

122
2Ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**Diagnóstico temprano de gestación y
predicción del parto en cerdas medi-
ante la resistencia eléctrica de las se-
creciones cervico-vaginales .**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A

Damián López Jiménez

Asesores : M. V. Z. Joaquín Becerril Angeles
M. V. Z. Roberto G. Martínez Gamba
M. V. Z. Mario E. Haro Tirado
M. V. Z. Ricardo Navarro Fierro



MEXICO , D . F .

1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
MATERIAL Y METODOS	12
RESULTADOS	16
DISCUSION	18
LITERATURA CITADA	22
FIGURAS	26
CUADROS	34

RESUMEN

LOPEZ JIMENEZ DAMIAN. Diagnóstico temprano de gestación y predicción del parto en cerdas mediante la resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales (bajo la dirección de: Joaquín Becerril Angeles, Roberto G. Martínez Gamba, Mario E. Haro Tirado y Ricardo Navarro Fierro).

Fueron utilizadas un total de 80 cerdas de primero a décimo parto divididas en 2 grupos experimentales de 40 cada uno. El experimento 1 tuvo como objetivo evaluar la efectividad del diagnóstico de gestación por determinación de la resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales (RESCV). Las lecturas de la RESCV fueron tomadas del día 18 al día 24 después del servicio. Del día 19 al 22 las lecturas fueron más altas en hembras no gestantes en comparación con las hembras gestantes ($P < 0.01$). El punto óptimo estimado para el diagnóstico fue de 45.4 ($\times 100\Omega$) con probabilidades de 80 y 100% en la sensibilidad y especificidad respectivamente a los 20 días posterior al servicio. El experimento 2 tuvo como objetivo analizar los cambios en la RESCV durante el período próximo al parto para predecir su inicio. Las lecturas fueron tomadas diariamente a partir del día 110 de gestación y después del día 112 dos veces diarias hasta el parto. La RESCV disminuyó conforme se acercó el parto con una caída altamente significativa 16 horas antes del parto ($P < 0.01$). El punto estimado para predecir la cercanía del parto fue de 37.5 ($\times 100\Omega$) a 16 horas de dicho evento, con 67.5% de sensibilidad y 55% de especificidad. El nivel de RESCV en los días anteriores al parto varía con el número de parto ($P < 0.05$), pero no fue influido por la duración de la gestación. Estos resultados indican que la RESCV provee indicios importantes para el diagnóstico temprano de la gestación en la cerda y sugiere que puede ser de utilidad para predecir el parto.

I. INTRODUCCION

A. Problema a investigar.

La industria porcina está siendo objeto de una importante transformación, ya que por un lado los efectos de la crisis económica actual, y por otro la necesidad de adoptar medidas inmediatas para hacer frente a todos los factores que influyen en la productividad han ocasionado que cada día se obtenga mayor eficiencia y que de esta manera la actividad sea rentable (1).

En estos momentos la producción pecuaria, especialmente la porcicultura requiere darle importancia a los aspectos reproductivos, si tomamos en cuenta que estos son los de mayor relevancia para la optimización de la productividad en las explotaciones porcinas. El principal criterio para evaluar el rendimiento reproductivo de la cerda es el número y peso de los lechones por parto y año (17).

Para mejorar los rendimientos productivos de una granja porcina y hacer más efectiva la aplicación de la asistencia técnica en materia reproductiva, es de vital importancia realizar el diagnóstico de gestación de una manera rutinaria, ya que aún, en los hatos más eficientes, un 10 a un 15 por ciento de las cerdas no quedan gestantes a primer servicio (1). Por esta razón es necesario implementar un diagnóstico de gestación efectivo tan pronto como sea posible después del apareamiento o de la inseminación artificial (IA), reconociendo al animal improductivo en una etapa temprana, de manera que pueda ser estimulado para ser nuevamente servido o eliminado de acuerdo a las circunstancias (7). Esto reduciría las pérdidas económicas por días abiertos prolongados y que repercuten en un intervalo entre partos más amplios (7,14,17,25).

Por otra parte, el período periparturiente es una de las etapas más críticas del proceso de la producción porcina en cuanto al bienestar tanto de la cerda como de los lechones. Muchos de los problemas que se presentan están íntimamente relacionados con la falta de asistencia du-

rante el parto, y esto se debe quizás a que los signos de parto inminente son bastantes imprecisos y requieren del conocimiento individual de los animales por parte del encargado (6,19). Cabe agregar que la mayoría de las cerdas paren en horas no laborales, es decir, por las noches (4). Todo esto da lugar a problemas asociados a las cerdas como son una considerable mortalidad en la lechigada al momento del nacimiento, agalactia y algunas complicaciones como las infecciones subsecuentes al parto, que deterioran la capacidad reproductiva de las hembras que sufren este padecimiento.

B. Revisión de la literatura

1. Diagnóstico de gestación

Se cuenta con diversas técnicas para realizar el diagnóstico de la gestación. Los principales métodos de que se dispone son los siguientes:

a) Retorno a calor. Es el método más antiguo y todavía muy utilizado para determinar que una cerda está gestante. Consiste en la observación de que la cerda vuelva a presentar signos de estro entre 18 a 24 días después de que fue servida. Pero esto además de que requiere un mayor manejo de los animales, disponibilidad de tiempo y de mantener, en algunos casos, un macho recelador, puede ocasionar errores en los casos de que las cerdas no repitan calor no estando gestantes como puede ser el caso de hembras que han sufrido de muerte embrionaria total temprana (2).

b) Palpación rectal. Es un método manual que puede ser de aplicación práctica en condiciones de campo. Se basa en detectar cambios en el carácter de la pulsación de la arteria uterina media, lo cual se aprecia mejor después de la sexta semana subsecuente al servicio. Durante el examen, es importante no confundir la arteria uterina media con la iliaca externa, la cual corre por la misma región. De las ventajas con este método se menciona su determinación inmediata, así como prescindir del apoyo de aparatos o técnicas de laboratorio. Algunas desventajas son su aplicación tardía y la dificultad para examinar por vía rectal a cerdas

jóvenes, así como la necesidad de que el examen sea realizado por una persona cuidadosa y con experiencia (2). Con esta prueba se puede confirmar la gestación con 80 a 100 por ciento de confiabilidad, en tanto que la seguridad en el diagnóstico de no gestante es, por lo general, de sólo 50 por ciento (7).

c) Biopsia vaginal. Es un método relativamente sencillo de llevar a cabo. Para esto es necesario tomar una muestra de mucosa vaginal utilizando una pinza de Done y realizar su procesamiento histológico para determinar al microscopio, el número de capas celulares del epitelio vaginal. La prueba deberá ser efectuada desde los 20 días después del servicio hasta la fecha del parto. La prueba confirma la gestación con un 90-100 por ciento de confiabilidad y de casi 75 por ciento la confirmación de animales vacíos. Por lo general, se dispone de los resultados 2 ó 3 días después de obtenida la muestra. Es indispensable el conocer con certeza el día en que la muestra ha sido tomada y la fecha de servicio ya que de no ser así, se pueden obtener diagnósticos falsos positivos como en el caso de cerdas vacías que se encuentren en la fase lútea del ciclo estral o con quistes ováricos (2,7).

d) Citología exfoliativa. Consiste en la toma de muestras de exudado cervico-vaginal mediante un hisopo para su fijación y tinción usando técnicas de histología como las de Papanicolaou y su interpretación microscópica evaluando la presencia del agrupamiento de células naviculares y el índice de maduración. Con esta técnica se ha informado un 98 por ciento de efectividad, siempre y cuando el frotis evaluado no tenga evidencias de inflamación, ya que de otra manera se diagnosticarían falsas positivas o negativas. Una de las desventajas es la dependencia de técnicas de laboratorio, así como de personal capacitado para la interpretación de la muestra (2).

e) Radiografía. La radiografía fetal es una técnica que depende en la detección de la osificación después del día 50 del desarrollo fetal. A pesar de dar resultados inmediatos, es impráctica para propósitos generales, principalmente debido a su aplicación tardía, su alto costo, la necesidad de una adecuada restricción del animal, así como la dispo-

nibilidad y traslado del equipo para la toma y procesamiento de la placa radiográfica (2).

