

INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDAS CON SEMEN IMPORTADO
O COLECTADO EN FINCA

P O R

Jorge Humberto Medrano Mendizabal

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

PARA OPTAR AL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROFIS:	6,411
FECHA:	7/Sept/93
ENCARGADO:	VINARREAL

BIBLIOTECA WILSON FORERO
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 APARTADO 46
 TEGUCIGALPA HONDURAS

EL ZAMORANO, HONDURAS
DICIEMBRE, 1992

INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDAS
CON SEMEN IMPORTADO
O COLECTADO EN FINCA

Por:

JORGE HUMBERTO MEDRANO MENDIZABAL

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana los derechos para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines se reservan los derechos del autor.



JORGE HUMBERTO MEDRANO MENDIZABAL

Diciembre de 1992.

DEDICATORIA

A Guatemala.

A mi familia, con mucho cariño.

A un futuro cada vez mejor y al lado de alguien muy especial.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por las oportunidades y guiarme siempre en el camino.

A mis padres, por sus esfuerzos.

A mi madre, por apoyarme siempre con mucho amor y ser un ejemplo de lucha, sacrificio y perseverancia.

A mis hermanos, por la unidad que tenemos, el apoyo y cariño que me dan siempre.

A mi tía Amanda y a Gustavo que siempre han estado conmigo.

A mi asesor principal, el Dr. Marco Esnaola, por sus enseñanzas y por ser un excelente jefe y amigo.

A los doctores Antonio Flores e Isidro Matamoros, por su ayuda, consejos y amistad.

A Rogel Castillo, por una gran amistad y porque siempre trabajamos en equipo. Gracias por levantarme en mis momentos difíciles.

A mis amigos de siempre, Enrique Ducas y Carlos Ovalle, por ser eso.

A mis panas con los que anduve en el camino, Rolando Mosquera, Julio Miranda, Mardoqueo Morales y Ernesto Dalponte.

A dos grandes amigas, Amalia Gallardo e Ivette Avendaño por aguantarme y ser siempre maravillosas personas.

A la familia Rojas por su hospitalidad y autentica amistad.

A AID y al Ing. Luis Solorzano por creer en mí.

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1	Pubertad en la cerda.....	3
2.2	Control endógeno de la pubertad.....	3
2.3	Pubertad establecida.....	4
2.4	Sincronización del ciclo estral en cerdas..	5
2.4.1	Ventajas de la sincronización.....	6
2.4.2	Evolución de la sincronización en cerdas.....	6
2.4.3	Uso del progestágeno Regumate en la sincronización.....	8
2.5	Sincronización aplicada a la inseminación..	10
2.6	Inseminación artificial (IA).....	12
2.6.1	Beneficios de la IA.....	12
2.6.2	Servicio de envío de semen.....	13
2.6.2.1	Ventajas y desventajas del servicio de envío de semen..	14
2.6.2.2	Uso del servicio de envío de semen.....	15
2.6.3	Recolección de semen e inseminación en finca.....	15
2.6.3.1	Ventajas de la recolección e inseminación en finca.....	16
2.6.3.2	Entrenamiento del verraco...	16
2.6.3.3	Estudios comparativos del uso de IA en finca y monta natural.....	17
2.6.4	Diluyentés y conservación de semen..	18
2.6.5	Semen líquido.....	19
2.6.6	Semen congelado.....	20
2.6.7	Momento de inseminación.....	23
2.6.8	Número de inseminaciones.....	24
2.6.9	Estudios comparativos del uso de semen líquido o congelado.....	26
III.	MATERIALES Y METODOS.....	30
3.1	Lugar.....	30
3.2	Experimento No. 1.....	30
3.2.1	Animales.....	30
3.2.2	Tratamientos.....	31
3.2.3	Manejo de los animales para la inseminación.....	32
3.2.4	Manejo del semen.....	32
3.2.5	Variablcsc medidas.....	34
3.2.6	Diseño experimental.....	34

3.3	Experimento No. 2.....	35
3.3.1	Animales.....	35
3.3.2	Tratamientos.....	35
3.3.3	Manejo de los animales para la inseminación.....	36
3.3.4	Manejo del semen.....	36
3.3.5	Variables medidas.....	37
3.3.6	Diseño experimental.....	37
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	38
4.1	Experimento No. 1.....	38
4.1.1	Manifestación del estro.....	38
4.1.2	Porcentaje de preñez.....	40
4.1.3	Tamaño y peso de camada.....	42
4.2	Experimento No. 2.....	43
4.2.1	Manifestación del estro.....	43
4.2.2	Porcentaje de preñez.....	45
4.2.3	Tamaño y peso de camada.....	46
V.	CONCLUSIONES.....	47
VI.	RECOMENDACIONES.....	49
VII.	RESUMEN.....	50
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Porcentaje de parición y tamaño de camada en chanchillas sincronizadas y sin sincronizar, montadas naturalmente o inseminadas artificialmente.....	11
Cuadro 2.	Uso de semen de verraco a nivel mundial hasta 1985.....	21
Cuadro 3.	Resultados experimentales del uso de semen líquido o congelado.....	26
Cuadro 4.	Guía para diluir semen líquido.....	36
Cuadro 5.	Manifestación del estro en cerdas púberes sincronizadas con el progestágeno Regumate..	38
Cuadro 6.	Porcentaje de preñez en chanchillas sincronizadas con Regumate e inseminadas con semen líquido o congelado.....	40
Cuadro 7.	Tamaño y peso de camada en chanchillas sincronizadas con Regumate e inseminadas con semen líquido o congelado.....	42
Cuadro 8.	Porcentaje de preñez al inseminar a diferentes días después de la recolección con semen diluido en el diluyente Modena.....	45
Cuadro 9.	Tamaño y peso de camada en cerdas inseminadas con semen de diferentes días de colectado y diluido en el diluyente Modena.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Tasa de concepción media anual para el servicio de envío de semen.....	15
Figura 2.	Resultados de fertilidad obtenidos con diferentes diluyentes.....	19
Figura 3.	Manifestación del celo en chanchillas sincronizadas con Regumate.....	39
Figura 4.	Manifestación del celo en cerdas destetadas simultáneamente.....	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis de varianza del total de lechones nacidos en el Experimento No. 1.....	55
Anexo 2.	Análisis de varianza del número de lechones nacidos vivos en el Experimento No. 1.....	56
Anexo 3.	Análisis de varianza del peso total de la camada (kg) en el Experimento No. 1.....	57
Anexo 4.	Análisis de varianza del peso promedio por lechón (kg) en el Experimento No. 1.....	58
Anexo 5.	Prueba de Chi-cuadrado para el porcentaje de preñez en el Experimento No. 1.....	59
Anexo 6.	Análisis de varianza del total de lechones nacidos en el Experimento No. 2.....	60
Anexo 7.	Análisis de varianza del número de lechones nacidos vivos en el Experimento No. 2.....	61
Anexo 8.	Análisis de varianza del peso total de la camada (kg) en el Experimento No. 2.....	62
Anexo 9.	Análisis de varianza del peso promedio por lechón (kg) en el Experimento No. 2.....	63
Anexo 10.	Prueba de Chi-cuadrado para el porcentaje de preñez en el Experimento No. 2.....	64
Anexo 11.	Comparación de resultados de fertilidad obtenidos con diferentes diluyentes de semen líquido.....	65

I. INTRODUCCION

Obtener la máxima eficiencia reproductiva es una de las metas en toda producción de cerdos a nivel comercial. La eficiencia es afectada por factores genéticos, ambientales, nutricionales y de manejo que inciden en el beneficio económico que se obtiene de la explotación.

En Centroamérica el factor genético es un problema, debido a que localmente hay pocos productores que se dedican al mejoramiento y venta de cerdos reproductores probados, tanto hembras como verracos.

Las opciones que se presentan para resolver este problema son:

- Importar semen de animales mejorados.
- Importar animales mejorados y hacer un uso intensivo de los mismos por medio de la técnica de inseminación artificial (IA) en finca.

La IA haciendo uso del servicio de envío de semen, líquido o congelado, es la alternativa menos usada en los países del trópico de Centroamérica, debido principalmente a que las estaciones de inseminación artificial que lo comercializan, que están más cercanas, están ubicadas en los Estados Unidos y Canadá. Por esto, es necesario contar con un servicio de transporte rápido y seguro que mantenga óptima la calidad del semen. Con semen líquido, el cual

tiene una vida corta, se requiere mayor control en el transporte, además de ser necesario sincronizar el ciclo estral de un grupo grande de cerdas, para minimizar así los costos de transporte por dosis. Con semen líquido se ha obtenido mayor porcentaje de preñez y tamaño de la camada al nacimiento que con semen congelado, en los países donde el uso de la IA está más generalizado.

La práctica de IA en finca, que es ampliamente usada en países de porcicultura avanzada, puede ser factible en nuestro medio para optimizar el uso de los verracos de la piara, aún más cuando estos son importados.

Basado en estos antecedentes, el presente estudio se plantea con los siguientes objetivos:

OBJETIVOS:

- 1.- Medir el porcentaje de preñez, tamaño y peso de la camada al nacimiento que se obtiene cuando se aplica inseminación artificial con semen importado, líquido o congelado, o con semen colectado en finca.
- 2.- Caracterizar la manifestación del celo al hacer sincronización utilizando el progestágeno Regumate en chanchillas puberes o por medio del destete simultáneo de un grupo de cerdas multiparas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Pubertad en la cerda

La pubertad es el resultado de los ajustes graduales entre el incremento de la actividad gonadotrópica y la capacidad de las gónadas para iniciar en forma simultánea la gametogénesis y la esteroidogénesis (Hafez, 1987). La pubertad se presenta a una edad y peso muy variable en la cerda; influenciada por factores raciales, nutricionales, climáticos, y sociales, además del efecto positivo que tiene la presencia del verraco.

Las hembras de las razas Yorkshire, Large White, Landrace y Duroc presentan la pubertad a los 7 meses aproximadamente (Marotta y Lagreca, 1985).

Es necesario conocer los factores que influyen sobre la aparición de la pubertad para poder así inducirla tempranamente en la chanchilla, ya que es un animal no productivo hasta el momento en que se inicia su primera preñez (Hughes, 1982).

2.2 Control endógeno de la pubertad

La unidad hipotálamo-pituitaria está intacta al nacimiento (Patterson, 1982) y los cambios dominantes que inician la pubertad ocurren en el hipotálamo. Esto se ha evidenciado reduciendo los mecanismos de retroalimentación negativa de los esteroides ováricos, lo que provoca la

liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), y con ello la liberación tónica de LH que estimula la actividad ovárica (Gordon, 1983).

Patterson (1982) asevera que debe haber un mecanismo de retroalimentación positiva sobre las gonadotropinas que inicia la pubertad, para lo cual existen dos teorías.

