

Detección de preñez con ultrasonido en cerdas

Linda Johanna Salinas Salinas

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Agosto, 2002

Pregnancy diagnosis with ultrasound in sows

Linda Johanna Salinas Salinas

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Agosto, 2002

Detección de preñez con ultrasonido en cerdas

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

presentado por

Linda Johanna Salinas Salinas

Zamorano, Honduras

Agosto, 2002

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Linda Johanna Salinas Salinas

Zamorano, Honduras
Agosto, 2002

Detección de preñez con ultrasonido en cerdas

presentado por

Linda Johanna Salinas Salinas

Aprobado:

John Jairo Hincapié, Ph. D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph. D.
Coordinador de Area Temática

Rogel Castillo, M. Sc.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, MBA.
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

Isidro A. Matamoros, Ph. D.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Miguel Vélez, Ph. D.
Coordinador PIA

Mario Contreras, Ph. D.
Director Ejecutivo

DEDICATORIA

A mis padres Ramón y Mercedes, por haberme dado las bases, el amor y el apoyo para forjar mi vida y mantenerme de pie aún en los momentos más difíciles. Por cuidar de mis hermanos y ser unos padres excelentes.

A mi esposo Dennis, por ser la persona que llena mi vida, por amarme, esperarme y apoyarme siempre.

A mi hija FÁTIMA, por ser lo más hermoso que Dios me ha dado y porque su existencia, ha dado a la mía la inspiración y la alegría para seguir adelante. **“Para ti y por ti hijita mía”**.

A mis hermanos, Rogers, Polo, Diana y Kenny, por el cariño y el apoyo constante.

A mis sobrinas Solange y Charlotte, por pintar en mi corazón un arco iris de cariño y ternura.

A mi cuñada Lucy, por ser una hermana más.

AGRADECIMIENTOS

A mi Señor DIOS, por nunca dejarme sola y colmar mi vida de bendiciones.

A mis padres y hermanos, porque sin su amor y apoyo incondicional nunca hubiese podido terminar mi carrera.

A mi esposo y a mi hija por sacrificarse para que yo me supere.

A las familias Duarte, Villafuerte y Flores por acogerme en su hogar y brindarme el calor familiar que tanto bien hace a una persona.

A Andrés R., por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mis amigos, Ana S, Ximena, Cecilia, Cristina, Lorena, Jaime, Erick, Guillermo M, Mikold, Ramón, Danny, Valeria, Patricio, Ana P, Manuel, B.A. Ruiz y a otros que no menciono, pero no por eso dejan de ser importantes, por los buenos momentos compartidos.

Al Doctor Hincapié por apoyarme en la realización de este trabajo, facilitarme los medios y conocimientos para aprender, por su confianza, constancia, compañía, consejos y profesionalismo.

Al Ing, Rogel Castillo, por su muy valiosa ayuda, por su amistad y buenos consejos.

Al Dr. Matamoros por su apreciada contribución para la realización de este estudio y por su amistad.

Al personal de la Unidad de Cerdos por toda la colaboración brindada.

Al personal de la Biblioteca, por ser unos magníficos compañeros de trabajo.

A mis paisitas queridos, por hacer mi vida más fácil en Zamorano.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres, porque a pesar del frío, el sueño, el hambre, la lluvia, el sol, financiaron sin renegar mis estudios durante estos cuatro años.

A mi esposo por apoyarme también económicamente.

A la Decanatura Académica y a la Biblioteca Wilson Popenoe, por contribuir financieramente para la realización de mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica

RESUMEN

Salinas, Linda. 2002. Detección de preñez con ultrasonido en cerdas. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 22 p.