f) Laparoscopia. Consiste en la observación directa del aparato genital por medio de laparoscopia exploratoria o de un endoscopio, buscando cuernos uterinos gestantes o el mantenimiento de los cuerpos lúteos, específicamente a partir del día 17 después del servicio. Sin embargo, esta técnica requiere algún tipo de anestesia, técnicas asépticas, cierta habilidad en cirugía, así como equipo e instalaciones de apoyo. Además, el procedimiento puede tomar de 10 a 30 minutos por animal, dependiendo de la habilidad del operador. Todo lo anterior hace de este método de muy poca aplicación práctica (2).

g) Medición del pulso fetal. El pulso fetal puede ser detectado por el reflejo de ondas sonoras (efecto Doppler), éstas pueden ser ampliadas o medidas por medios auditivos en aparatos como el fotómetro veterinario. La prueba se puede efectuar a partir del día 25 después del servicio. Es necesario tener experiencia para detectar el pulso fetal, ya que los errores que se cometan al colocar el transductor en posición puede producir deficiencia en el diagnóstico de la gestación. Si la prueba la realiza una persona experimentada y cuidadosa, se puede hacer un diagnóstico confiable hasta en un 95 y 99 por ciento. Sin embargo, es necesario realizar una segunda revisión a la mitad de la gestación en cerdas que resultaron dudosas en la primera oportunidad (7).

h) Análisis de niveles hormonales. La determinación inmunológica de los niveles hormonales en orina o sangre es de un alto grado de exactitud, siendo básicamente los estrógenos o la progesterona las hormonas que pueden ser detectadas (2).

La técnica para la detección de estrógenos conjugados en orina es llevada a cabo cuando las muestras son obtenidas a los 25 días después del servicio o de la IA. La estimación en esta etapa, permite la confirmación del diagnóstico de la preñez con un 91 por ciento de seguridad (36). Las hembras en celo pueden llegar a tener valores de estró-

genos tan altos que sean mal diagnosticados como gestantes. Por esta razón, las muestras no se colectan normalmente sino hasta después de la fecha esperada como repetición de estro (7).

El método para determinar concentraciones de progesterona en la sangre implica tomar una muestra de sangre 17 a 24 días después del servicio y medir la concentración de progesterona mediante el empleo de radioinmunoensayo. Los análisis químicos por lo común, estarán listos después de 2 a 4 días. La prueba confirma la gestación con un 98.5 por ciento de confiabilidad, mientras que la seguridad en el diagnóstico de no gestante, es de 100 por ciento (14,28). A pesar de la alta confiabilidad de esta prueba, el proceso y alto costo para llevarlas a cabo, así como la necesidad de contar con los servicios de un laboratorio especializado de endocrinología impiden que no sean utilizados de una manera práctica y rutinaria en condiciones de campo.

i) Inducción del estro. Con este método, la aplicación de pequeñas cantidades de estrógenos (1 mg de esilbestrol) o de ganadotropinas extrahipofisiarias (400 UI de PMSG y 200 UI de HCG) entre los días 17 a 20 después del servicio o de la IA, ocasionaría que las cerdas no gestantes entraran en calor 2 a 3 días después de la administración de las hormonas. Por el contrario, las cerdas que están supuestamente gestantes no mostrarían signos de estro. Las desventajas inmediatas de este método son la necesidad del uso rutinario de hormonas y el alto costo, así como el manejo de los animales. Además, aquellas cerdas con ciclos estrales largos o con problemas de pérdida total y temprana de la gestación hacen que se obtengan resultados que no sean del todo satisfactorios (2,33).

j) Ultrasonido. En la actualidad, este es tal vez el método más práctico y eficaz para ser utilizado a nivel de campo. Esta técnica se fundamenta en métodos físicos y trabaja lanzando impulsos de ondas sonoras de alta frecuencia que atraviesan los tejidos del cuerpo de la hembra y que al chocar con los líquidos fetales (amniótico y alantoideo), retornan como un eco a la fuente de poder dando como resultado señales indicadas

en una pantalla graficadora electrónica (osciloscopio), o mediante un sonido de alarma. En la cerda, esta técnica utiliza un amplificador portátil transmisor receptor de las ondas ultrasónicas por medio de una terminal o transductor que se aplica contra la piel del abdomen de la cerda. La mala colocación y dirección del transductor produciría malos resultados especialmente si es dirigido hacia la vejiga urinaria llena, pudiendo resultar en un diagnóstico falso positivo. La técnica del ultrasonido puede ser aplicada con mayor efectividad entre el día 30 al día 45 después del servicio, que es cuando la cantidad de líquidos fetales alcanza un máximo. En este período, la efectividad puede ser de un 97 al 100 por ciento, disminuyendo la eficiencia después del día 90 de gestación (2,7,14).

2. El parto.

El parto es el proceso fisiológico mediante el cual se realiza la expulsión de los productos del antro materno. Tiene lugar al término de la gestación como resultado de cambios endocrinos estructurales, nutritivos, circulatorios, físicos y químicos tanto de la madre como del feto.- El parto se inicia con las primeras contracciones uterinas y finaliza con la expulsión de las membranas fetales (14,17).

Para que el parto ocurra normalmente se requiere de la supresión de los mecanismos que mantienen la preñez. Se han postulado algunas teorías sobre los mecanismos que desencadenan el fenómeno del parto. Todas tuvieron validez científica en su momento: la irritabilidad del miometrio por aumento de los niveles de estrógenos y disminución de los niveles de progesterona al final de la gestación; la distensión uterina, probablemente debido a la acumulación de desechos fetales y bióxido de carbono; madurez de la placenta; producción y liberación de prostaglandina F_2 alfa; liberación de la oxitocina y la relaxina; y la funcionalidad hipofisaria fetal; todo esto daría como resultado la expulsión del producto (2,14,24,26).

En la cerda, el parto es precedido por un incremento de cortisol en el plasma fetal y por cambios en el plasma sanguíneo materno que incluyen: aumento de las concentraciones de estrona, estradiol, relaxina, cortisol, metabolitos de PGF_2 alfa y oxitocina. Dos días antes del parto disminuyen las concentraciones de progesterona materna, siendo esto una respuesta al incremento inicial en PGF_2 alfa. Las elevadas concentraciones iniciales de PGF_2 alfa estimulan las contracciones uterinas y también causa la liberación de relaxina, la que probablemente prepara el canal del parto (8,26).

En la búsqueda de factores que se puedan utilizar para predecir el tiempo exacto que transcurrirá antes del nacimiento del primer lechón, se han hecho varias investigaciones.

Jones (19) y Randall (30), indican como los signos más confiables del parto inminente a: los cambios en la glándula mamaria, particularmente el inicio de las secreciones 24 horas previas al parto, y cuando la secreción láctea es abundante, el parto generalmente ocurre dentro de 6 horas, aunque algunas veces, la leche puede estar presente por más de un día antes del parto. También mencionan que los cambios observados en la conducta, el más notable es el esfuerzo en la preparación del nido seguido por echarse en decúbito lateral. Estos cambios en la conducta usualmente aparecen 24 horas antes del parto, pero en algunas ocasiones son prolongados por más de un día. De la misma manera, algunos investigadores han encontrado que la temperatura corporal antes del parto, monitoreada por diferentes métodos, no muestra cambios significativos (6,19), por lo tanto, considerando estos factores tanto en forma individual como en su conjunto, no son de suficiente valor para predecir el inicio del parto en forma precisa.

Por otra parte, la inducción del parto se ha intentado por medios químicos y naturales para que este evento tenga lugar en días hábiles y durante horas de trabajo, con adecuada vigilancia y atención de los mismos. Estudios de campo han comprobado la eficacia de la PGF_2 alfa para inducir

el parto en la cerda al utilizar una sola aplicación en dosis de 10 mg a cerdas en el día 111 ó 112 de gestación (37). Las desventajas de este procedimiento son la necesidad del uso rutinario de hormonas, el alto costo, así como conocer con exactitud los días de gestación. Además, el porcentaje de partos inducidos en horas laborables es apenas del 65 por ciento.