Una sostiene que la cerda empieza a producir estrógenos en los antros foliculares a las 11 semanas después de nacida. El hipotálamo es sensible a bajas cantidades de estrógenos con lo que hay una retroalimentación negativa que provoca la supresión de la secreción de GnRH y por ende de las gonadotropinas. La pubertad se inicia porque un punto del hipotálamo se vuelve menos sensitivo a la retroalimentación negativa, permitiendo que se secreten gonadotropinas.

La segunda afirma que el sistema nervioso central provoca una inhibición específica de la secreción de GnRH sobre el hipotálamo. Hay ciertas estructuras del sistema nervioso que tienen influencia sobre el hipotálamo y controlan la liberación de gonadotropinas por vías neuroanatómicas.

2.3 Pubertad establecida

Una vez que la hembra es capaz de liberar gametos y manifestar un comportamiento sexual completo, se dice que ha alcanzado la pubertad y se inicia así la presencia de

ciclos estrales normales, que en la cerda tienen una duración de 21 días (21.31 ± 0.57 días) (Signoret, 1970; citado por Marotta y Lagreca, 1985).

El desarrollo de procedimientos hormonales para el control del estro se ha enfocado con el propósito de usarlos más en chanchillas ciclando, que en cerdas adultas, debido a que en las últimas se puede tener un control del estro a través de prácticas de manejo como el destete (Gordon, 1983).

2.4 Sincronización del ciclo estral en cerdas

A medida que los sistemas de producción de cerdos se vuelven más intensivos es mayor la necesidad de que los eventos reproductivos se lleven a cabo en un momento predeterminado, especialmente en el caso de chanchillas que se incorporan como reemplazos a la piara. Es por ello que la sincronización del ciclo estral es una herramienta útil que puede presentar muchas ventajas.

La ocurrencia del estro y la ovulación pueden ser controladas en la cerda por medio de dos tipos de compuestos. Los primeros prolongan el ciclo suprimiendo la liberación de gonadotropinas de la pituitaria, mientras que los segundos son agentes luteolíticos que interrumpen el ciclo estral al inducir la regresión prematura del cuerpo lúteo (Gordon, 1983).

2.4.1 Ventajas de la sincronización

La sincronización del ciclo estral presenta una serie de ventajas, entre las cuales están las siguientes:

- a.- Permite predecir el momento en que ocurrirá el estro con una seguridad razonable (Hafez, 1987).
- b.- Reduce el tiempo requerido para detectar celo en un grupo de hembras tomado al azar, así como también reduce la estación de apareamiento (Bearden y Fuquay, 1982).
- c.- Las cerdas se pueden agrupar en patrones de parto descables, con lo cual se facilita el cuidado intensivo por periodos limitados, haciendo a la vez coincidir el envío de los animales al mercado cuando los beneficios son más favorables.
- d.- Permite la introducción de las chanchillas de reemplazo en el momento apropiado para el esquema de producción de la explotación (Mazzari, 1983).
- e.- Hace más atractivo y factible el uso de la IA (Hafez, 1987), principalmente cuando se usa el servicio de envío de semen líquido.

2.4.2 Evolución de la sincronización en cerdas

La progesterona y los progestágenos sintéticos han sido los compuestos que más se han empleado para inhibir la actividad ovárica en cerdas, ya sea administrados oral o parenteralmente. Los estudios han demostrado que la cerda

es muy sensitiva a la dosis de progestágeno utilizada y que tanto el uso de niveles bajos como de niveles altos, provoca folículos quísticos (Gordon, 1983).

Progestágenos, como el Medroxiacetato de Progesterona (MAP), fueron usados en las décadas de los 50 y 60 y su poca efectividad para el control del estro quedó demostrada por la baja fertilidad y desuniforme manifestación del estro sincronizado, además del incremento de la incidencia de folículos quísticos que provocaba (Gordon, 1983).

El uso del inhibidor de la pituitaria no esteroide Methalliburo (ICI 33828; dithiocarbonyl-hidrazine derivado), administrado oralmente en dosis de 100 mg/día por un período de 18 a 20 días, demostró ser muy efectivo para obtener una sincronización del estro cinco a siete días después del retiro del agente, sin tener efectos negativos sobre la incidencia de folículos quísticos o la fertilidad en general (Polge, 1964; citado por Gordon 1983). Este producto, al parecer, actúa sobre el hipotálamo induciendo la supresión de la liberación de gonadotropinas, sin tener un efecto directo en el tracto reproductivo de la cerda. King (1969; citado por Gordon, 1983), encontró por accidente que Methalliburo provocaba malformaciones en fetos de cerdas que consumieron el producto en las primeras etapas de la preñez. Esto hizo que los fabricantes retiraran el producto del mercado, aunque continúa en uso en los países del este de Europa,

bajo estrictas regulaciones. Después de la llamada "Era del Methalliburo" surgió nuevamente el interés por el uso de progestágenos.

2.4.3 Uso del progestágeno Regumate en la sincronización.

Davis y col. (1979), al dar el progestágeno Regumate (Allyl trenbolone) a chanchillas, en dosis de 12.5 mg/cerda/día por 18 ó 19 días, obtuvieron una manifestación del celo en $4.9(+1.1)$ y $4.5(+0.7)$ días, respectivamente. La presencia de quistes foliculares, que se atribuía a dosis de 10 mg o menos, se encontró en el 33 % de las hembras tratadas que presentaron celo.

Kraeling y col. (1981), en un experimento llevado a cabo en tres regiones de los Estados Unidos (Georgia, Illinois y Maryland) para determinar el rango de dosis del progestágeno Regumate, proporcionaron 5, 10, 20 y 40 mg/cerda/día en el alimento por 18 días. Sus resultados demostraron mayor efectividad para las dosis de 20 y 40 mg y que la dosis mínima efectiva estaba entre 10 y 20 mg.

Por su parte Redmer y Day (1981), usando dosis de 15 y 2.5 mg/cerda/día de Regumate consiguieron sincronizar el 89 y 42 % de las cerdas tratadas, respectivamente. El intervalo a estro fue más corto en las chanchillas que recibieron la dosis baja del producto ($2.9+-0.3$) que en las que recibieron la dosis de 15 mg ($4.3+-0.2$). Estos resultados sugieren que al dar 15 mg por 18 días, hay

efectividad en la manifestación del celo, por el crecimiento folicular que se da al retirar el producto. Asimismo demostraron que con dosis bajas hay crecimiento folicular a lo largo del periodo de administración, lo que produce concentraciones altas de estradiol inmediatamente después de retirado el producto. Como consecuencia se produce un intervalo más corto en la manifestación del estro y una mayor incidencia de anestro por folículos quísticos.

Stevenson y Davis (1982), al dar Regumate a cerdas en estro o diestro en las dosis de 15 mg/cerda/día por 14 ó 18 días obtuvieron una eficiente manifestación del estro bajo ambas dosis (97.4 y 100 % respectivamente), con una sincronización del estro más dispersa al dar la dosis por 14 días. Hubo una diferencia significativa en el número total de cerdas que presentaron celo al quinto día después de retirado el progestágeno, siendo un total de 57.1 % y 34.6 % de las cerdas en celo para 18 y 14 días, respectivamente. Al comparar el grupo al que se le inició el tratamiento en diestro con el de estro no se encontró diferencia en el porcentaje de animales que presentaron estro (100 y 97.2 %). El promedio de días a estro fue mayor para el grupo que inició el tratamiento en el estro (5.6 ± 0.1 vs. 5.2 ± 0.1).

Mendoza (1990), en la EAP, sincronizó cerdas púberes con Regumate en dosis de 14 y 18 mg/cerda/día por 20 y 18

días, respectivamente. Obtuvo una sincronización del estro para cada tratamiento entre tres a cinco días (promedio de 4.4 días) y de cinco a ocho días (promedio de 5.8) para cada tratamiento, respectivamente. En este trabajo se encontró que el número de lechones nacidos vivos del grupo control (no sincronizado) era menor en 1.6 lechones al grupo sincronizado con la dosis de 14 mg/cerda/día.

El mecanismo por el cual Allyl trenbolone incrementa el tamaño de la camada, aún no está determinado. Trabajos anteriores han demostrado que el tratamiento con Regumate en chanchillas en la pre o post pubertad da como resultado un mayor tamaño de la primera camada. Ello se atribuye a un incremento en la tasa de ovulación (Kirkwood y Aherne, 1988) que es de 1.5 a 4 óvulos más que en las cerdas sin sincronizar (Davis y col., 1979).

2.5 Sincronización aplicada a la inseminación

Al dar 15 mg de Regumate /cerda/día por 18 días a chanchillas que fueron inseminadas con semen congelado o montadas naturalmente, Pursel y col. (1981), obtuvieron una sincronización del estro entre 4 y 7 días (5.6 ± 0.82) después de retirar el producto. La primera monta natural se hizo al momento en que se detectó el inicio del celo y la segunda 18 a 24 horas después. La primera inseminación se hizo entre 10 y 16 horas y la segunda 24 a 28 horas después de iniciado el celo. Los resultados de este

trabajo aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Porcentaje de parición y tamaño de camada en chanchillas sincronizadas y sin sincronizar, montadas naturalmente o inseminadas con semen congelado.

	Sincronizado			Sin Sincronizar			Combinado	
	MN	SC	C	MN	SC	C	MN	SC
No. cruzadas	29	29	58	38	30	68	67	59
No. paridas	27	14	41	33	17	50	60	31
% parición	93.1	48.3	70.7	86.8	56.7	73.5	89.9	52.5
Total Lechones por camada	11.0	9.60	10.5	10.3	6.80	9.10	10.6	8.20
Nacidos Vivos camada	10.3	9.20	9.90	10.1	6.40	8.80	10.2	7.80

MN= Monta Natural
 SC= Semen Congelado
 C= Combinado (MN + SC)
 Pursel y col. (1981)

El porcentaje de parición global para chanchillas sincronizadas fue similar al de las chanchillas sin sincronizar, no encontrándose diferencias tampoco entre las chanchillas sincronizadas y sin sincronizar que fueron inseminadas con semen congelado. Sin embargo, el porcentaje de parición para chanchillas inseminadas con semen congelado fue más bajo que el de chanchillas montadas naturalmente. El total de lechones nacidos vivos fue más bajo para las chanchillas no sincronizadas, inseminadas con semen congelado, que para las chanchillas sincronizadas e

inseminadas y las montadas naturalmente. El promedio de nacidos vivos de las chanchillas sincronizadas, montadas naturalmente, no fue diferente del de las chanchillas sincronizadas e inseminadas con semen congelado y las control montadas naturalmente. Estos resultados muestran una mayor efectividad de la monta natural sobre la IA con semen congelado y que el uso de Regumate resulta en un incremento en el número de lechones nacidos, debido al incremento que provoca en la tasa de ovulación.