Para mejorar la eficiencia reproductiva en las granjas porcinas es importante disminuir el período de días abiertos en las cerdas y una de las técnicas para lograrlo es el diagnóstico precoz de la gestación. Para realizarlo se utiliza el ultrasonido, especialmente el Tipo A y recientemente el de tiempo real B (RTU). El objetivo fue evaluar la eficiencia del RTU y del Tipo A, medida por el porcentaje de precisión (%P) y el porcentaje de sensibilidad (%S), en la detección de preñez en cerdas. Se utilizaron 43 cerdas nulíparas y múltiparas de la Unidad de Cerdos en Zamorano, divididas en tres grupos de 18 ± 1 , 24 ± 1 y 30 ± 1 días post-servicio. Se utilizó un RTU, SONOVET 600[®] con transductor lineal de 7.5 MHz por vía transrectal y un ultrasonido Tipo A, modelo PREG-TONE II[®] por vía transabdominal. Para el RTU los criterios usados a los 18 ± 1 días fueron la medición del diámetro de la luz uterina (DLU $>10\text{mm}$ = preñada) y/o visualización de las vesículas embrionarias, y en los otros días la visualización o no de embriones. Con el Tipo A, el diagnóstico fue dado por el tono emitido por el aparato (tono continuo = preñada; tono intermitente = vacía). Se determinó que todas las cerdas estudiadas estaban preñadas, ya que ninguna repitió celo. Se realizó un análisis de varianza con $P < 0.05$. Con el RTU el %P y %S fueron superiores al Tipo A en los dos primeros grupos ($P=0.0001$ y $P=0.0192$, respectivamente), pero al día 30 ± 1 no se encontraron diferencias estadísticas. El RTU es el más confiable para detectar preñez a partir del día 17 de gestación llegándose al alcanzar un $\%P > 90$ a partir del día 23, a diferencia del Tipo A que es confiable únicamente después del día 29, por lo que se recomienda el uso de esta tecnología para la detección de preñez en cerdas, así como su uso en la evaluación de otros procesos reproductivos en cerdas.

Palabras clave: Días abiertos, eficiencia, gestación, precisión, sensibilidad, tiempo real, Tipo A.

NOTA DE PRENSA

DETECTE PREÑEZ TEMPRANAMENTE CON ULTRASONIDO EN CERDAS

En la eficiencia en las explotaciones porcinas, la reducción del período en que las cerdas no están preñadas es muy importante y para esto se necesita conocer de forma rápida y precisa, la tasa de concepción de las hembras y tomar medidas correctiva si es necesario que se traduzcan en un mayor desempeño económico y reproductivo de una granja.

El ultrasonido ha sido usado en el estudio de los procesos reproductivos de los animales domésticos, que comenzó con el de tipo Doppler y con el Tipo A , éste último se ha usado para la detección de preñez principalmente en cerdas a los 30 días después del servicio (natural o por inseminación artificial) y para la medición de la grasa dorsal. Años más tarde se incorporó ultrasonido en tiempo real B (RTU), el cual se ha utilizado más en vacas y yeguas.

En el RTU, las ondas que emite el aparato, son reflejadas por los tejidos y dan como resultado imágenes bidimensionales de los órganos internos de un animal, que se ven en un monitor como en un televisor blanco y negro, pero se necesita mucho entrenamiento para interpretar las imágenes; mientras que en el Tipo A, los ecos reflejados provienen del líquido acumulado en el útero en una cerda preñada que se representan en tonos audibles, diodos de luz o trazados en un osciloscopio y el tiempo de entrenamiento es corto para un hábil trabajador

En Zamorano se realizó durante los meses de mayo y julio, un estudio para determinar la efectividad del RTU y del ultrasonido Tipo A en la detección de preñez. Se utilizaron 43 cerdas de diferentes razas, de uno o más partos que estaban en los 18, 24 y 30 días post-servicio.

Se utilizó un RTU marca SONOVET 600[®] con transductor lineal de 7.5 MHz, vía transrectal y se tomó como criterio el diámetro de la luz uterina (más de 10mm = preñada) y/o la visualización de las vesículas embrionarias o embriones para las gestaciones más avanzadas. Para el Tipo A se utilizó un aparato marca RENCO[®], vía transabdominal y calificando a la cerda como preñada cuando se escuchaba un tono continuo y como vacía cuando era intermitente.

A los 18 días, los resultados fueron alentadores para el RTU pero no para el Tipo A, ya que la precisión fue de 80% y 13% respectivamente, de igual manera, a los 24 días fue de 100% y 67%, pero a los 30 días la precisión fue de 92% para el RTU y del 85% para el Tipo A, no habiendo diferencia en el uso de uno u otro aparato para esta edad gestacionaria.