Otro método utilizado para el control del momento del parto es el sistema de alimentación nocturna en hembras gestantes, que consiste en modificar el horario de alimentación, a las 21 horas desde el día 78 de gestación hasta un día antes de la fecha probable de parto. Esta práctica aún no ha sido bien evaluada y los beneficios hasta el momento son muy escasos (10).

3. La resistencia eléctrica

La unidad de la resistencia es el Ohm (Ω), el cual está definido como la oposición que presenta un cuerpo por el cual circula una corriente de un amper de intensidad cuando se establece entre sus extremos una diferencia de potencial igual a un volt (38).

Cada objeto material opone alguna resistencia al flujo de una corriente de electrones a través de él. Los metales buenos conductores como el cobre, la plata y el aluminio, ofrecen muy poca resistencia, mientras que los no conductores como vidrio, madera y papel, presentan una resistencia muy elevada. A esta capacidad específica de un material para conducir corriente se le llama conductividad (38).

Durante la década pasada numerosos informes han aparecido concernientes a los cambios en la resistencia eléctrica de las secreciones cervicovaginales (RESCV) de la vaca asociados con el estro (5,11,15,34). La premisa para usarla se basa en la detección de los cambios en el contenido de electrolitos que presenta el moco cervico-vaginal (27). Antes de la ovulación se incrementa el volumen del moco, y los electrolitos, especialmente el sodio, emigran hacia el moco cervico-vaginal. Esto trae consigo

un incremento en la conductividad dentro de la vagina (12,21,22,39). Aunque hay considerables variaciones en las mediciones por parte del animal y del operador, se ha informado un experimento exitoso (11), y por lo menos dos instrumentos para medir la conductividad están disponibles comercialmente en otros países el Walsmeta* y el Ovascan** (35,39).

Edwards y Levin (5) hacen una revisión de estas publicaciones y utilizan este método para la detección del momento óptimo para inseminar en vacas, ovejas y cerdas e indican que en estas especies la RESCV disminuye durante el estro y que la concepción es más elevada cuando ésta se encuentra entre 54 a 64 en una escala inversa al óhmetro con una graduación de 0 a 100.

Por otra parte, Pinkert et al. (29), al estudiar el ciclo estral de la cerda del día 6 al 26 (el día 21, día de la ovulación) encontraron que la tasa de concepción más alta fue en lecturas entre 51 a 68 en la escala anteriormente señalada. De esta manera, confirman la exactitud del rango en la escala recomendada al momento de la inseminación utilizado el instrumento denominado Walsmeta (16). Sin embargo, Johnson et al. (18), observaron que al inseminar cerdas primerizas a un tiempo previsto con las lecturas de este instrumento, no encontraron beneficios.

Posteriormente Zink y Diehl (39) con el propósito de probar la exactitud de otro medidor de la conductividad eléctrica (Ovascan), para identificar el momento óptimo de apareamiento en cerdas, indican un 10 por ciento de aumento en la conductividad, lo cual ocurre entre 12 a 24 horas de haberse iniciado el estro. Aunque este aumento coincide con el momento normalmente asociado con alta fertilidad, no encontró ventajas asociadas con el uso de este método.

De acuerdo a lo observado por Schams et al. (34), la medición de la RESCV está asociada directamente con los cambios en la concentración de estrógenos y progesteron que preceden a la ovulación y al incremento de

* Walls Meat Company, Ltd, Inglaterra.

** Animark Inc., Aurora, Colorado, E.U.A.

la secreción del moco cervical durante el estro de la hembra bovina, por lo tanto la RESCV es un indicador directo de las hormonas presentes en un momento del ciclo estral. De esta manera, otros autores han demostrado una correlación positiva entre los cambios de la RESCV durante el ciclo estral normal y las fluctuaciones concurrentes en los niveles de progesterona circulante (3,15,23).

Estudios de campo sugieren la eficacia de la RESCV para el diagnóstico de gestación en la hembra bovina a los 21 días postservicio. Estos estudios indican que la RESCV ($X \pm D.E$) de los animales en estro fue de 31.21 ± 3.78 ($X \pm D.E$) contra 59.4 ± 14.52 de las hembras diagnosticadas gestantes. Esta diferencia fue altamente significativa ($P < 0.01$) (3, 12).

Sin embargo, estudios más recientes realizados en cerdas por Rodríguez (31), indican una disminución progresiva de la RESCV conforme avanzó el ciclo estral y un incremento a las 24 horas después de iniciado el estro; por otra parte, observó una tendencia de las lecturas de la RESCV a ser bajas para las hembras que quedaron gestantes en relación a las que no concibieron a partir del último día del estro.

Por lo anterior, la determinación de la RESCV en la cerda podría dar la oportunidad de generar un método de diagnóstico de gestación para ser utilizado poco tiempo después del último servicio, con adecuado margen de confiabilidad, fácil de operar y que sea económico. De la misma manera, daría la oportunidad de implementar un método para la predicción del inicio del parto.

C. Objetivo.

Determinar si los cambios en la RESCV de la cerda permiten establecer parámetros que conduzcan a un método de diagnóstico temprano, práctico y confiable. De igual manera que lleven al desarrollo de una técnica para la predicción del momento en que ocurrirá el parto.

II. MATERIAL Y METODOS

A. Localización

La investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Porcina Zapotitlán dependiente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, que se encuentra ubicada en la parte sureste de la Cuenca del Valle de México, a la altura del Kilómetro 21.5 de la carretera México-Tulyehualco en la calle Manuel M. López s/n dentro del perímetro del pueblo de Zapotitlán, Delegación Tlāhuac, D.F. Geográficamente se localiza a los $19^{\circ}18'$ de latitud Norte y a los $99^{\circ}2'30''$ de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura sobre el nivel del mar de 2242 m y a una presión de 558 mm de Hg. Según la clasificación de climas de Koepen esta región pertenece al tipo (Cw), templado con lluvias en verano (32).

B. Animales y Grupos Experimentales

Para la investigación se utilizó un total de 80 cerdas de primero a décimo parto, de diferentes razas (Yorkshire, Hampshire, Landrace, Duroc e Híbridas) divididas en 2 grupos experimentales.

Experimento 1. Se emplearon 40 cerdas para el diagnóstico de gestación a partir del día 18 al día 24 después del servicio.

Experimento 2. Se utilizaron 40 cerdas, distintas a las del experimento 1, con 110 días de gestación para predecir el inicio del parto.

C. Procedimiento Experimental

Experimento 1. En cada animal se registró la RESCV diariamente en la mañana (09:00 h) a partir del día 18 al día 24 después del servicio, con el objeto de abarcar los días de posible retorno a calor. También se registró la edad reproductiva (número de parto).

Experimento 2. La lectura de la RESCV fue tomada a cada uno de los animales una vez al día (09:00 h), a partir del día 110 a 112 de gestación; y del día 113 al inicio del parto se realizaron 2 lecturas, una en la mañana y otra por la tarde (17:00 h), con el fin de abarcar la distribución de la frecuencia del período gestacional. Además, a estas hembras se les registró la edad reproductiva y duración de la gestación.

El probador eléctrico* que se utilizó es una adaptación del diseño descrito por Marshall et al. (20). Se ilustra en la Figura 1 conectado a un multímetro** de uso comercial. El probador consiste en un bastón de policloruro de vinilo de 1.8 cm de diámetro y 40 cm de longitud; provisto de 2 electrodos de plata en forma de anillos, separados a un centímetro y empotrados en la punta del probador.

Para medir la RESCV, la vulva de la cerda fue limpiada con toallas desechables y entonces el probador fue introducido por la vagina hasta su porción anterior.

Después de cada lectura, se realizó la limpieza del probador con el objeto de minimizar la posible transferencia de infecciones por este procedimiento (35). La limpieza consistió en retirar las secreciones y suciedad de la punta del probador con toallas desechables embebidas en agua deionizada, la cual a su vez sirvió como desenergizador de los electrodos. El resto del probador fue limpiado con torundas de algodón empapadas con una solución de cloruro de benzalconio (1:200).

D. Análisis Estadístico

Se estimó la curva promedio de la RESCV en la cerda, de los 18 a 24 días después del servicio y de los 110 días hasta el parto.