2.6 Inseminación Artificial (IA)

La IA en cerdos es una práctica que se ha generalizado durante los últimos 10 años en los países de porcicultura desarrollada como Japón, Estados Unidos, Rusia y los países de Europa (Gordon, 1983). La técnica se ha difundido haciendo uso del servicio de envío de semen de centros especializados, ya sea líquido o congelado, o por medio de programas de recolección e inseminación dentro de la misma finca (Reed, 1982). La expansión de esta práctica ha sido continua y se aseguran buenos resultados en parámetros como el porcentaje de preñez y tamaño de la camada al nacimiento cuando se cuenta con un inseminador a tiempo completo (Gordon, 1983).

2.6.1 Beneficios de la Inseminación Artificial

El desarrollo de la IA se ha enfocado a las

necesidades futuras de la industria porcina y presenta, en general, las ventajas de que acelera el mejoramiento genético al hacer un uso más intensivo de los genes de verracos superiores que han sido previamente probados, mejorando la productividad tanto a nivel nacional como de explotación individual (Wrathal, 1975; citado por Gordon, 1983). Permite también la introducción de una amplia variedad de genes a los núcleos de producción o a los grupos de reemplazo, con lo que se puede aplicar una mayor intensidad de selección. Además se mantiene un alto status sanitario al reducir el riesgo de introducir enfermedades (Reed, 1989; citado por Gordon, 1983).

2.6.2 Servicio de envío de semen

Este es un servicio que se ha expandido lentamente y consiste en el envío de semen bajo pedido, líquido o congelado, para que el productor haga las inseminaciones. Las consideraciones para el envío toman en cuenta que el semen no tenga contacto con luz u oxígeno y que la temperatura se mantenga a un nivel que permita mantener su calidad (Reed, 1982). El semen líquido es transportado en refrigeradores con control de temperatura o cajas de styrofoam conteniendo hielo gelificado. El semen congelado es enviado en un tanque conteniendo nitrógeno líquido, el cual tiene una temperatura de -196°C .

2.6.2.1 Ventajas y desventajas del servicio de envío de semen

Las ventajas que presenta este servicio son (Reed, 1982):

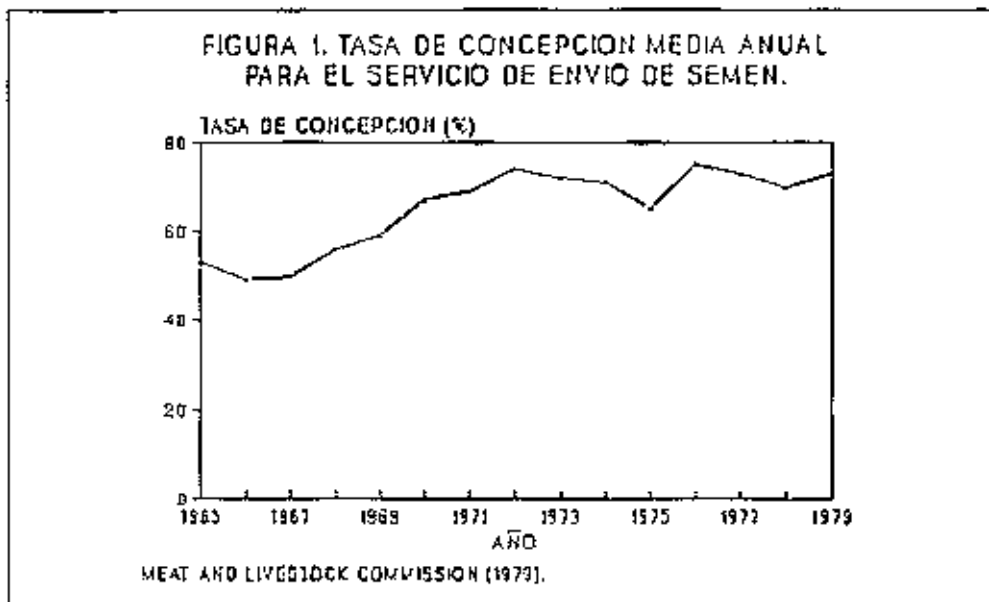
- a.- El semen de verracos probados como superiores en los centros de IA de un país puede estar a disposición para ser usado en otras regiones.
- b.- Se pueden hacer dos inseminaciones en el momento óptimo del estro. Además, si el productor ha aprendido la técnica, no se requieren los servicios de un inseminador de los centros de IA. Esto hace más económico y ventajoso el sistema, ya que al contratar un técnico las inseminaciones no se hacen en el momento más oportuno.
- c.- El riesgo de introducir enfermedades a la piara se reduce, en parte porque los verracos son sometidos a pruebas periódicas y también por el hecho de que no hay movimiento de vehículos o personal del centro de IA a la explotación.
- d.- Se disminuye el riesgo y el costo en que se incurre al adquirir un verraco de alto valor genético.

Las desventajas de este servicio son:

- a.- Debe haber facilidades de transporte que aseguren la llegada del semen líquido a su destino en menos de 24 horas después de haber sido colectado.
- b.- Los usuarios requieren información y entrenamiento completo antes de hacer uso del servicio.

2.6.2.2 Uso del servicio de envío de semen

La variación en las tasas de concepción haciendo uso del servicio de envío de semen es de 60 a 90 %. A través de los años ha habido una mejora en los resultados obtenidos como se aprecia en la Figura 1, que muestra la evolución de la fertilidad obtenida por Meat and Livestock Commission en Inglaterra (Reed, 1982).



2.6.3 Recolección de semen e Inseminación en Finca

Pueden obtenerse buenos resultados de fertilidad con la técnica de recolección e inseminación en finca, pero se requiere una capacitación más amplia para el manejo del semen. Esto es especialmente cierto, si es que hay que diluir y almacenar el semen antes de su uso. Se necesita además de ciertas facilidades de equipo de laboratorio y el uso de diluyentes para preservar el semen bajo las mejores

condiciones.

Una minuciosa selección de los verracos evita la diseminación rápida de defectos en la explotación y ayuda a obtener resultados óptimos al aplicar la técnica. También debe ponerse especial cuidado en la salud de los verracos de IA y en las condiciones en que el semen es colectado, procesado y distribuido (Reed, 1982).

2.6.3.1 Ventajas de la Recolección e Inseminación en Finca

- a.-Se incrementa la relación verraco:hembras, que normalmente es de 1:15 a 1:20 hasta 1:250 para obtener aproximadamente hasta 500 camadas anuales por verraco (Mazzari, 1983).
- b.-Se reducen los costos de instalaciones, alimentación y cuidados sanitarios de los verracos.
- c.-Permite tener una mayor disponibilidad de semen cuando la cantidad de verracos es insuficiente para cubrir un grupo grande de cerdas.

2.6.3.2 Entrenamiento del Verraco

La mayoría de verracos pueden ser normalmente entrenados para su uso en IA sin mucho problema. Datos reportados por Meat and Livestock Commission indican que hay una gran diferencia en la respuesta según la edad a la que se inicia el entrenamiento, siendo más exitoso cuando tienen menos de 10 meses de edad (92 %) que cuando se

inicia entre 10 y 18 meses de edad (70 %). Asimismo, un 66 % de los verracos montan y eyaculan exitosamente cuando son introducidos por primera vez para montar un banco de monta o maniquí (Reed, 1982).

Kemp y col. (1991), encontraron un aumento en la producción de espermatozoides por período (2 semanas) al dar un nivel alto de dieta (3.5 kg/día). De la misma forma, obtuvieron una mayor producción de espermatozoides por período cuando los verracos son colectados 5 veces (255×10^9) comparado con los que se colectan 3 veces en dos semanas (229×10^9), y que esta diferencia es más marcada durante los primeros períodos de recolección. Se concluyó que a un nivel alto de recolección se obtiene mayor cantidad de espermatozoides, lo que es importante en la producción de dosis de semen para IA.

Idealmente un verraco no debe ser colectado más de dos o tres veces por semana para maximizar la concentración y el volumen del semen. Las recolecciones por una o dos veces al día pueden llegar a necesitarse, pero no deben mantenerse por más de 3 a 5 días (Zavos y Liptrap, 1987).

2.6.3.3 Estudios comparativos del uso de IA en finca y monta natural

Da Silveira y col. (1986) al analizar los registros de una producción industrial de cerdos donde se habían hecho monta natural (la primera al inicio del celo y la segunda doce a catorce horas después) o IA con semen colectado en

finca y preservado en el diluyente Kiev (dos inseminaciones con doce horas entre cada una y hechas entre la hora 15 y 30 después de iniciado el celo), no encontraron diferencias en el número de lechones nacidos vivos (10.7 vs 10.4) ni en el peso promedio de los lechones al nacimiento (1.5 vs 1.54) en chanchillas, pero sí en cerdas multiparas, donde se obtuvo un mayor número de lechones nacidos vivos en las cerdas montadas naturalmente (11.8) que en las inseminadas artificialmente (10.9).

2.6.4 Diluyentes y conservación de Semen

Martin (1987), sostiene que se entiende por semen conservado aquel que ha sido preparado en condiciones tales que puede ser utilizado para inseminación al menos un día después de la recolección. El semen puede ser conservado mediante congelación o refrigeración.

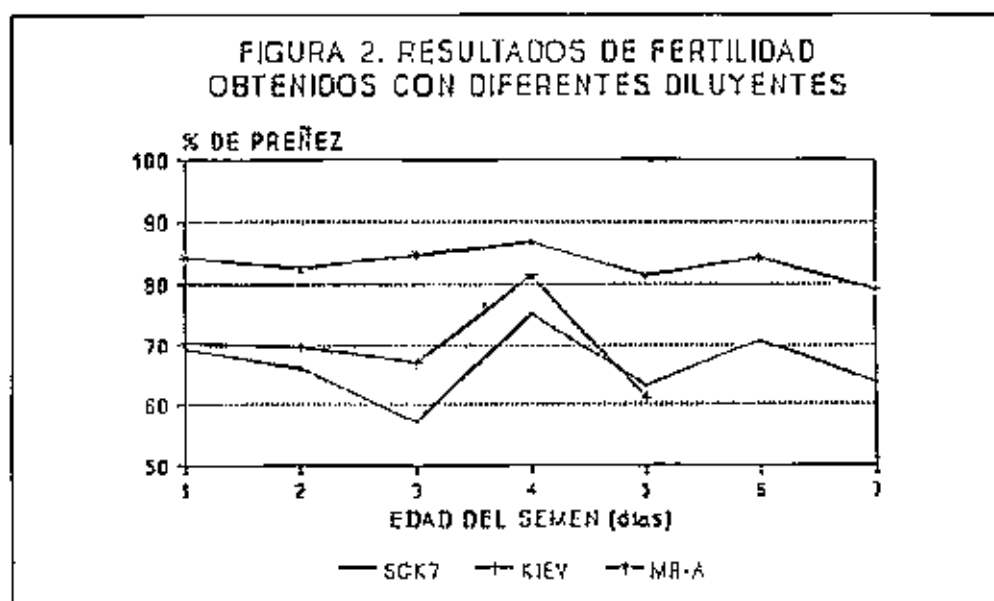
Para conservar el semen es importante tener en cuenta que la composición del plasma, que se ha unido a los espermatozoides durante la eyaculación, tiene como finalidad estimular el metabolismo celular para conseguir el máximo de actividad durante el transporte espermático y en el momento de la fecundación. Este metabolismo es disminuido por medio de una acción combinada causada por la reducción de la temperatura y del diluyente utilizado (Martin, 1987).