Con lo descrito anteriormente se pudo concluir que el RTU es una técnica efectiva y confiable para la detección temprana de preñez (18 días en adelante), a diferencia del ultrasonido Tipo A, que sólo lo es a partir del día 30 de gestación y se recomienda usar esta técnica precedido de un análisis económico y de un entrenamiento adecuado del personal.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	x
	Índice de cuadros.....	xii
	Índice de figuras.....	xiii
	Índice de anexos.....	xiv
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Principios básicos de los ultrasonidos.....	1
1.1.1	Ultrasonido Tipo A.....	1
1.1.2	Ultrasonido en tiempo real B.....	2
2	MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1	Localización.....	4
2.2	Animales.....	4
2.3	Equipo.....	4
2.4	Tratamientos.....	4
2.4.1	Detección con RTU.....	4
2.4.2	Detección con ultrasonido Tipo A.....	5
2.5	Variables medidas.....	5
2.6	Variables calculadas.....	5
2.7	Ecuaciones.....	6
2.8	Diseño experimental.....	6
2.9	Análisis estadístico.....	6
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
3.1	Detección de preñez a los 18 ± 1 días post-servicio.....	7
3.2	Detección de preñez a los 24 ± 1 días post-servicio.....	9
3.3	Detección de preñez a los 30 ± 1 días post-servicio.....	11
4	CONCLUSIONES	13

5	RECOMENDACIONES	14
6	BIBLIOGRAFÍA	15
7	ANEXOS	17

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Comparación del ultrasonido Tipo A y RTU en la detección de preñez en cerdas a los 18 ± 1 días post-servicio.....	7
2.	Comparación del ultrasonido Tipo A y RTU en la detección de preñez en cerdas a los 24 ± 1 días post-servicio.....	10
3.	Comparación del ultrasonido Tipo A y RTU en la detección de preñez en cerdas a los 30 ± 1 días post-servicio.....	11

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Gestación 18 días (DLU=12mm, vesícula embrionaria visible).....	8
2.	Gestación 18 días (DLU=14mm, vesícula embrionaria visible).....	8
3.	Cerda vacía (falso negativo) 17 días post-servicio.....	9
4.	Gestación 23 días.....	10
5.	Gestación 25 días.....	10
6.	Gestación 30 días.....	11
7.	Gestaciones 30 días.....	12

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Distribución de cerdas para la detección de preñez por fecha de servicio....	17
2.	Tabla de resultados.....	19
3.	Valores de probabilidad para la diferencia de sensibilidad y precisión del RTU y del ultrasonido Tipo A.....	21

1. INTRODUCCIÓN

El manejo de la reproducción es uno de los factores más importantes en la producción pecuaria, siendo así, que cada día se buscan y analizan nuevas alternativas para mejorar su eficiencia, que sean prácticas, precisas y que ayuden a establecer una tasa reproductiva que se transforme en altas rentabilidades para el productor.

La reducción del período abierto (días no productivos) ha sido uno de los tópicos más tomados en cuenta para aumentar la eficiencia en las explotaciones porcinas, ya que cada día abierto de una hembra representa un alto costo y es por eso que la detección temprana de la preñez se ha convertido en una de las bases para la toma de decisiones en el manejo de las hembras, que van desde trasladarlas al área de gestación cuando se confirma una preñez positiva y si es negativa, llevarlas junto a los verracos para estimularles el celo, hacer tratamientos veterinarios o descartarlas.

El uso del ultrasonido para el manejo de la reproducción en animales domésticos data desde varias décadas atrás (Gordon,1997). El primero en usarse fue el instrumento doppler, seguido unos pocos años después por el ultrasonido Tipo A y finalmente por el ultrasonido en tiempo real B, el cual se utilizó en yeguas y vacas, vía transrectal y posteriormente se popularizó en especies menores como cabras, ovejas y cerdas, en las que en la mayoría de las veces se usa la vía transabdominal (Bellenda, s.f.), aunque según González de Bulnes *et al.* (1999) la vía transrectal es más cómoda para las investigaciones y las imágenes pueden ser mejor interpretadas por la proximidad del transductor al área de estudio.