Para comparar los promedios entre las hembras gestantes y las no gestantes en los días 18 a 24, se utilizó un análisis de varianza basado en

* Construido en colaboración del Centro de Instrumentos de la U.N.A.M. Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

** Micronta 22-203C Custom Manufactured, Tandy Corporation Fort Worth, Texas, E.U.A.

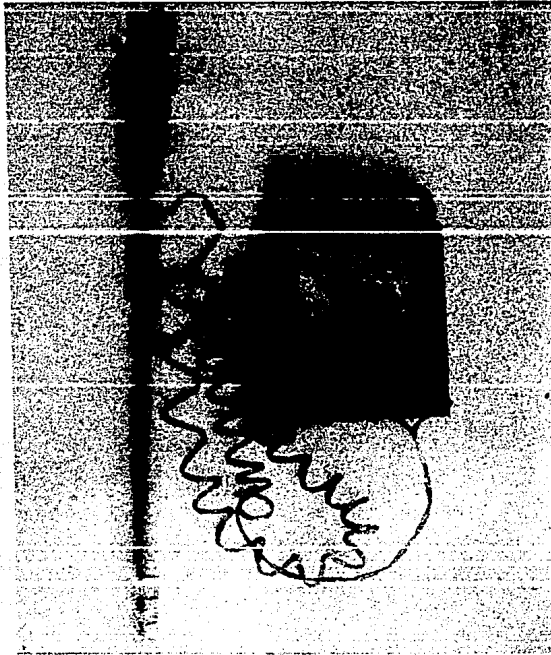


Figura 1. Probador eléctrico conectado al multímetro. En la punta del probador se observan los electrodos para medir la resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales

un modelo que incluyó: estado a término de la hembra (gestante o vacía), número de parto y la interacción entre ambos. El modelo se aplicó para cada día, del 18 al 24 postservicio (13).

Para examinar el cambio de la RESCV al aproximarse el parto, se utilizó un análisis de varianza con un modelo en que se consideraron: efecto del tiempo antes del parto en que se tomó la lectura, número de parto de la cerda y días que duró su gestación. (13).

Con base en los promedios y errores estándar estimados, se calculó el punto óptimo de corte para el diagnóstico de gestación y para el diagnóstico de proximidad del parto. En cada caso se valoró la sensibilidad y especificidad del método (9).

III. RESULTADOS

Experimento 1

De las 40 cerdas utilizadas, 35 resultaron gestantes a término y comparadas con la medición de la RESCV a los 18 a 24 días siguientes al servicio, mostraron lecturas más bajas en comparación con las 5 hembras no gestantes (Figura 2). Esta diferencia fue altamente significativa ($P < 0.01$) en los días 19, 20, 21 y 22 (Cuadro 1). La línea óptima estimada de corte para el diagnóstico en cada uno de estos días fue de 43.6, 45.4, 46.3 y 41.8 ($\times 100$ ohms), respectivamente (Figura 3). Esta línea óptima indica la interpretación del método, en la que se consideran gestantes aquellas hembras con lecturas inferiores a la línea, y como no gestantes a las que se encuentran por encima de dicha línea (Figura 4).

En la evaluación del diagnóstico puede observarse la sensibilidad en el Cuadro 2, en donde se indican las probabilidades en el acierto de hembras gestantes en 4 días posteriores al servicio. En el Cuadro 3 se presenta la precisión (especificidad) donde se muestran las probabilidades en el acierto de hembras no gestantes. Las más altas probabilidades se presentaron el día 20, con un 80 por ciento en la sensibilidad y 100 por ciento en la especificidad (Figura 5).

En el Cuadro 4 se muestra la relación de las lecturas de la RESCV con la edad reproductiva de la cerda, en la cual no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

Experimento 2

Las cerdas al aproximarse al parto, mostraron generalmente una disminución progresiva de la RESCV (Figura 6). Sin embargo, en el análisis estadístico, sólo se mostraron diferencias significativas ($P < 0.01$) a las 64, 48, 40, 24 y 16 horas previas al parto (Cuadro 5).

En la figura 7 se observa la línea óptima estimada de corte en 37.5 ($\times 100$ ohms), como punto de referencia para predecir la cercanía del parto a las 16 ó menos horas con lecturas inferiores a ese punto, y como no próximas al parto en 16 o más horas con lecturas superiores a dicho punto.

En 40 cerdas próximas a parto se encontró 67.5 por ciento de sensibilidad a 16 horas del parto, registrándose 27 casos con acierto y 13 con error.

En el Cuadro 6 pueden apreciarse los resultados de la especificidad del método empleado para la predicción del parto. Esta especificidad se consideró a partir de 24 ó más horas previas a dicho evento. La probabilidad de acierto para cerdas no próximas a parto tendió a ser mayor cuando más tiempo faltó para el parto y viceversa. Estas probabilidades van de 55 hasta 100 por ciento en 24 y 120 horas previas (Figura 8), respectivamente.

Al analizar la relación de la RESCV con la edad reproductiva de las hembras encontramos que existe un efecto significativo ($P < 0.05$). En la Figura 9 se presenta la tendencia que sigue la RESCV en cerdas de primero, segundo a cuarto, quinto, y de sexto a décimo partos. En cuanto a duración de la gestación y su relación con la RESCV no se encontraron cambios significativos ($P > 0.05$).

IV. DISCUSION

En la primera parte de la presente investigación se pudo determinar a los 20 días postservicio a aquellas cerdas que realmente estaban gestantes con 80 por ciento de sensibilidad y 100 por ciento de especificidad. Esto coincide con lo publicado por Bustamante et al. (3), y García (12), quienes mencionan la efectividad para el diagnóstico de gestación con 87.63 por ciento y un 100 por ciento para las no gestantes a los 21 días postservicio en la hembra bovina.

Sin embargo, la diferencia existente de la información obtenida de la RESCV observada tanto en cerdas gestantes, como aquellas que no lo es taban, fue inversa a la informada en vacas (3,12,21), es decir, lecturas altas en vacas gestantes y lecturas bajas en vacas en estro. Más aún, se reconoce en la literatura que en la cerda, la RESCV disminuye durante el estro, o bien, que aumenta su recíproco, la conductividad vaginal (5, 16,29,39). Hay, sin embargo, similitud con la afirmación de Rodríguez (31) en el sentido de que existe una disminución progresiva de la RESCV conforme avanzó el ciclo estral de la cerda, apreciándose un incremento de la RESCV en el estro, e indica que existió una tendencia de las lecturas a ser bajas para las cerdas que quedaron gestantes en relación a las que no concibieron, ya que el presente trabajo involucró el mismo equipo y procedimiento para la determinación de la RESCV y bajo las mismas condiciones que el utilizado por Rodríguez (31).

Aunque no es posible afirmarlo, por no ser comparables los datos obtenidos por Bustamante et al. (3), y García (12) en vacas, con los de este trabajo, lo más probable es que las diferencias sean debidas a error en la interpretación experimental. De cualquier manera existen cambios altamente significativos ($P < 0.01$) en la RESCV de la cerda que conducen a un método de diagnóstico de gestación temprano. No obstante, deberá evaluarse con una mayor cantidad de cerdas para su validación. Es evidente que el diagnóstico de gestación logrado fue muy bueno, suficiente como para llevar a cabo en condiciones de campo.

No se han publicado datos acerca de las lecturas de la RESCV como método para predecir el parto en especies animales. La tendencia a la disminución de la RESCV en cerdas próximas a parto encontradas en el presente trabajo fue estadísticamente significativas ($P < 0.01$) a las 64, 48, 40, 24 y 16 horas previas al parto en el diseño utilizado.

Sería interesante trabajar con un mayor número de lecturas a intervalos más cortos, y de esta manera, tener una evaluación más precisa de la última lectura de la RESCV antes del parto, ya que en el presente estudio, el parto ocurrió en algún momento en el transcurso de 16 horas y sólo fueron ajustados para su análisis estadístico e interpretación.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la sensibilidad (67.5%) y especificidad (55%) del método empleado, se considera que en condiciones prácticas de campo no son muy adecuadas. Sin embargo, pueden representar la evidencia inicial necesaria para considerar estudios subsecuentes, y de esta manera, mejorar la precisión del método para la predicción del momento en que ocurrirá el parto.