El uso de diluyentes para la preservación del semen se

hace con el fin de dar un medio que equilibre la acción de las sustancias del plasma seminal, manteniendo las células con reducida actividad metabólica, la cual se recupera al momento de la inseminación; simultáneamente es preciso disminuir la temperatura como coadyuvante en el mantenimiento del estado de anabiosis (Martín, 1982).

2.6.5 Semen Líquido

El semen después de colectado se puede preservar en estado líquido por un corto periodo de tiempo, que normalmente varia de 1 a 7 días, dependiendo del tipo de diluyente utilizado. El efecto de la edad del semen sobre la fertilidad depende del tipo de diluyente utilizado. Esto se puede observar en la Figura 2 para tres de los diluyentes más comúnmente utilizados hoy en día.



Varios autores (Anexo 11).

El semen diluido debe ser mantenido a una temperatura de 18-20 °C y previo a la IA la temperatura del mismo debe incrementarse con un baño maría que esté a 37 °C.

Se ha demostrado que un mínimo de dos billones de espermatozoides vivos en un volumen de 50 cm³ son necesarios para obtener adecuadas tasas de concepción (Zavos y Liptrap, 1987).

2.6.6 Semen Congelado

Martin (1982), afirma que los resultados de fertilidad que se obtienen con este método de preservación del semen, oscilan entre 50 y 75 % en el caso de esperma de verraco con buena capacidad de congelación, aunque en la práctica son muy pocos los animales selectos que cumplen con este requisito.

Pursel (1978; citado por Johnson y col. 1982), atribuye la baja fertilidad que se obtiene con semen congelado, al reducido tiempo de sobrevivencia de los espermatozoides en el tracto reproductivo de la cerda, comparado con la supervivencia que tienen los espermatozoides del semen líquido.

Existen diferentes métodos de congelamiento del semen, pero los pasos que se siguen en cada uno son similares ya que constan de un periodo de equilibrio, concentración por centrifugación, adición de un diluyente y glicerol, previo al congelamiento en pajillas o pellets (Reed, 1982).

A nivel mundial el uso de semen congelado es limitado, debido a que la técnica aún debe ser mejorada para conseguir mayor fertilidad y con ello aumentar la credibilidad en esta tecnología (Martin, 1987).

El uso de los diferentes tipos de semen a nivel mundial, puede observarse en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Uso de semen de verraco a nivel mundial hasta agosto de 1985.

Pais	No. total primeras IA por año	No. total de primeras IA con semen de congelado	No. de centros con posibilidad de inseminar con semen congelado
Austria	196,591	?	?
Bélgica	120,000	< 100	1
Canadá	16,000	300	2
Dinamarca	450,000	< 100	1
Alemania D.	1,690,000	?	?
Alemania F.	640,000	100	2
Finlandia	84,000	193	2
Francia	80,000	200	1
Gran Bretaña	75,000	< 100	2
Hungría	400,000	300	1
Italia	50,000	15	-
Japón	60,000	1200	10
Holanda	1,000,000	16	1
Noruega	90,000	100	2
China P.	Muy utilizada	250	2
Polonia	100,236	-	-
Taiwan	103,542	3000	1
España	350,000	200	4
Suecia	36,000	10	2
Suiza	50,000	66	3
EEUU	100,000	7500	2

Reed, B. I Conferencia Internacional sobre Semen congelado de Verraco; Uppsala (Suecia), Agosto 1985. (Citado por Martin, 1987)

A pesar de que el uso de semen congelado se ha restringido debido a los resultados obtenidos, la técnica de congelamiento ha ido mejorando en los últimos años.

Datos al respecto fueron reportados en Yugoslavia, donde del año 76 al 84, el porcentaje de preñez paso de 17.5 % a 72 % y el número de lechones nacidos vivos por camada de 5.1 a 8.6. Debido a estos avances, en un futuro muy próximo se congelará un elevado porcentaje de semen de verraco para ser usado en IA en competencia con el semen refrigerado y fresco, obteniéndose los mismos resultados de fertilidad y prolificidad (Martín, 1987).

Los resultados obtenidos con semen congelado, en parámetros como el porcentaje de preñez y el número de lechones nacidos vivos, han sido por lo general inferiores a los obtenidos con semen líquido (Reed, 1982). Esto ha hecho que se preste poco interés por su uso para un programa de IA, respaldándose en los argumentos siguientes (Reed, 1982):

- a.- La alta concentración de espermatozoides (6×10^9 espermatozoides por dosis) que se necesita para obtener resultados razonables en fertilidad, hace que se prefiera el uso de semen líquido.
- b.- Hay una variación considerable en la capacidad de congelamiento del semen entre verracos.
- c.- Se requiere de una detección de celo más minuciosa ya que el momento de inseminación es crítico para obtener buenos resultados en fertilidad.

Dentro de las ventajas potenciales que ofrecerá el uso de semen congelado, una vez la técnica de congelamiento

sea optimizada, está el hecho de permitir un almacenamiento por más tiempo. Esto tendría ventajas en países donde los centros de procesamiento de semen están lejos de las piaras (Harbinson y col., 1987).

2.6.7 Momento de inseminación

Polge (1969; citado por Reed 1982), afirma que el factor que determina la fertilidad y el tamaño de camada a obtener, es la relación entre el momento de inseminación y el momento en que se da la ovulación.

Debido al reducido tiempo de sobrevivencia de los espermatozoides del semen congelado en el tracto reproductivo de la cerda, las inseminaciones deben realizarse cerca del momento de ovulación para obtener una fertilización máxima (Pursel, 1978; citado por Johnson y col., 1982).

Numerosos experimentos se han llevado a cabo con el fin de determinar el momento del estro en que es adecuado hacer las inseminaciones. Johnson y col. (1982) realizaron un experimento en el que se hizo una inseminación con semen líquido o congelado a un tiempo fijo (entre 30 y 34 horas después de iniciado el estro) o utilizando el medidor Walsmeta, aparato con el que se determina la resistencia eléctrica del mucus de la vagina. Los porcentajes de preñez y número de embriones (vivos o muertos) recuperados por chanchilla, no difirieron entre las inseminadas a un

tiempo fijo y las que se inseminaron en base a la lectura del medidor Walsmeta. La lectura a la que el fabricante recomienda hacer la inseminación está entre 50 y 64 en una escala de 0 a 100.

Harbison y col. (1987), determinaron que utilizar el medidor de conductividad eléctrica del mucus vaginal Goldfinger, puede ser adecuado para determinar el momento de inseminación con semen fresco, pero es inapropiado para semen congelado. Los fabricantes de este aparato recomiendan hacer las inseminaciones cuando la lectura está entre 7 y 9 en una escala de 1 a 12. Al realizar la inseminación a las 24 horas después de iniciado el estro, con semen líquido o congelado, para un grupo de cerdas y en base a la lectura del medidor Goldfinger para otro, se observó que el intervalo entre el inicio del estro y el momento de la inseminación no fue diferente entre ambos grupos, pero el intervalo varió entre 0 y 48 horas para el último grupo.

2.6.8 Número de inseminaciones

El aumentar el número de montas, durante el período del estro en que la cerda es receptiva al verraco, incrementa el porcentaje de preñez y el tamaño de camada al nacimiento. A nivel de finca, en el que cerdas con estro de 30-40 horas se inseminaron dos o tres veces, a intervalos de 8 a 16 horas entre cada inseminación, se

encontró que existía una diferencia significativa en el porcentaje de preñez entre las cerdas inseminadas tres veces (100 %) y aquellas inseminadas dos veces (92 %) durante el estro (Reed, 1982).

Souza y col (1984), evaluaron la viabilidad del semen líquido, preservado en el diluyente Kiev por tres días a una temperatura de 15 °C. Para esto inseminaron una o dos veces a las 24±7 horas después de iniciado el estro, aplicando la segunda inseminación 8 a 12 horas después de la primera. El porcentaje de preñez global fue de 83 % con un promedio de 10.6 lechones totales y 10.2 nacidos vivos. El tamaño de la camada fue mayor en un 8.05 % y el porcentaje de preñez en un 2.32 % para las cerdas o chanchillas inseminadas dos veces (11.41 y 84.9 %) comparado con las inseminadas una vez (10.56 y 83 %), pero no hubo diferencias en el porcentaje de preñez o en el tamaño de la camada entre las chanchillas que fueron inseminadas una o dos veces. En el caso de cerdas multíparas el tamaño de la camada fue mayor con dos inseminaciones (11.38) que con una sola (10.24).

Se ha reportado que hacer dos inseminaciones da mejores resultados en los parámetros reproductivos de las cerdas, pero en los estudios hechos no se ha tomado en cuenta la duración del estro. Slijkhuis y Schneijdenberg (1987), llevaron a cabo un experimento en el que hicieron las inseminaciones tomando en cuenta la duración del estro.

Las cerdas fueron inseminadas con semen líquido por primera vez a las 12 horas después de iniciado el estro. Las cerdas que aún presentaban estro a la siguiente detección recibían una segunda inseminación (Largo-Doble) o no eran reinseminadas (Largo-Simple). Las que no presentaban celo en la siguiente detección constituían otro tratamiento (Corto). El porcentaje de parición fue significativamente más bajo en el grupo Corto (82 %) que en el Largo-Doble (93.9 %) y el Largo-Simple (87.9 %), lo que se atribuye a que las cerdas con celo corto fueron inseminadas muy tarde; no hubo diferencias significativas entre los dos últimos.

2.3.9 Estudios Comparativos del uso de Semen Líquido o Congelado.

Cuadro 3. Resultados experimentales del uso de semen líquido o congelado.

Autor	LIQUIDO		CONGELADO	
	%	N. VIVOS	%	N. VIVOS
Johnson y col. (1982)	82	11.6	61	8.2
Pursel y Johnson (1975)	95	--	60	--
Harbison y col. (1987)	80	11.6	55	8.1
Johnson y col. (1981)	79.1	9.9	47	7.1
Thacker y col. (1991)	70.9	10.25	52.2	5.25

Johnson y col. (1982), en un experimento en el que se hicieron inseminaciones con semen líquido o congelado, a un tiempo fijo durante el celo o utilizando el medidor de

resistencia eléctrica del mucus vaginal Walsmeta, encontraron porcentaje de preñez y número de embriones recuperados mayores en las chanchillas inseminadas con semen líquido (82 % y 11.6) que en las que se utilizó semen congelado (61 % y 8.2).