1.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LOS ULTRASONIDOS

Según González de Bulnes *et al.* (1999) los ultrasonidos son sonidos de alta frecuencia (más de 1 MHz.) emitidos por el efecto piezoeléctrico (deformación por la aplicación de una corriente eléctrica de alto voltaje) de los cristales del transductor, que no son audibles al humano, pero que viajan y se propagan a través de los tejidos, los cuales, reflejan o absorben los ultrasonidos según la densidad de los mismos y los reflejan en forma de ecos, que son recibidos nuevamente por los cristales del transductor, generando una carga eléctrica que según su recepción y presentación, dividen a los ultrasonidos en distintos tipos que se describen a continuación:

1.1.1 Ultrasonido Tipo A

Este tipo de ultrasonido se ha usado mayormente para la detección de preñez en animales menores y principalmente en cerdas, en las cuales también se ha usado para la medición de la grasa dorsal.

“El ultrasonido Tipo A difiere de otros tipos, en que son emitidos pulsos de sonidos y es la amplitud (como respuesta a la frecuencia) del sonido reflejado la que se detecta. Las reflexiones se representan tanto en tonos audibles, diodos emisores de luz o como un trazado en un osciloscopio” (Mederith y Maddock, 1995).

Gordon (1997) señala que este tipo de ultrasonido detecta en las cerdas diferencias entre la impedancia acústica de los contenidos de un útero gestante y el contenido de otras vísceras, ya que el líquido alantoideo incrementa a partir del día 23 de gestación y juega un papel importante en la reflexión del patrón de ecos para la detección de preñez.

Según Mederith y Maddock (1995), el cambio en las proporciones de los líquidos fetales durante la gestación limita el uso de este ultrasonido en los días 30-70 posterior al servicio, contrario a otros autores como Renco Corporation (1999), que asegura que el ultrasonido Tipo A puede ser usado para detección de preñez en los días 18-75 de gestación.

1.1.2 Ultrasonido en tiempo real B (RTU)

Se caracteriza porque la carga eléctrica producida en el transductor al percibir los ecos reflejados por los tejidos, es procesada por un convertidor de haz y transformada en una pantalla como puntos de brillo en la escala de gris (modalidad de brillo), los cuales serán más brillantes a medida que los tejidos sean más densos, clasificándolos así como tejidos hiper-ecogénicos, hipo-ecogénicos y anecogénicos (Jainudeen y Hafez, 1996).

Belstra (2000) menciona que este ultrasonido se cataloga como “en tiempo real” debido a que la transmisión y recepción de los ultrasonidos es constante, actualizando la imagen en fracciones de segundo y produciendo una imagen de los tejidos bidimensional exacta de cortes transversales.

Según Tamayo (s.f.) las aplicaciones del RTU son muy amplias, y en los últimos años se han incrementado a través de la Biotecnología de la reproducción, entre las cuales menciona:

- Estudio de estructuras anatómicas durante el ciclo estral y gestacional.
- Diagnóstico de patologías y enfermedades del aparato reproductivo.
- Determinación del momento de ovulación.
- Seguimiento y estudio de la dinámica folicular.
- Desarrollo del cuerpo lúteo.
- Diagnóstico y seguimiento de la preñez.
- Determinación de la viabilidad y edad gestacionaria.
- Detección de preñeces múltiples.
- Sexado fetal.
- Valoración de hembras donantes y receptoras en trasferencias

Para la detección de preñez en cerdas es necesaria una preparación adecuada de la persona encargada, siendo más exhaustiva cuando se usa RTU, ya que la interpretación de

las imágenes es la clave para evitar diagnósticos incorrectos, ya sea por la falta de experiencia o por la presencia de artefactos o reverberaciones, que son imágenes en la pantalla de estructuras inexistentes como resultado de un cambio significativo en la secuencia de ecos que retornan al transductor de una forma irregular, provocando la persistencia de un eco por un momento determinado (Andrade y Merkt, 1996).