LITERATURA CITADA

1. Becerril, A.J.: Factores que influyen en la reproducción porcina. Síntesis Procina 3: 38 - 44 (1984)
2. Becerril, A.J. y Santillan, S.S.: Diagnóstico de gestación en la cerda. Porcira 100: 24 - 27 (1984).
3. Bustamante, G., García, A. y Ramírez, B.: Diagnóstico de gestación temprano en bovinos mediante la determinación de la resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales y niveles séricos de progesterona. Memorias del X Congreso Internacional de Reproducción Animal e Inseminación Artificial. Urbana-Champaign, Illinois, 80-82 1984.
4. Dinu, I., Alexandru, G. and Iliou, L.: Investigations in to sow behaviour at farrowing. Cercetori privind comportementul scrofelur la fater. Lucrari Stiintifice, Institutul Agronomic. "N Balcesce". D Zootenie. 20/21: 39-47 (1979). ing. Pig News and Information., 1 (2):112 (1980) Abstr.
5. Edwards, F. and Levin, R.: An electrical method of detecting the optimum time to inseminate cattle, sheep and pigs. Vet. Rec. 95: 416-420 (1974).
6. Elmore, R., Martin, C., Riley, J. and Littledike, T.: Body temperatures o farrowing swine. J. Am. Vet. Med. Ass. 174: 620-622 (1979).
7. English, P., Smith, W. y MacLean, A.: La cerda: cómo mejorar su productividad. 2a. ed., El Manual Moderno. México, D.F. 1985.

8. First, N.L. and Bosc, J.M.: Proposed mechanisms controlling parturition and the induction of parturition in swine. J. Anim. Sci. 48: 1407-1421 (1979).
9. Fleiss, J.L.: Statistical methods for rates and proportions. Wiley, New York, 1973.
10. Flores, A., V.M.: Efecto de la alimentación nocturna en cerdas gestantes sobre la hora de inicio del parto. Tesis de licenciatura. Fac. de Méd. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1984.
11. Foot, R., Oltenacu, A., Mellingher, J., Scott, N. and Marshall, R.: Pregnancy rate in dairy cows inseminated on the basis of electronic probe measurements. J. Dairy Sci. 62: 69-73 (1979).
12. García, G.A.: Diagnóstico precoz de gestación en hembras Holstein Friesian mediante la determinación de la electroconductividad de las secreciones cervicovaginales. Tesis de licenciatura. FES-Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México, Edo. de México, México, 1984.
13. Gill, J.L.: Design and analysis of experiment in the animal and medical science. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A. (1978).
14. Hafez, E.S.E.: Reproduction in Farm Animals. 3rd ed. Lea and Febiger Philadelphia, 1974.
15. Heckman, G., Katz, L., Foote, R., Oltenacu, A., Scott, N. and Marshall, R.: Estrus cycle patterns in cattle monitored by electrical resistance and milk progesterone. J. Dairy Sci. 62: 64-68 (1979).

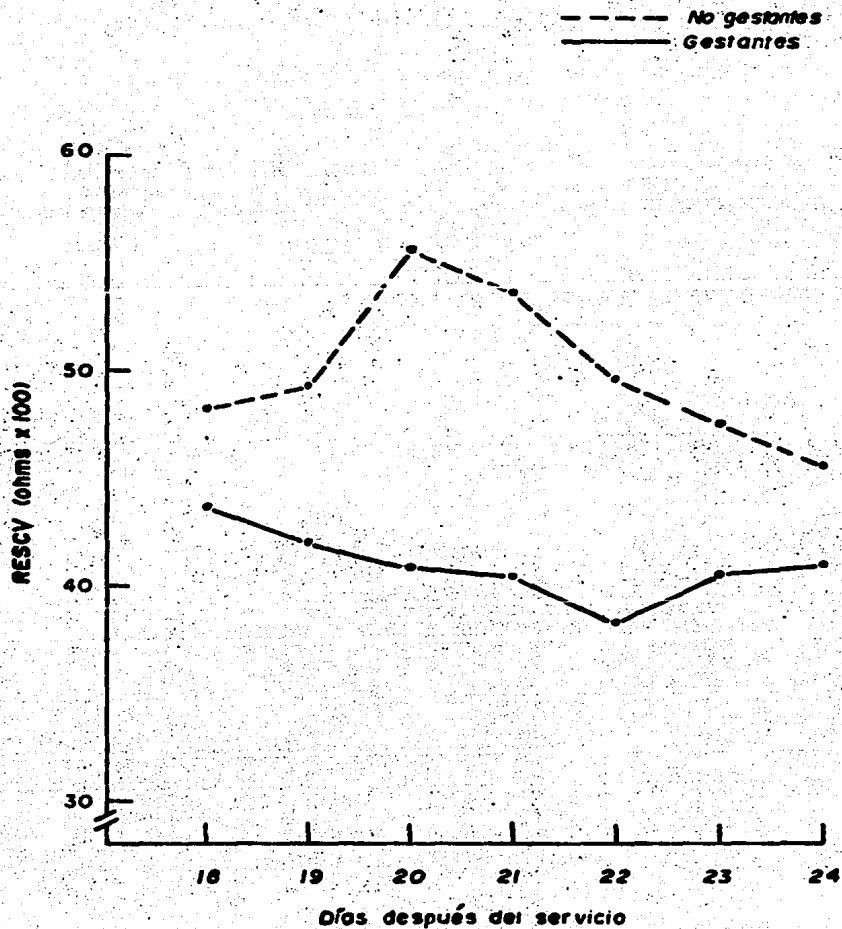
16. Hooper, J., Walters, J. and Gray, J.: Identification of the optimum time service a review of results with the walsmeta. Proc. Int. Pig. Vet. Soc. Congreso, México, D.F. 214, 1982.
17. Hughes, P.E. y Varley, M.A.: Reproducción del cerdo. Acribia, Zaragoza, España, 1984.
18. Johnson, J., Aalbers, J. and Arts, J.: Use of boar spermatozoa for artificial insemination II: Fertilizing capacity of fresh and frozen spermatozoa in gilts inseminated either at a fixed time or according to walsmeta reading. J. Anim. Sci. 54: 126-131 (1982).
19. Jones, J.E.: Observations on parturition in the sow I: The pre-partum phase. Brit. Vet. J. 122: 420-426 (1966).
20. Marshall, R., Scott, N., Berta, M. and Foote, R.: Electrical conductivity probes for detection of estrus in cattle. Trans. Amer. Soc. Agr. Engr. 22: 1145-1151 (1979).
21. McCaughey, W.: Pregnancy diagnosis in cattle by measuring vaginal electrical resistance. Vet. Res. Commun. 5: 85-90 (1981).
22. McCaughey, W. and Patterson, A.: Vaginal electrical resistance in cows: 1. Measurements in isolated reproductive tracts. Vet. Res. Commun. 5: 73-76 (1981).
23. McCaughey, W. and Patterson, A.: Vaginal electrical resistance in cows: 2. Relationship to milk progesterone concentration during the reproductive cycle. Vet. Res. Commun. 5: 77-84 (1981).

24. McDonald, L.E.: Reproducción y endocrinología veterinarias. 2a. ed., Interamericana, México, 1978.
25. Moddy, N. and Speer, V.: Factors affecting sow farrowing interval. J. Anim. Sci. 32: 510-514 (1977).
26. Nathanielz, P.W.: Endocrine mechanisms of parturition. Ann. Rev. Physiol. 40: 411-445 (1978).
27. Noonan, J., Schutze, A. and Ellington, E.: Changes in bovine cervical an vaginal mucus during the estrous cycle and early pregnancy, J. Anim. Sci. 41: 1084-1089 (1975).
28. Perotti, L., Enne, G., Fossati, P.: Early pregnancy diagnosis in the sow by means of measuring plasma progesterone. Rev. di Zoot. Vet. 11: 111-114 (1983). In: Pig News and Information 5 (2) 179 (1984). Abstr.
29. Pinkert, C.A., Hausler, C.L. and Hodson, H.H.: Determination of the vaginal electrical resistance during induced estrus in lactating sows. J. Anim. Sci. 45 (suppl. 1) 195-196 (1977).
30. Randall, G., C.B.: Observations on parturition in the sow 1. Factors associated with the delivery of the piglets and their subsequent behaviour. Vet. Rec. 90: 178-182 (1972).
31. Rodríguez, T., D.R.: Evaluación de las características de la resistencia eléctrica de las secreciones cervico vaginales durante el ciclo estral de la cerda. Tesis de licenciatura. Fac. de Méd. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1986.