Al hacer inseminaciones a las 25 y 42 horas después de iniciado el estro con dosis de 50 cm³ de semen congelado, homoespermicas o heteroespermicas, que tenían una concentración de 6×10^9 espermatozoides, Pursel y Johnson (1975) no encontraron diferencias entre los resultados de fertilidad para ambos tratamientos; los óvulos fueron extraídos y se determinó que en el 85 % de las chanchillas de cada tratamiento hubo fertilización. El procedimiento de descongelamiento empleado fue más rápido que el que se empleaba normalmente y a ello se atribuye el hecho de que la tasa de fertilización se aproximara a la que resulta al usar semen líquido. En experimentos previos, los mismos investigadores habían obtenido una fertilidad del 60 % para semen congelado y 95 % para semen líquido.

Harbison y col (1987), al hacer una inseminación con semen líquido o congelado, a las 24 horas después de iniciado el estro o en base a la lectura del medidor de conductividad eléctrica del mucus de la vagina Goldfinger, encontraron que no hubo una interacción entre el tipo de semen empleado y el régimen de inseminación para el número de embriones viables. Si encontraron diferencia en el

número de embriones y en el porcentaje de preñez entre semen líquido (11.6 ± 0.9 y 80 %) y semen congelado (8.1 ± 1.1 y 55 %).

Johnson y col (1981), compararon los resultados obtenidos en 36 fincas que usaban semen fresco o congelado, encontrando un porcentaje de parición de 79.1 % para semen líquido y de 47 % para semen congelado, lo que representa aproximadamente 30 puntos porcentuales más bajos para el último. Así mismo, encontraron diferencias en el total de lechones nacidos y nacidos vivos entre semen fresco (10.6 y 9.9) y semen congelado (7.4 y 7.1). Una diferencia significativa fue encontrada en el presente estudio entre el porcentaje de parición de cerdas inseminadas con semen congelado de verracos Large White Danés (58.6%) y cerdas inseminadas con semen congelado de verracos Landrace Danés (40.9 %), lo que indica una diferencia en la capacidad de congelamiento de semen entre estas razas.

Inseminando al inicio del celo y 24 horas después con semen fresco o congelado al que se le agregó o no relaxina de cerdo purificada en la cantidad de 12.5 ng/dosis, Thacker y col. (1991) no encontraron ningún efecto de la inclusión de relaxina; sin embargo, si hubo diferencias en el porcentaje de preñez, el número total de lechones nacidos y nacidos vivos entre semen líquido (70.9 %, 10.75 y 10.25) y semen congelado (52.2 %, 5.45 y 5.25).

La adición o no de 10 ng de estradiol 17B a la dosis

de semen líquido al inicio y 24 horas después de detectado el estro, como un medio para mejorar los parámetros reproductivos en chanchillas, fue evaluado por Kirkwood y Thacker (1991). El porcentaje de preñez fue diferente entre grupos, pero debido a la variabilidad de los resultados obtenidos en las diferentes localidades en que se hizo el estudio, no se pudo atribuir el incremento obtenido al uso del estradiol como aditivo.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar:

El presente estudio se realizó en la Unidad de Investigación Porcina de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), ubicada en el valle del Zamorano, a 37 km de la capital de Honduras, Tegucigalpa, a una altitud de 800 msnm y bajo una precipitación anual promedio de 1105 mm distribuidos en los meses de mayo a noviembre.

Previo a la etapa experimental se realizó una prueba preliminar, en la que se proporcionó el progestágeno Regumate en el alimento a 14 chanchillas (7 a 12 meses de edad) a razón de 14 mg/cerda/día por 20 días. Esto se hizo con el fin de verificar el buen estado del producto para la sincronización del ciclo estral. Posteriormente se llevaron a cabo dos experimentos que se describen a continuación:

3.2 Experimento No. 1

Inseminación artificial con semen líquido o congelado en cerdas púberes sincronizadas con el progestágeno Regumate (Allyl Trenbolone).

3.2.1 Animales

Se seleccionaron 47 cerdas púberes (7 a 9 meses de edad) de la piara comercial de la EAP, de una composición híbrida variable de las razas Yorkshire, Landrace y Duroc.

3.2.2 Tratamientos

Las chanchillas fueron sincronizadas con el progestágeno Regumate (Allyl Trenbolone) a razón de 14 mg/cerda/día durante 20 días. El producto utilizado es una solución aceitosa al 0.04 % de ingrediente activo.

Los tratamientos experimentales consistieron en dos grupos inseminados, que se identificaron como "Semen Líquido" y "Semen Congelado". Se utilizó semen de los mismos verracos en ambos tratamientos para evitar su efecto sobre los parámetros a evaluar. El semen, de cerdos de las razas Yorkshire, Landrace o Duroc, fue adquirido de la empresa Norteamericana Swine Genetics International (SGI), ubicada en Cambridge, Iowa; de donde fue traído por vía aérea.

I.- Semen Líquido. Este grupo constó de las 21 chanchillas que respondieron primero al progestágeno. Se hicieron dos inseminaciones a tiempo fijo después de detectado el celo, la primera a las 12 y la segunda a las 24 horas después del inicio del celo, ambas con dosis de 85 a 100 cm³ de semen diluido en el diluyente Modena.

II.- Semen Congelado. Estuvo formado por las siguientes 21 chanchillas en presentar celo. Se hicieron dos inseminaciones a tiempo fijo después de detectado el celo, la primera a las 24 y la segunda a las 36 horas después del

inicio del celo, ambas con dosis de 85 a 100 cm³ de semen descongelado y diluido en el diluyente Modena.

3.2.3 Manejo de los animales para la inseminación

Una vez seleccionadas las chanchillas para el experimento, se manejaron en potreros para cerdas gestantes. La alimentación se hizo en comederos con divisiones individuales de tubo, de tal forma que cada cerda recibiera diariamente 2 kg de concentrado de gestación (13 % PC). Los 14 mg de Regumate se proporcionaron en la alimentación diaria durante 20 días, incluidos en el concentrado. Finalizado este periodo se continuó dando el alimento restringido, sin el progestágeno a lo largo de toda la gestación. La detección de celo se inició un día después de remover el producto del alimento, utilizando un verraco marcador de pene desviado, el cual era puesto en contacto con las hembras temprano por la mañana (6:00 a.m.) y en las últimas horas de la tarde (4:30 p.m.). Se tomó como inicio del celo el momento en que la cerda se dejaba montar por el verraco marcador o por otra cerda.

3.2.4 Manejo del semen

Las inseminaciones se hicieron utilizando catéteres desechables tipo Melrose. El manejo del semen se describe a continuación:

I. Semen Líquido. Las dosis arribaron a Honduras, un día después de colectado el semen por la SGI, dentro de una caja de stirofoam que estaba contenida en otra con hielo gelificado de larga duración. Se transfirieron a una unidad de temperatura controlada previamente graduada a 20 °C. Los frascos fueron invertidos dos veces al día para evitar la sedimentación de los componentes del diluyente. El semen líquido se transportó al lugar de inseminación en una caja de styrofoam o en la unidad de refrigeración. La temperatura del semen se incrementó a 25-37 °C antes de hacer las inseminaciones.

II. Semen Congelado. Las pajillas de semen congelado de 5 cm³ se recibieron de los Estados Unidos en un tanque de almacenamiento con nitrógeno líquido. El procedimiento seguido para el descongelamiento de las pajillas de semen congelado fue el siguiente:

a.- El diluyente Modena se preparó vertiendo un sobre del producto comercial en un litro de agua esterilizada que estaba a una temperatura de 20 °C; posteriormente se repartió en los frascos de inseminación dejando un volumen de 80 a 95 cm³ en cada uno.

b.- Las pajillas se descongelaron colocándolas en un Baño María a 50 °C por 45 segundos.

c.- Una vez cortada, se vertió una pajilla de semen por frasco de inseminación con diluyente y después de ser homogeneizada, la dosis se transportó al lugar de

inseminación en una caja de styrofoam o en la unidad de almacenamiento utilizada para guardar el semen fresco. La temperatura se incremento a 25-37 °C antes de hacer la inseminación.

Una vez inseminadas las chanchillas, se verificó la preñez detectando celo 21 días después (18 a 24 días) de la inseminación y haciendo uso de un detector de preñez a partir de los 35 días después de inseminadas. Las cerdas preñadas se trasladaron a la maternidad una semana antes del parto recibiendo 1 lb de melaza como laxante en la dieta hasta el día del parto.

3.2.5 Variables Medidas

- Días desde el retiro del progestágeno Regumate hasta manifestación de celo.
- Porcentaje de preñez obtenido en cada tratamiento.
- Número de lechones por camada (total y vivos).
- Peso de los lechones al nacimiento (individual y total).

3.2.6 Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos y 21 repeticiones por tratamiento. El porcentaje de preñez se analizó por medio de la prueba de Chi-cuadrado y las variables medidas en las camadas se sometieron a un análisis de varianza y prueba de Duncan

para separación de medias. Todos los análisis se hicieron a un nivel de probabilidad de 0.05.

3.3 Experimento No. 2

Inseminación artificial con semen líquido a diferentes días de colectado en cerdas sincronizadas con destete simultáneo.

3.3.1 Animales

Para este experimento se utilizaron un total de 30 cerdas del Experimento No. 1, las cuales se destetaron el mismo día con aproximadamente 35 días de lactancia, y dos cerdas adultas, una de segundo y otra de quinto parto. Las cerdas se inseminaron con semen colectado de 5 verracos, 3 de las razas Yorkshire, Landrace y Duroc, y 2 verracos híbridos de la Pig Improvement Company (PIC), que son los que se utilizan normalmente en monta natural en la sección de cerdos de la EAP.

3.3.2 Tratamientos

Los 3 tratamientos consistieron en dos inseminaciones con semen líquido realizadas a cero (TI), tres (TII) o cinco (TIII) días después de colectado el semen. Dos cerdas del Experimento No. 1 no recibieron los tratamientos de IA, con lo que quedaron asignadas a cada tratamiento (cero, tres y cinco días) diferente número de repeticiones (8, 12 y 10, respectivamente). Las cerdas de tercero y

quinto parto fueron inseminadas con semen de tres días. En todos los tratamientos la primera inseminación se hizo a las 24 y la segunda a las 36 horas después del inicio del celo.

3.3.3 Manejo de los Animales para la inseminación

El manejo se hizo de la misma forma que en el Experimento No. 1, con la diferencia que la sincronización del estro se logró por medio del destete simultáneo y no utilizando el progestágeno Regumate.

La colección de semen de los verracos se hizo en días alternos para permitir un descanso entre recolecciones.

3.3.4 Manejo del Semen

Las recolecciones de semen se hicieron manualmente, utilizando un banco de monta o cerdas en celo. Las diluciones de los eyaculados de alta concentración se hicieron por una apreciación del color del eyaculado,

CUADRO 4. GUIA PARA DILUIR SEMEN LIQUIDO

APARIENCIA	RELACION DE DILUCION SEMEN : DILUYENTE
CREMOSO	1 : 7 A 1 : 12
LECHOSO	1 : 4 A 1 : 7
COMO SUERO	1 : 2 A 1 : 4

SGI

utilizando la recomendación de la SGI como se observa en el Cuadro 4.