Según Mederith y Maddock (1995) con el RTU, a los 18 días de gestación en la cerda, es posible visualizar en la luz uterina las vesículas embrionarias que aparecen como estructuras hipo-ecogénicas envueltas de una estructura hiper-ecogénica y a partir del día 25 se pueden ver los embriones dentro de éstas como masas hiper-ecogénicas que pueden alcanzar hasta los 20 mm de tamaño en el día 30.

Basados en los conceptos anteriores, se realizó el presente estudio, el cual tuvo como objetivo principal, comparar la eficacia del RTU y del ultrasonido Tipo A en la detección de preñez de la explotación porcina de Zamorano y como objetivos específicos determinar el día más temprano para la detección de preñez y determinar la precisión, sensibilidad y especificidad de los dos equipos, basados en los porcentajes de verdaderos positivos (VP), verdaderos negativos (NV), falsos positivos (FP) y falsos negativos (FN).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó durante los meses de mayo a julio del 2002 en la Unidad de Producción de Cerdos de Zamorano, ubicada en el Valle del Río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 14° norte y 87° oeste. Con una altitud de 800 msnm, temperatura promedio anual de 24° C y una precipitación promedio anual de 1,100 mm.

2.2 ANIMALES

Para este estudio se utilizaron 43 cerdas, cruces de las razas Yorkshire, Landrace y Duroc que tenían uno o más servicios. Se revisaron los registros de cada una con el fin de establecer los antecedentes reproductivos de abortos, momias y repeticiones continuas de celo. Su distribución en cada tratamiento fue aleatoria dependiendo de la fecha de servicio (Anexo 1).

2.3 EQUIPO

1. Ultrasonido de tiempo real B, marca SONOVET 600[®] con un transductor lineal de 7.5 MHz.
2. Ultrasonido tipo A, marca Renco, modelo PREG-TONE II[®], con transductor de 2 MHz.

2.4 TRATAMIENTOS

Se realizaron dos tratamientos en tres diferentes fechas:

- T1: Detección de preñez con RTU en el día 18 ± 1 post-servicio.
Detección de preñez con RTU en el día 24 ± 1 post-servicio.
Detección de preñez con RTU en el día 30 ± 1 post-servicio.
- T2: Detección de preñez con ultrasonido Tipo A en el día 18 ± 1 post-servicio.
Detección de preñez con ultrasonido Tipo A en el día 24 ± 1 post-servicio.
Detección de preñez con ultrasonido Tipo A en el día 30 ± 1 post-servicio.

2.4.1 Detección con RTU.

Para este tratamiento, se adaptó un tubo de PVC de una pulgada de diámetro, que fue doblado con calor para colocar el transductor en el recto de la cerda, protegiendo al

mismo con un preservativo de látex, el cual, se llenó con gel para evitar burbujas de aire que causen artefactos y mala resolución en imágenes, así mismo, se aplicó gel en la parte externa para lubricar la entrada del transductor al recto y evitar lesiones.

Se tomó como referencia la vejiga urinaria, con movimientos del transductor hacia delante, hacia atrás y rotándolo en un ángulo de 180 grados en el piso rectal a fin de evaluar los dos cuernos uterinos, observándose los cortes transversales de los mismos y su contenido.

Los criterios tomados fueron:

- Día 18 ± 1 : Medición lineal de la luz uterina ($DLU \geq 10$ mm = preñada) y/o visualización de vesículas embrionarias.
- Día 24 ± 1 : Visualización de embriones.
- Día 30 ± 1 : Visualización de embriones.

2.4.2. Detección con ultrasonido Tipo A.

Para esto se siguieron las recomendaciones del fabricante del equipo, colocando el transductor en la zona abdominal derecha de la cerda, a una pulgada sobre la línea de los pezones y dos pulgadas frente a la rodilla de la pierna trasera. Previamente se hizo una limpieza de la zona y al uso de un gel o lubricante para obtener un mejor contacto entre el transductor y la piel.