32. Santibáñez, A.E.: Evaluación económica administrativa de una explotación porcina para 120 vientres dedicada a la docencia. Tesis de licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1981.
33. Santillan, S.S.: El efecto del uso de ganadotropinas extrahipofisarias y factores de liberación para la inducción del estro en cerdas recién destetadas. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1984.
34. Schams, D., Schallenberger, E., Hoffman, G. and Karg, H.: The oestrus cycle of the cow: Hormonal parameters and time relationships concerning oestrus, ovulation and electrical resistance of the vaginal mucus. Acta Endocrinol. 86: 180-192 (1977).
35. Scipioni, R., Foote, R., Lamb, S., Hall, C., Leing, D. and Shin, S.: Electronic probe measurements of cervico-vaginal mucus for detection of ovulation in dairy cows: sanitation, clinical observations and microflora. Cornell Vet. 72: 269-278 (1982).
36. Seren, E., Mattioli, M., Gaiani, R., Tamanini, C. and Falaschini, A.: Urinary conjugated oestrone levels in the sow and early pregnancy diagnosis. Attil della Societa Italiana delle Scienze Veterinarie. 36: 200-203 (1982) in Pig News and Information 5 (2) 180 (1984). Abst.
37. Vidaurrázaga, O., J.L.: Inducción del parto en cerdas con el uso de prostaglandinas y su análisis económico. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1984.

38. White, H.E.: Física moderna. UTEHA, México, D.F. 1965.
39. Zink, M.F. and Diehl, J.R.: Efficacy of using vaginal conductivity as an indicator of the optimum time to breed in swine. J. Anim. Sci. 59: 869-874 (1984).

Fig. 2 Curvas promedio de la RESCV obtenida en las cerdas



RESCV: resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales

Fig. 3 Intervalo de confianza (95%) para las curvas de la RESCV en las cerdas gestantes (G) y no gestantes (NG) con indicación de la línea óptima estimada de corte (LOEC) para el diagnóstico

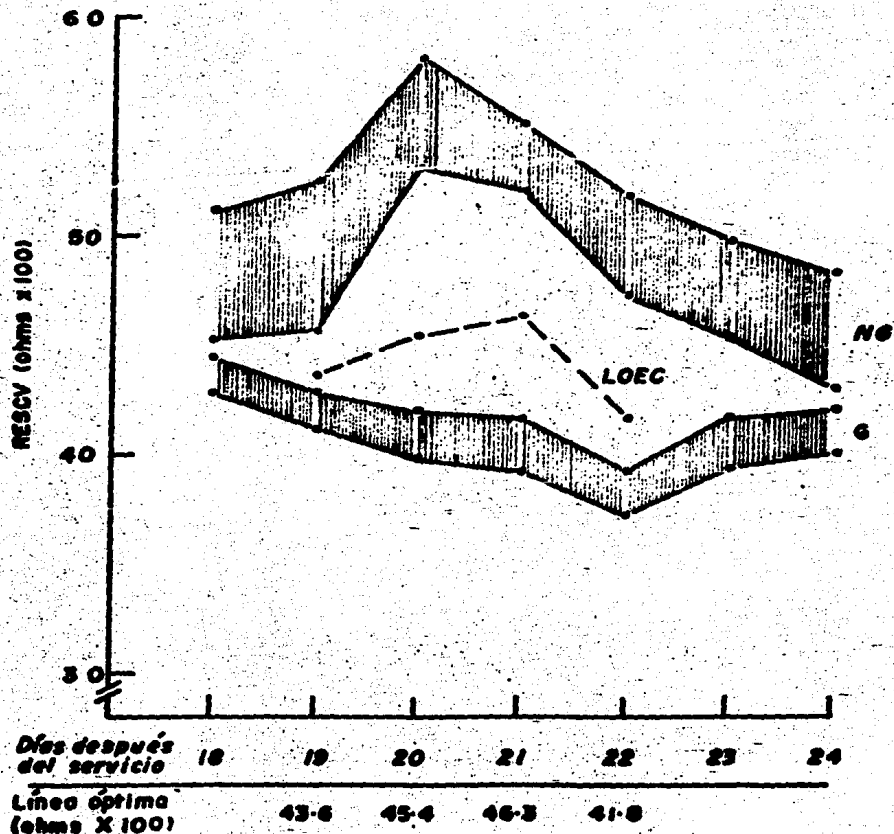
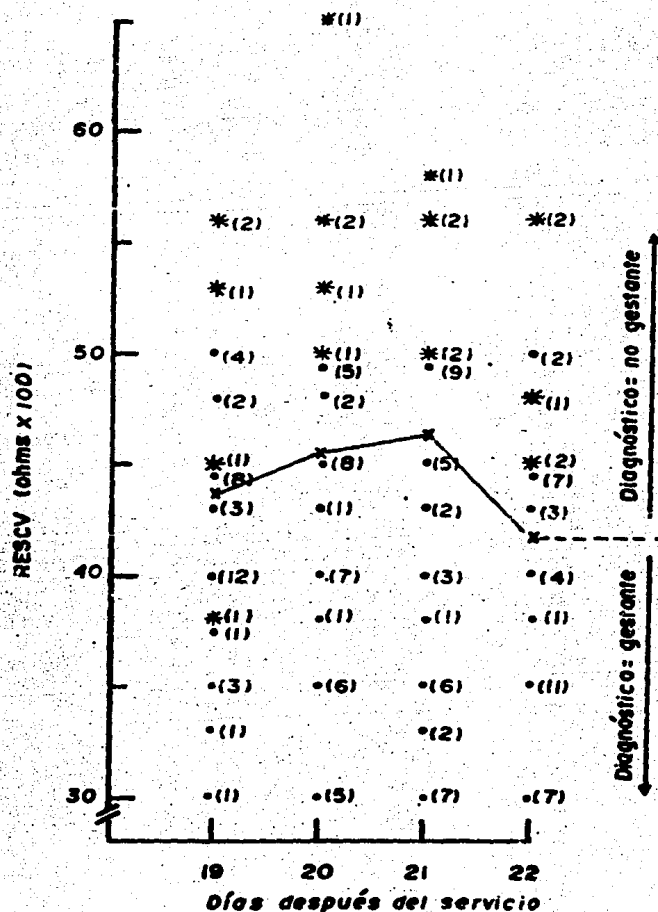
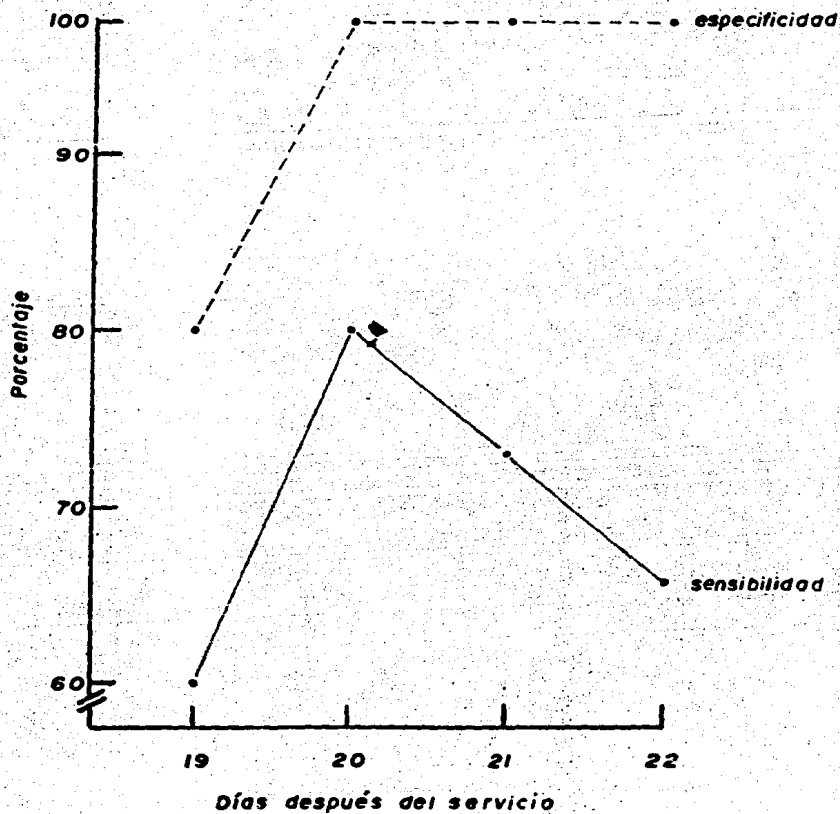