En el caso de los eyaculados de concentración baja se usó el conteo de espermatozoides para obtener dosis con una concentración de 3×10^9 espermatozoides. El semen colectado se colocó en un recipiente térmico y se determinó su temperatura antes de hacer la dilución. El diluyente se llevó a la temperatura del semen por medio de un Baño María y a continuación se procedió a mezclar ambos y a colocarlos en frascos de inseminación. El manejo posterior fue similar al del semen líquido del Experimento No. 1.

3.3.5 Variables Medidas

- Días desde el destete hasta manifestación de celo.
- Porcentaje de preñez total y por tratamiento.
- Número de lechones por camada (total y vivos)
- Peso de los lechones al nacimiento (individual y total).

3.3.6 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y diferente número de repeticiones por tratamiento. El análisis estadístico se hizo igual que para el Experimento No. 1.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan, en forma separada, los resultados obtenidos en los 2 experimentos realizados:

4.1 Experimento No. 1

Inseminación artificial con semen líquido o congelado en cerdas púberes sincronizadas con el progestágeno Regumate (Allyl Trenbolone).

4.1.1 Manifestación del Estro

Los resultados obtenidos, en la sincronización del ciclo estral de las 47 cerdas púberes a las que se les proporcionó el progestágeno Regumate, se presentan en el Cuadro 5 y la Figura 3.

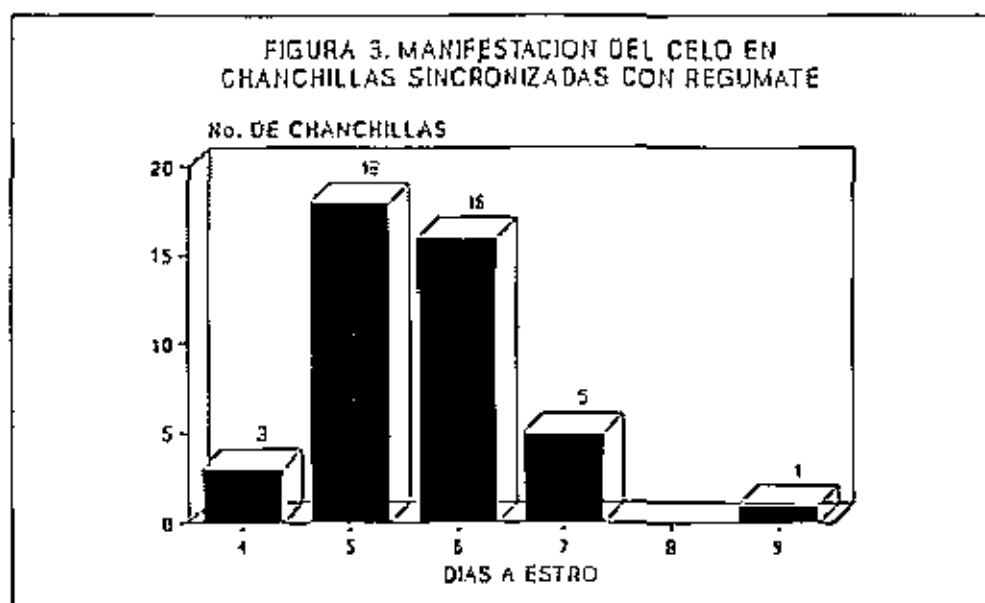
CUADRO 5. MANIFESTACION DEL ESTRO EN CERDAS PUBERES SINCRONIZADAS CON EL PROGESTAGENO REGUMATE (Allyl Trenbolone)

	DIA DEL ESTRO						NO EN ESTRO
	4	5	6	7	8	9	
No.	3	18	16	5		1	4
%	6.4	38.3	34.0	10.7		2.1	8.5

Total de chanchillas tratadas = 47
Ultimo día de administración de Regumate

Se observa que el estro se sincronizó eficazmente después del tratamiento con Regumate ya que el intervalo

promedio desde el último día de administración del progestágeno hasta el estro fue de 5.6 días con una desviación standard de 0.95. Solamente cuatro cerdas tratadas no respondieron al producto y se enviaron a rastro. Al observar los tractos reproductivos de estos animales se encontró que dos tenían folículos atrésicos, una poseía cuerpos albicanos y en la última se estaba dando una vascularización de los folículos, lo que indica que estaba próxima a entrar en celo.



Al séptimo día el 89 % de las cerdas tratadas presentaron celo (Figura 3). Estos resultados difieren un poco de los obtenidos por Mendoza (1990) en un estudio previo en la E.A.P, quien reporta que la manifestación del estro se presentaba en promedio en 4.4 días , o sea 1.2 días más temprano, al utilizar la misma dosis de Regumate.

Esto puede atribuirse a que en el presente experimento se trabajo con un grupo más grande de cerdas o a que puede existir un efecto estacional. La respuesta a esto fue similar a la que reportan Kraeling y col. (1981) bajo la dosis de 20 mg/cerda/día, y Pursel y col. (1981) utilizando 15 mg/cerda/día, por 18 días en ambos casos.

4.1.2 Porcentaje de preñez

Los porcentajes de preñez observados se presentan en el Cuadro 6. Al realizar la prueba de Chi-cuadrado no se encontró diferencia significativa entre las cerdas inseminadas con semen líquido vs. congelado.

CUADRO 6. PORCENTAJE DE PREÑEZ EN CHANCHILLAS SINCRONIZADAS CON REGUMATE E INSEMINADAS CON SEMEN LIQUIDO O CONGELADO

TIPO DE SEMEN	No. DE CHANCHILLAS		%
	INSEMINADAS	PREÑADAS	
LIQUIDO	21	15	71.4
CONGELADO	21	16	76.2

Con semen líquido se obtuvo 71.4 % de preñez. Este resultado es algo inferior a los obtenidos por Johnson y col. (1982) quienes reportan un porcentaje de preñez de 82

‡ al usar semen líquido extendido con el diluyente Kiev, haciendo uso del servicio de envío de semen. Sin embargo el resultado del presente estudio es superior al que los mismos autores reportaron para el diluyente Modena (Anexo 11), con el que se obtuvo un porcentaje de preñez de 58.1 ‡, usando semen de tres días después de recolectado. En el presente experimento el semen líquido se aplicó en el tercer y cuarto día después de ser colectado, lo cual aún está comprendido en el periodo de viabilidad del semen asegurado por la SGI, que es de 7 días. El relativo menor porcentaje de preñez puede ser atribuible a que aún no se cuenta con las condiciones adecuadas de transporte para importar semen líquido. En respaldo a esta explicación están los resultados obtenidos en el Experimento No. 2 que se presentan posteriormente, en el que con semen líquido colectado en la Unidad de Investigación Porcina de la EAP y extendido en el diluyente Modena, se obtuvo un porcentaje de preñez de 84.4 ‡.

Con semen congelado se obtuvo un porcentaje de preñez de 76.2 ‡, valor que es superior al que obtuvieron Johnson y col.; 1982 (61 ‡), Harbison y col.; 1987 (55 ‡) y Thacker y col.; 1991 (47.1 ‡) al utilizar el diluyente Bestville. No se ha encontrado en la literatura resultados de semen congelado y diluido en el diluyente Modena, pero por el presente trabajo se observa que estos resultados son muy superiores a los obtenidos con otros diluyentes. El semen

congelado se procesó unos días antes que el semen líquido y provenía de los mismos verracos para ambos tratamientos. Aalbers y col. (datos sin publicar, citados por Johnson y col. 1982), al utilizar semen congelado, no obtuvieron diferencia en el porcentaje de preñez con semen almacenado de 1 a 15 días ni con semen de más de 90 días; es por ello, que el alto porcentaje de preñez logrado no se podría atribuir al corto período de almacenamiento del semen, sino más bien al hecho de que la técnica de congelamiento del semen de verraco ha mejorado notablemente estos últimos años.

4.1.3 Tamaño y peso de camada

No se encontró diferencia estadística en el tamaño y peso de camada al utilizar semen líquido o congelado (Cuadro 7).

CUADRO 7. TAMAÑO Y PESO DE CAMADA EN CHANCHILLAS SINCRONIZADAS CON REGUMATE E INSEMINADAS CON SEMEN LIQUIDO O CONGELADO.

TIPO DE SEMEN	LECHONES NACIDOS		PESO (kg)	
	TOTAL	VIVOS	CAMADA	LECHON
LIQUIDO	8.71	8.14	10.75	1.39
CONGELADO	8.25	8.06	10.56	1.37

Esto difiere de los resultados reportados por Johnson y col. (1981), quienes obtuvieron 2.8 lechones vivos más por camada (10.6 vs. 7.4) al utilizar semen líquido que con semen congelado. Thacker y col. (1991), presentaron resultados en los que la diferencia es aún mayor, produciendo 10.25 lechones con semen líquido y 5.25 con semen congelado. Un total de 11.6 y 8.1 lechones nacidos vivos se obtuvieron al utilizar semen líquido y congelado, respectivamente (Harbison y col., 1987). Las diferencias en el peso individual de los lechones al nacimiento (1.6 kg vs 1.8 kg) que encontraron Thacker y col. (1991), es debida a la diferencia en el tamaño de la camada. Estos resultados inferiores con semen congelado se han atribuido principalmente, al daño que el congelamiento causa sobre las células espermáticas y al hecho de que el semen congelado tiene un tiempo de vida en el útero más reducido que el semen líquido. Por esta razón es necesario precisar el momento óptimo para hacer las inseminaciones.

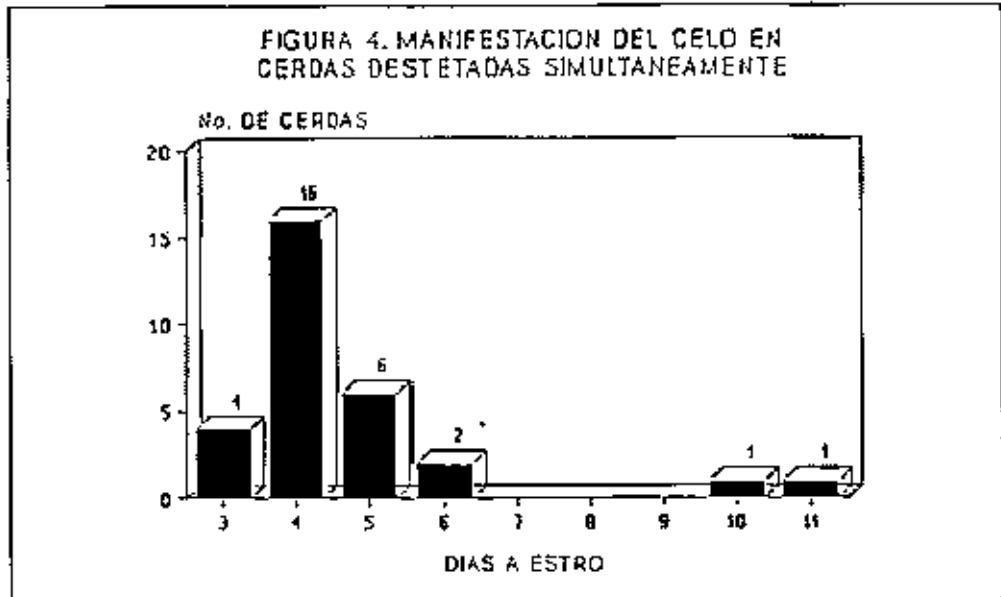
4.2 Experimento No. 2

Inseminación artificial con semen líquido a diferentes días de colectado en cerdas sincronizadas con destete simultáneo.

