science*. Shawy, Dodds, coautores. American Society of Animal Science, 1973. pp. 914, 918.
- Bundy, Clarence E. *Producción Porcina*. Diggins, Ronald V., coau. 3a. Edición. Ed. Continental, S. A., 1976. pp. 120 - 122.
- Concellon Martínez, Antonio. *La Cerda y su Camada*. Aedos, 1970. pp. 26 - 28.
- Crampton, E.W. *Nutrición Animal Aplicada*. Harris, L.E., coau. 2a. Edición. Zaragoza, España. Ed. Acribia, 1974. p. 442.
- Davidson, H.R. *The Production and Marketing of Pigs*. 3a. Edición. 1966. pp. 250 - 251.
- Davidson, H.R. *Animal Breeding Abstracts*. 3a. Edición. 1978. p. 251.

- Derivaux, J. *Fisiopatología de la Reproducción Inseminación Artificial de los Animales Domésticos*. Ed. Acribia : Zaragoza, España, 1967. pp. 311, 319, 320, 356, 366, 367.
- Derivaux, J. *Reproducción de los Animales Domésticos*. 2a. Edición. Zaragoza, España : Ed. Acribia, 1976. pp. 107-113, 36-40, 3, 16, 17, 36-41, 46-48, 58-61, 217, 218, 233-235.
- Doporto, J.M. *Sincronización del Estro y su Aplicación en Inseminación Artificial*. Poncirama, 1974. (37) : pp. 6-13.
- Dunne, H.W. Ed. *Diseases of Swine*. 2a. Edición, 1965. pp. 643-645.
- Dunne, H.W. *Enfermedades del Cerdo*. México. Ed. Hispanoamericana, 1967. pp. 70, 74, 698, 699, 935, 936.
- Ensminger, M.T. *Producción Porcina*. Ed. El Ateneo, 1973. p. 106.
- Ensminger, M.E. *Producción Porcina*. 2a. Edición. Ed. El Ateneo, 1975. p. 98.
- Frandsen, R.D. *Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos*. 2a. Edición. México : Ed. Interamericana, 1976. pp. 300, 301, 304.
- Flores Méndez, J.A. *Ganado Porcino*. Agraz G. Abraham A. 2a. Edición. México : Ed. Límusa, 1967. pp. 186-191.

- Janyk, W. *Animal Breeding Abstracts*. Wierzechos, E., coau. 1978. Vol. 46, N° 11. p. 635.
- Mc'Donald. *Reproducción y Endocrinología Veterinarias*. Ed. Interamericana, S. A., 1971. pp. 237, 271, 273, 279, 280, 282, 285, 286, 290, 291, 296, 297-299, 324, 325.
- Ontario Dept. of Agriculture and Food. *Por Reproductive Inefficiency of Pigs in Ontario #554*. Parliament Bldg. Ontario : Canadá. pp. 18-20.
- L. Palazon, José. *Ganado Porcino*. 4a. Edición. Madrid : Ministerio de Agricultura, 1973. pp. 241, 242.
- Pérez y Pérez, Félix. *Fisiología de la Reproducción Animal*. 2a. Edición. Editorial Científico-Médico, 1969, pp. 331, 332, 402, 431, 433-437.
- Pinheiro Machado, L.C. *Los Cerdos*. Ed. Hemisferio, 1973. pp. 156, 157.
- Pond, W.G. *Producción de Cerdos en Climas Templados y Húmedos*. Maner, J.H., coau. Zaragoza, España : Ed. Acribia, 1976. pp. 81-83, 142-148, 151.
- Porcicultura Tropical*. Por T.J. Cunha, H.D. Wallace (et. al.). *Agricultura de las Américas*, 1969. pp. 48, 49, 57.
- Rabanal Luis, M. *Explotación Porcina Intensiva*. Ed. Gea, 1972. pp. 27, 28.
- Revista Porcira*. Año 6. Vol. VI. N° 72. p. 30.

*Revista Porcivama. XII Convención. Año V, N° 49, 1977.*  
pp. 4 - 7.

*Smidt, Diedrich. Endocrinología y Fisiología de la Reproducción de los Animales Domésticos. Franz Ellendorff, coau. Zaragoza, España : Ed. Acribia, 1972. pp. 293-304, 307-309.*

*Zert, P. Vademecum del Productor de Cerdos. Zaragoza, España : Ed. Acribia, 1969. pp. 48-52.*