Fig. 4 Valores individuales de la RESCV para cerdas que resultaron gestantes (•) y no gestantes (*) comparados con una línea óptima estimada de corte para el diagnóstico (—)



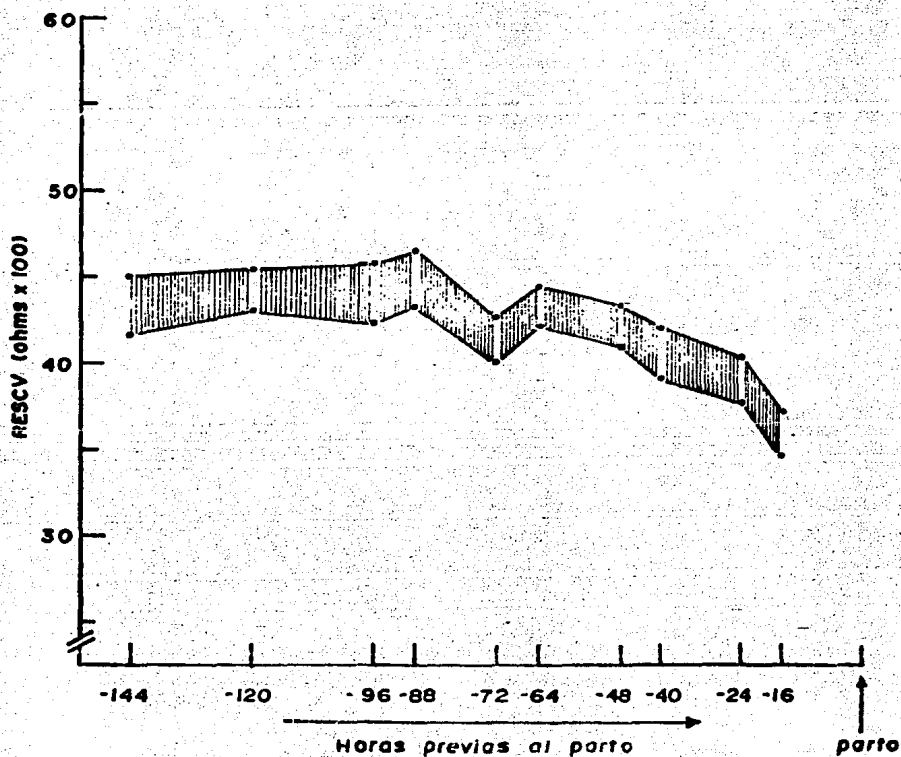
Entre paréntesis se indica el número de cerdas en cada punto

Fig. 5. Especificidad y sensibilidad del diagnóstico con base en la RESCV



RESCV: resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales

Fig-6 Intervalo de confianza (95%) para la curva de la RESCV en las cerdas al aproximarse el parto



RESCV = resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales

Fig. 7. Valores individuales de la RESCV para las cerdas al aproximarse el parto comparados con una línea óptima estimada de corte (----)

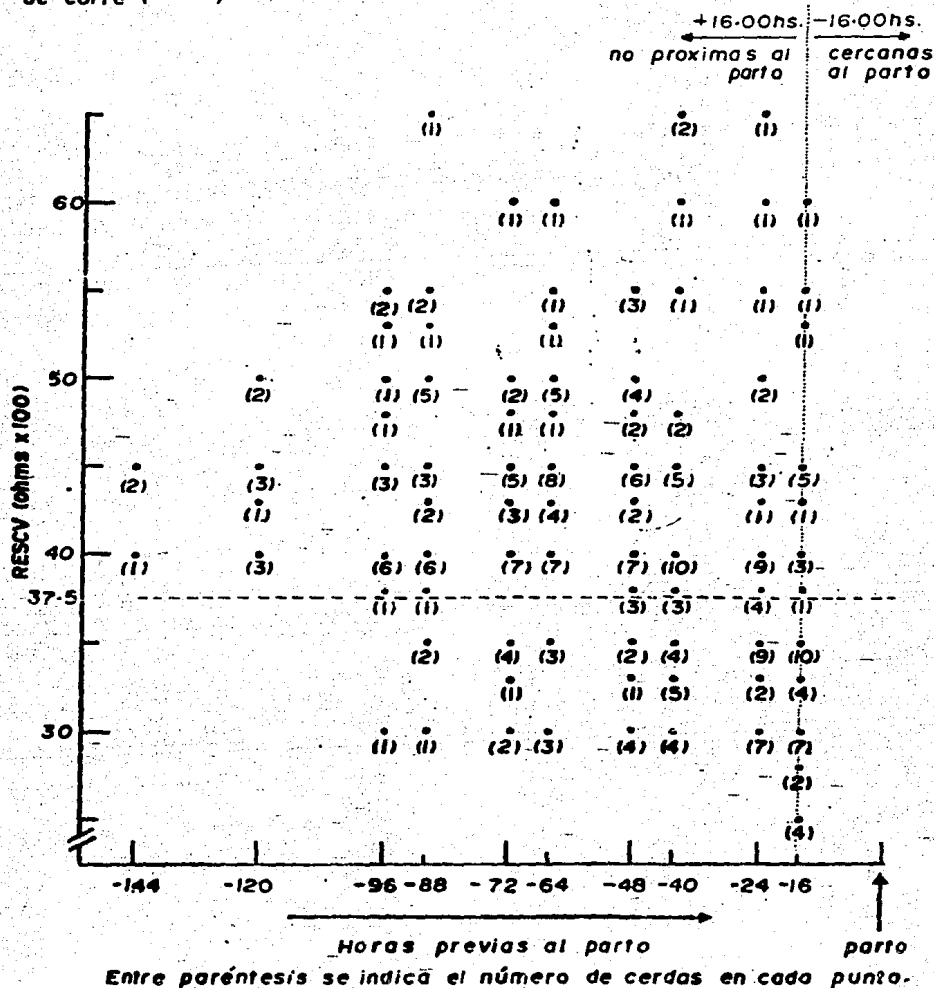
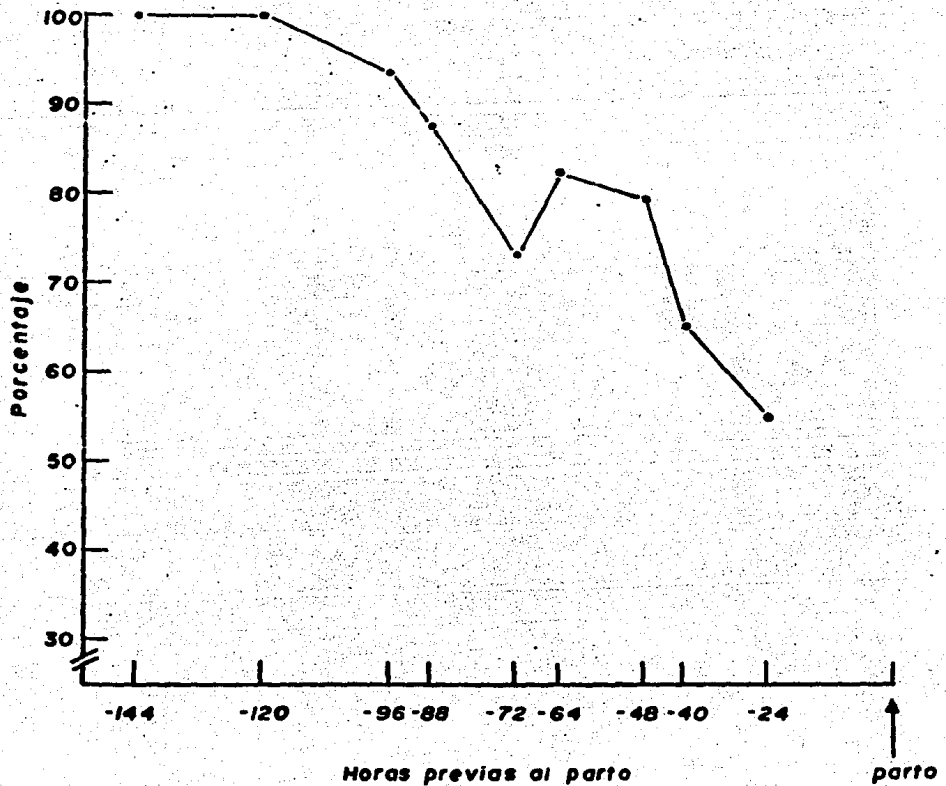
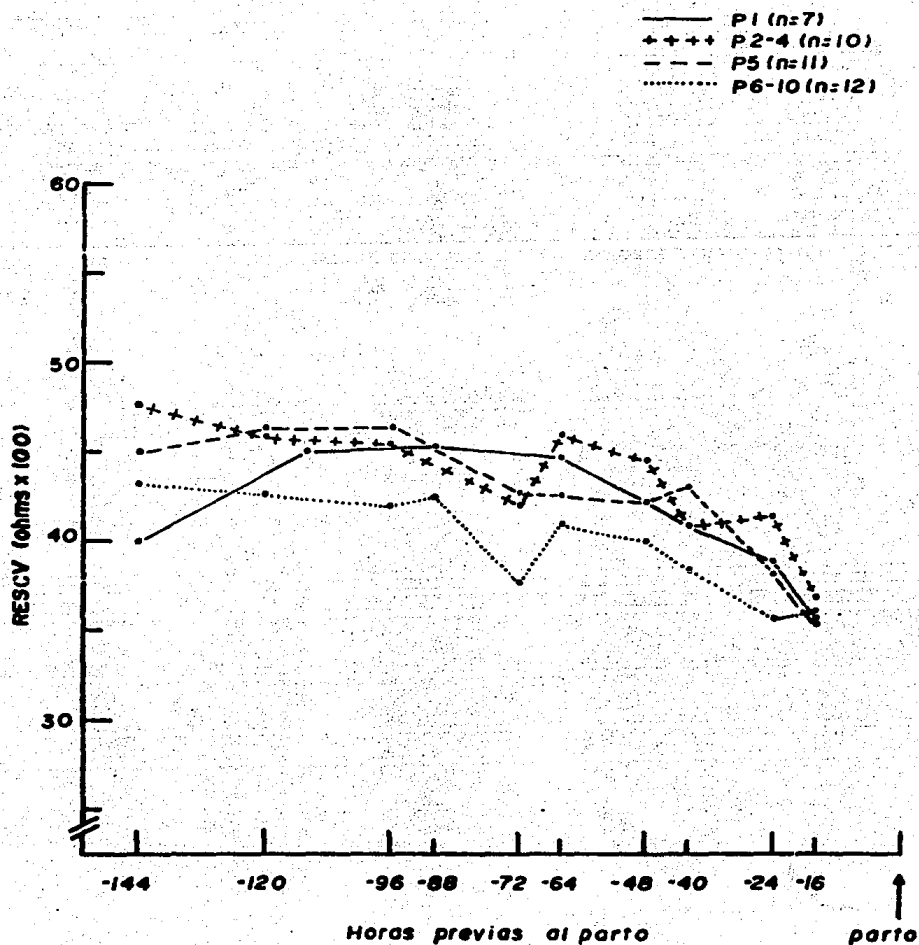