4.2.1 Manifestación del estro

Los datos relativos a la presentación del estro postdestete se presentan en la Figura 4. Se observa que al

séptimo día después del destete, el 93.3 % de las cerdas de primer parto presentaron celo, pero en una forma algo más dispersa que en el Experimento No. 1, en el que se



sincronizó a chanchillas con el progestágeno Regumate.

En la piara de cerdos de la EAP, al analizar el comportamiento de la manifestación del estro postdestete de cerdas durante los últimos 7 años, se observa que el 78.5 % de las cerdas han presentado celo antes de los doce días después del destete.

En la Figura 4 se observa que a pesar de la dispersión, se puede tener cierta seguridad del momento postdestete en que las cerdas presentaran celo, lo que permite programar en forma práctica la inseminación a nivel de fincas con semen líquido y hacer las recolecciones de semen en el momento más adecuado. Todo ello, tomando en

cuenta el esquema de producción de la explotación.

4.2.2 Porcentaje de preñez

Al hacer la prueba de Chi-cuadrado no se encontró diferencia significativa en el porcentaje de preñez al inseminar con semen de cinco (70 %), de tres (100%), o semen aplicado el mismo día de la recolección (75 %) (Cuadro 8).

CUADRO 8. PORCENTAJE DE PREÑEZ AL INSEMINAR A DIFERENTES DIAS DESPUES DE LA RECOLECCION CON SEMEN EXTENDIDO EN EL DILUYENTE MODENA

EDAD DEL SEMEN (DIAS)	No. DE CERDAS		%
	INSEMINADAS	PREÑADAS	
CERO	8	6	75
TRES	12	12	100
CINCO	10	7	70

Estos resultados, que obviamente están afectados por el relativo bajo número de cerdas empleado, son en general los que se obtienen cuando el semen es utilizado en el período de viabilidad asegurada por los fabricantes del diluyente comercial. El porcentaje de preñez global, sin tomar en cuenta la edad del semen, fue de 84.38 %, el cual es superior al obtenido en el Experimento No. 1, al

utilizar semen fresco importado y similar al que han obtenido con dos inseminaciones otros autores como Souza y col. (1984), Johnson y col. (1981), Johnson y col. (1982).

4.2.3 Tamaño y peso de la camada

Los parámetros de tamaño y peso de la camada al nacimiento fueron similares para los tres tratamientos (Cuadro 9).

EDAD DEL SEMEN (días)	LECHONES NACIDOS		PESO (kg)	
	TOTAL	VIVOS	CAMADA	LECHON
CERO	9.00	9.00	13.87	1.53
TRES	9.64	9.09	12.59	1.41
CINCO	9.57	8.27	13.03	1.66

No hubo diferencia estadística en el número del total de lechones nacidos y nacidos vivos al inseminar con semen de cero, tres o cinco días (9.0, 9.64, 9.57 y 9.0, 9.09, 8.29, respectivamente). Tampoco se encontró diferencia en el peso global de la camada (13.87, 12.59, 13.03 kg) e individual por lechón (1.53, 1.41, 1.66 kg). Estos resultados son semejantes a los obtenidos por diversos autores al utilizar semen fresco (ver Anexo 11).

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en los dos experimentos y bajo las condiciones en que estos se llevaron a cabo, se pueden plantear las siguientes conclusiones:

1. El uso de progestágenos es una excelente herramienta para sincronizar los celos de hembras primerizas, práctica que es necesaria para hacer uso del servicio de envío de semen líquido, debido al corto tiempo de vida del semen.
2. No hay diferencia en el porcentaje de preñez ni en el tamaño y peso de la camada al utilizar semen líquido o congelado importado conservado en el diluyente Modena y aplicado a cerdas púberes sincronizadas. Por lo tanto, basado en estos resultados preliminares y debido a las dificultades de transporte, sería más recomendable importar semen congelado ya que este se puede almacenar por un período más largo de tiempo.
3. En hembras adultas a pesar de que la manifestación del celo es un poco más dispersa, cuando esta se logra con el destete simultáneo, comparado con la que se obtiene con el progestágeno Regumate, permite perfectamente la utilización de la IA con semen líquido.

4. No hay diferencia en el porcentaje de preñez ni en el tamaño y peso de camada al inseminar con semen diluido en el diluyente Modena y aplicado hasta el día cinco después de ser colectado. Esto facilitaría el uso de esta técnica a nivel de fincas individuales o el establecimiento de un servicio de inseminación.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- 1.- Hacer más experimentos con semen importado congelado, para aumentar la confiabilidad de esta técnica.
- 2.- Hacer experimentos de inseminación artificial a nivel de fincas con semen líquido, para evaluar esta técnica y la factibilidad de dar el servicio de I.A. para plantales porcinos localizados en el area de influencia de la EAP.
- 3.- Trabajar con diferentes tipos de diluyentes y evaluar la efectividad y costo de estos.

BIBLIOTECA WILSON JOFENSE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APATIADO DE
TERUCIRALPA HONDURAS

VII. RESUMEN

Se realizaron dos experimentos de IA con cerdas. En el Experimento No. 1 el progestágeno sintético Regumate (Allyl Trenbolone), se proporcionó en el alimento a 47 cerdas púberes (7 a 9 meses de edad) en la dosis de 14 mg/día/cerda por 20 días. La detección del celo se hizo dos veces al día después del retiro del progestágeno. De las 42 chanchillas que presentaron estro, 21 se inseminaron artificialmente con semen líquido (SL) a las 12 y 24 horas, y 21 con semen congelado (SC) a las 24 y 36 horas después de iniciado el estro. El celo se manifestó entre los 4 y 7 días después del retiro de Regumate, con un promedio de 5.6 días y una desviación standard de 0.95. El semen utilizado fue importado de los Estados Unidos. No hubo diferencia en el porcentaje de preñez entre SL (71.43 %) y SC (76.19 %). El promedio del total de lechones nacidos y nacidos vivos tampoco fue diferente entre los tipos de semen (8.71 vs 8.25 y 8.14 vs 8.06 para SL y SC, respectivamente). El peso promedio por camada y lechón fue 10.75 y 1.39 kg para SL y 10.66 y 1.37 para SC, sin ser estos promedios diferentes ($P > .05$). En el Experimento No. 2 se destetaron 30 cerdas el mismo día y se inseminaron a las 24 y 36 horas después de iniciado el celo con semen colectado en finca; 10 con semen colectado el mismo día (0d), 12 con semen de tres días (3d) y 10 con semen de

cinco días (5d). La manifestación del celo postdestete se dio en un promedio de 4.6 días. No se encontró diferencias en el porcentaje de preñez con semen de 0d (75 %), 3d (100 %) y 5d (70 %). Tampoco hubo diferencias en el total de nacidos, nacidos vivos, peso total de camada y peso individual por lechón entre los tres tratamientos ($P > .05$). Los valores observados en el mismo orden fueron de 9.0, 9.0, 13.87 y 1.53 para 0d; 9.64, 9.09, 12.59 y 1.41 para 3d y 9.57, 8.29, 13.03 y 1.66 para 5d.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- BEARDEN, H.J.; FUQUAY, J. 1982. Reproducción animal aplicada. Trad. por Hector Sumano y Luis Ocampo. México, Editorial El Manual Moderno. 358 p.
- DAVIS, D.; KNIGHT, J.; KILLIAN, D.; DAY, B. 1979. Control of estrus in gilts with a progestagen. *J. Anim. Sci.* 49(6): 831-835.
- DA SILVEIRA, F.R.S.; MUNARI, J.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I. 1986. Comparison between natural mating and artificial insemination in swine. *Pesq. agropes. bras.* 21(3): 311-316.
- GORDON, I. 1983. Controlled breeding in farm animals. Oxford, Pergamon Press. 436 p.
- HAFEZ, E.S.E. 1987. Reproducción e inseminación artificial en animales. Trad. por Luis Ocampo, Carlos García y Hector Sumano. 5 ed. México, McGraw-Hill. 694 p.
- HARBISON, S; KIRKWOOD, R; AMERNE, F; SATHER, A. 1987. Reproductive performance of sows inseminated with fresh or thawed semen: influence of insemination at a fixed time or as indicated by changes in vaginal mucus conductivity. *Can. J. Anim. Sci.* 67: 865-867.
- HUGHES, P.E. 1982. Factors affecting the natural attainment of puberty in the gilt. En COLE, D.J.A.; FOXCROFT, G.R. Control of pig reproduction. London, Butterworths. p. 117-138.
- JOHNSON, L.A.; AALBERS, J.G.; WILLEMS, C.M.T.; SYBESMA, W. 1981. Use of boar spermatozoa for artificial insemination: fertilizing capacity of fresh and frozen spermatozoa in sows on 36 farms. *J. Anim. Sci.* 52(5): 1130-1135.
- JOHNSON, L.A.; AALBERS, J.G.; ARTS, J. 1982. Use of boar spermatozoa for artificial insemination: fertilizing capacity of fresh and frozen spermatozoa in gilts inseminated either at a fixed time or according to walsmeta readings. *J. Anim. Sci.* 54(1): 126-131.