Fig-8 Especificidad de la predicción del parto con base en la RESCV



RESCV = resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales

Fig. 9 Curvas promedio de la RESCV de acuerdo al número de parto (P) de las cerdas (n=40) próximas al parto



RESCV = resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales

CUADRO 1

LECTURAS PROMEDIO PARA LA RESCV (OHMS X 100) EN LAS CERDAS

RESULTADO A TERMINO	N	DIAS DESPUES DEL SERVICIO ($\bar{X}$ + D.E.)			
		DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22
GESTANTES	35	42.02 $\pm$ 4.96	40.85 $\pm$ 6.58	40.43 $\pm$ 7.45	38.20 $\pm$ 6.10
NO GESTANTES	5	49.20 $\pm$ 7.49	55.60 $\pm$ 5.63	53.60 $\pm$ 3.50	49.60 $\pm$ 5.07

Los promedios difieren entre ambos grupos ($P < 0.01$) $\bar{X} \pm$ D.E. promedio $\pm$ desviación estándar

CUADRO 2

PRECISION DEL DIAGNOSTICO CON BASE EN LA RESCV PARA LAS CERDAS GESTANTES

DIA DESPUES DEL SERVICIO	D I A G N O S T I C O	
	GESTANTES (SENSIBILIDAD)	NO GESTANTES (ERROR)
19	21 (60 %)	14
20	28 (80 %)	7
21	26 (74.3%)	9
22	23 (66 %)	12

Hubo un total de 35 cerdas gestantes.

CUADRO 3

PRECISION DEL DIAGNOSTICO CON BASE EN LA RESCV
PARA LAS CERDAS NO GESTANTES

DIA DESPUES DEL SERVICIO	D I A G N O S T I C O	
	GESTANTES (ERROR)	NO GESTANTES (ESPECIFICIDAD)
19	1	4 (80 %)
20	0	5 (100 %)
21	0	5 (100 %)
22	0	5 (100 %)

Hubo un total de 5 cerdas no gestantes.

CUADRO 4

PROMEDIO DE LA RESCV (OHMS X 100) DE LAS CERDAS GESTANTES
POR NUMERO DE PARTO

NUMERO DE PARTO	N	DIAS DESPUES DEL SERVICIO						
		18	19	20	21	22	23	24
1°	5	45.00	41.80	44.00	43.00	40.60	42.60	44.60
2°-4°	17	42.86	43.23	40.95	40.58	38.70	39.66	39.92
5°	8	42.86	39.00	38.57	38.29	35.71	35.43	41.14
6°-10°	10	44.00	42.80	40.40	40.30	38.10	44.25	40.50

No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$)

N = número de animales

CUADRO 5

LECTURAS DE LA RESCV (OHMS X 100) PARA LAS CERDAS
PROXIMAS AL PARTO

HORAS PREVIAS AL PARTO	N	RESCV ($\bar{X} \pm$ D.E.)
54	34	43.32 $\pm$ 6.94
48	34	42.17 $\pm$ 7.22
40	37	40.67 $\pm$ 8.92
24	40	39.02 $\pm$ 8.06
16	40	36.05 $\pm$ 8.23

Hubo diferencias significativas entre las diferentes horas ($P < 0.01$)

$\bar{X} \pm$ D.E. Promedio $\pm$ desviación estandar

N = número de animales

CUADRO 6

ESPECIFICIDAD DE LA PREDICCIÓN DEL PARTO CON BASE EN LA RESCVA
EN CERDAS NO PROXIMAS AL PARTO

HORAS PREVIAS	N	P R E D I C C I O N	
		PARTO (ERROR)	NO PARTO (ESPECIFICIDAD)
140	3	0	3 (100%)
120	9	0	9 (100%)
96	16	1	15 (93.8%)
88	24	3	21 (87.5%)
72	26	7	19 (73.1%)
64	34	6	28 (82.4%)
48	34	7	27 (79.4%)
40	37	13	24 (64.9%)
24	40	18	22 (55.0%)

La especificidad del método se consideró de 24 o más horas previas al parto

N = número de animales