- KEMP, B.; BAKKER, C. M.; DEN HARTOG, L. A.; VERSTEGEN, M. W. A. 1991. The effect of semen collection frequency and food intake on semen production in breeding boars. *Animal Prod.* 52: 355-360.
- KIRKWOOD, R.N.; AHERNE, F. 1988. The influence of feeding Allyl Trenbolone during late lactation on the reproductive performance of primiparous and multiparous sows. *Can. Vet. J.* 29: 68-69.
- KIRKWOOD, R.N.; THACKER, P.A. 1991. The influence of adding estradiol to semen on reproductive performance of sows. *Can J. Anim. Sci.* 71: 589-591.
- KRAELING, R.; DZIUK, P.; PURSEL, V.; RAMPACEK, G. 1981. Synchronization of estrus in swine with Allyl trenbolone (RU-2267). *J. Anim. Sci.* 52(4):831-835.
- MAROTTA, E; LAGRECA, L. 1985. La cerda: anatomía genital y pubertad. *Rev. Med. Vet.* 66:264-270.
- MARTIN, S. 1982. Reproducción e inseminación artificial porcina. Barcelona, España, Editorial Aedos. p. 50-124.
- MARTIN, S. 1987. Inseminación artificial en cerdos: posibilidades de mejora futura en el desarrollo reproductivo. *Med. Vet.* 4(4): 8 p.
- MAZZARI, G. 1983. Control de la reproducción e inseminación artificial en cerdos. *Fonaiap Divulga*, (Ven.). 2(15): 11-14.
- MENDOZA, R. 1990. Sincronización del ciclo estral en cerdas puberes usando progestágenos. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 52 p.
- PATTERSON, A.M. 1982. The controlled induction of puberty. En COLE, D.J.A.; FOXCROFT, G.R. Control of pig reproduction. London, Butterworths. p. 139-159.
- PURSEL, V; JOHNSON, L. 1975. Freezing of boar spermatozoa: fertilizing capacity with concentrated semen and a new thawing procedure. *J. Anim. Sci.* 40(1): 99-102.

- PURSEL, V; ELLIOT, D.; NEWMAN, C.; STAIGMILLER, R. 1981. Synchronization of estrus in gilts with Allyl Trenbolone: Fecundity after natural service and insemination with frozen semen. *J. Anim. Sci.* 52(1): 130-133.
- REED, H. 1982. Artificial Insemination. En COLE D.J.A.; FOXCROFT, G.R. Control of pig reproduction. London, Butterworths. p. 65-90.
- REDMER, D.; DAY, B. 1981. Ovarian activity and hormonal patterns in gilts fed Allyl Trenbolone. *J. Anim. Sci.* 53(4): 1888-1894.
- SWINE GENETICS INTERNATIONAL. AI manual. Cambridge, Iowa.
- SLIJKHUIS, A.; SCHNEIJDENBERG, T. 1987. The influence of single or double insemination in the reproductive performance of sows. *Res. Rep. P.* 1(3): 42 p.
- SOUZA, P.; WENTZ, I.; RIBEIRO, A. 1984. Reproductive performance of sows inseminated once or twice using semen stored in kiev extender. *Pesq. Agropec. bras.* 17(9): 909-913.
- STEVENSON, J; DAVIS, D. 1982. Estrous synchronization and fertility in gilts after 14- or 18-day feeding of Altrenogest beginning at estrus or diestrus. *J. Anim. Sci.* 55(1): 119-123.
- THACKER, P.A.; GOONERATNE, A.D.; KIRKWOOD, R.N. 1991. The influence of purified porcine relaxin on the reproductive performance of sows following artificial insemination with fresh or frozen semen. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 237-239.
- ZAVOS, P; LIPTRAP, D. 1987. Procedures for collection, evaluation, dilution and artificial insemination of boar spermatozoa. *Agri-Practice - Swine Reproduction.* p. 19-23.

Anexo 1. Análisis de varianza del total de lechones nacidos en el Experimento No. 1.

FUENTE P	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
TRATAMIENTOS	1	1.610	1.610	0.16
ERROR	28	281.857	10.066	
TOTAL	29	283.467		

MEDIA TOTAL = 8.467

SUMA TOTAL = 254.000

TOTAL DE DATOS (REPETICIONES) = 30

COEFICIENTE DE VARIACION = 37.47 %

Anexo 2. Análisis de varianza del número de lechones nacidos vivos en el Experimento No. 1.

FUENTE P	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
TRATAMIENTOS	1	0.048	0.048	0.006
ERROR	28	236.652	8.452	
TOTAL	29	236.700		

MEDIA TOTAL = 8.100

SUMA TOTAL = 243.000

TOTAL DE DATOS (REPETICIONES) = 30

COEFICIENTE DE VARIACION = 35.89 %

Anexo 3. Análisis de varianza del peso total de la camada (kg) en el Experimento No. 1.

FUENTE P	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
TRATAMIENTOS	1	0.061	0.061	0.006
ERROR	28	275.602	9.843	
TOTAL	29	275.662		

MEDIA TOTAL = 10.698

SUMA TOTAL = 320.950

TOTAL DE DATOS (REPETICIONES) = 30

COEFICIENTE DE VARIACION = 29.33 %

Anexo 4. Análisis de varianza del peso promedio por lechón (kg) en el Experimento No. 1.

FUENTE P	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
TRATAMIENTOS	1	0.003	0.003	0.037
ERROR	28	2.072	0.074	
TOTAL	29	2.075		

MEDIA TOTAL = 1.379

SUMA TOTAL = 41.358

TOTAL DE DATOS (REPETICIONES) = 30

COEFICIENTE DE VARIACION = 19.73 %

Anexo 5. Prueba de Chi-cuadrado para el porcentaje de preñez en el Experimento No. 1.

CLASES	OBSERVADO(O)	ESPERADO(E)	$(O-E - 0.5)^2 / E$
FRESCO	15	21	1.44
CONGELADO	16	21	0.96
			2.40 = χ^2

$$\chi^2 (0.05) (1) = 3.841$$

Anexo 6. Análisis de varianza del total de lechones nacidos en el Experimento No. 2.

FUENTE P	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
TRATAMIENTOS	2	1.479	0.740	0.062
ERROR	20	238.260	11.913	
TOTAL	22	239.739		

MEDIA TOTAL = 9.478

SUMA TOTAL = 218.000

TOTAL DE DATOS (REPETICIONES) = 23

COEFICIENTE DE VARIACION = 36.42 %

Anexo 7. Análisis de varianza del número de lechones nacidos vivos en el Experimento No. 2.

FUENTE P	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
TRATAMIENTOS	2	2.967	1.483	0.129
ERROR	20	230.338	11.517	
TOTAL	22	233.304		

MEDIA TOTAL = 8.826

SUMA TOTAL = 203.000

TOTAL DE DATOS (REPETICIONES) = 23

COEFICIENTE DE VARIACION = 38.45 %

Anexo 8. Análisis de varianza del peso total de la camada (kg) en el Experimento No. 2.

FUENTE P	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
TRATAMIENTOS	2	5.675	2.838	0.127
ERROR	20	447.467	22.373	
TOTAL	22	453.142		

MEDIA TOTAL = 13.002

SUMA TOTAL = 299.050

TOTAL DE DATOS (REPETICIONES) = 23

COEFICIENTE DE VARIACION = 36.38 %

Anexo 9. Análisis de varianza del peso promedio por lechón (kg) en el Experimento No. 2.

FUENTE P	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F
TRATAMIENTOS	2	0.279	0.140	1.975
ERROR	20	1.413	0.071	
TOTAL	22	1.692		

MEDIA TOTAL = 1.513

SUMA TOTAL = 34.799

TOTAL DE DATOS (REPETICIONES) = 23

COEFICIENTE DE VARIACION = 17.57 %

Anexo 10. Prueba de Chi-cuadrado para el porcentaje de preñez en el Experimento No. 2.

CLASES	OBSERVADO (O)	ESPERADO (E)	$(\{O-E\} - 0.5)^2$
0 DIAS	6	8	0.50
3 DIAS	12	12	0.00
5 DIAS	7	10	0.90
			1.40 = X^2

$$X^2 (0.05) (2) = 5.99$$

Anexo 11. Comparación de resultados de fertilidad obtenidos con diferentes diluyentes de semen líquido.

REFERENCIA	DILUYENTE	EDAD SEMEN	FERTILIDAD %	No PROM. NACIDOS		
Swensson (1977)	IVT	1-3 días	65.3	10.9		
		SCK7	5-6 días	44.8	9.1	
	SCK7	1-3 días	88.3			
		día 4	83.0			
		día 5	82.0			
		día 6	80.0			
Fischer-Pereira Cunha (1979)	Kiev	día 1	62.96	10.3		
		día 2	64.18	9.9		
		Total	63.69	10.1		
	SCK7	día 1	69.36	9.9		
		día 2	66.11	9.1		
		día 3	57.27	9.7		
		día 4	68.99	9.6		
		día 5	59.34	8.4		
	Larsson et al. (1979)	IVT	0-12 h	63.3	11.4	
			13-36 h	64.8	11.4	
37-60 h			63.7	11.9		
Total			64.3			
Kiev		0-12 h	64.5	11.0		
		13-36 h	60.8	11.6		
		37-61 h	65.1	11.2		
		Total	62.6			
		Johnson et al. (1980)	Kiev	1-3 días	69.3	10.1
				BL-1	1-3 días	60.5
Kiev y BL-1	día 1		70.2	10.4		
	día 2		65.9	9.8		
	día 3		58.7	9.5		
Kuiper y Haas (1980)	IVT	1-2 días	78.1	10.92		
	Kiev	1-2 días	79.2	10.84		
Paquignon et al. (1980)	Kiev	día 1	69.1	10.2		
		día 2	76.2	9.6		
		día 3	68.8	11.7		
		día 4	81.3	8.8		
		día 5	61.2	7.8		
		Total	72.5	10.3		
		día 1	63.2	11.4		
		día 2	70.5	10.8		
		día 3	60.0	11.0		
		Total	66.2	11.0		

REFERENCIA	DILUYENTE	EDAD SEMEN	FERTILIDAD %	No PROM. NACIDOS
Paquignon et al.	BL-1	día 1	66.7	
		día 2	70.6	
		día 3	81.2	
		Total	71.3	
	SCK7	día 4	81.5	
		día 5	48.2	
		día 6	61.3	
		día 7	63.2	
Total	63.5			
Reed (1981)	IVT	1-4 días	70.8	9.9
	Kiev	1-4 días	71.6	9.7
Johnson (1984)	Kiev	día 1	79.1	9.9
		día 1	74.5	9.5
		día 2	68.8	9.0
		día 3	64.7	9.2
	BL-1	día 1	65.9	9.5
		día 2	62.9	8.9
		día 3	52.7	8.3
	Kiev	día 1	72.6	9.5
	BL-1	día 1	73.9	10.1
	BTS	día 3	74.6	10.1
	Kiev	día 3	71.4	9.5
	Zolersco	día 3	65.2	9.4
	BTS	día 3	74.8	9.6
	Kiev	día 3	62.9	9.8
Modena	día 3	58.1	9.8	
BTS	día 1	80.3	10.2	
BTS	día 2	78.9	10.1	
Martin Rillo	MR-A	día 1	84.2	9.9
		día 2	82.5	10.4
		día 3	84.6	9.8
		día 4	86.7	10.1
		día 5	81.3	10.2
		día 6	84.2	9.7
		día 7	79.1	9.5
Pérez Lys et al.	MR-A	7-8 días	76.1	8.5
		8-9 días	70.3	8.1
	Zolersco	7-8 días	66.6	8.2
		8-9 días	51.2	7.8

MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION (Datos sin publicar), Johnson y Aalbers (1984), Pérez Lys y col. (1984), Martin Rillo y col. (1984)