Los criterios tomados para los tres días de medición fueron:

- Sonido continuo = preñada
- Sonido intermitente = no preñada

2.5 VARIABLES MEDIDAS

1. Preñez o no de las cerdas
2. Tiempo mínimo en días para la detección de preñez.

2.6 VARIABLES CALCULADAS

1. Porcentaje de verdaderos positivos (%VP), verdaderos negativos (%VN), falsos positivos (%FP) y falsos negativos (%FN).
2. Precisión, sensibilidad y especificidad de cada equipo expresadas en porcentajes.

Los resultados de positivos verdaderos, negativos verdaderos, falsos positivos y falsos negativos se determinaron con base en la subsecuente presencia o ausencia de celo de las

cerdas, las cuales fueron examinadas diariamente en la mañana y en la tarde con un verraco celador, antes y después de las mediciones hasta los 35 días post-servicio.

2.7 ECUACIONES

Para los cálculos de precisión (P), sensibilidad (S) y especificidad (E) se usaron las siguientes ecuaciones (Martínez Rojero, 1999; adaptado por el autor).

$$P = \frac{VP+VN}{VP+FP+VN+FN} (100)$$

$$S = \frac{VP}{VP+FN} (100)$$

$$E = \frac{VN}{VN+FP} (100)$$

2.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA). En los días designados para las mediciones, se acudió a los registros de monta y se determinaron las cerdas que cumplían 18 ± 1 , 24 ± 1 y 30 ± 1 días de servidas y se logró agrupar: 15, 15 y 13 cerdas en cada grupo respectivamente. Se utilizó los dos tipos de ultrasonido en todas las cerdas estudiadas.

2.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de $P < 0.05$. Se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS[®], 1997). Donde hubo diferencias, la separación de medias se realizó con base en las diferencias mínimas significativas (Anexo 3).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó con base en el no retorno al estro que las 43 cerdas estudiadas estaban preñadas (Anexo 2), por lo que no se obtuvieron verdaderos negativos, ni falsos positivos y no fue posible calcular la especificidad de ninguno de los dos equipos.

3.1 DETECCIÓN DE PREÑEZ A LOS 18 ± 1 DÍAS POST-SERVICIO

Con el ultrasonido Tipo A la sensibilidad y precisión obtenida fue del 13.3% para ambas variables (Cuadro 1), debido posiblemente a la poca cantidad de líquido presente en el cuerno uterino en etapas de gestación temprana. Estos resultados concuerdan con los de Knox (2002a), así como con los de Almond (1996), quien reporta, que la detección de preñez en las cerdas con ultrasonido Tipo A antes del día 20 post-servicio es mínima, ya que el volumen de los cuernos es insuficiente para emitir ecos que puedan ser diferenciados por el transductor.

Sin embargo, los resultados difieren a los reportados por Renco Corporation (1999), quienes son los fabricantes del equipo utilizado y reportan que un hábil operador puede detectar preñez en el día 18 post-servicio con una precisión del 85% (después de dos veredictos positivos) y una especificidad de 69%.

Con el RTU, los resultados fueron superiores ($P=0.0001$) a los obtenidos con el Tipo A (Cuadro 1). La sensibilidad y la precisión fueron de 80%, ya que en las cerdas diagnosticadas como preñadas se pudo obtener un DLU mayor a 10mm y/o visualizar las vesículas embrionarias (Figuras 1 y 2), mientras que en las cerdas diagnosticadas como vacías (falsos negativos) no se pudo observar ninguno de los dos factores (Figura 3). Mejía Silva *et al.* (2001), reportan que los porcentajes de falsos negativos se relacionan con hembras con presencia de pocos embriones en el útero (>4 y <10). Estos resultados son superiores a los encontrados por Woodard *et al.* (1995) quienes reportan una precisión de 74.5% para el diagnóstico de preñez con RTU entre los días 17 y 20 de gestación.

Cuadro 1. Comparación del ultrasonido Tipo A y RTU en la detección de preñez en cerdas a los 18 ± 1 días post-servicio.

%	Tipo A	RTU
Positivos verdaderos	13.3	80
Falsos negativos	86.7	20
Sensibilidad	13.3	80
Precisión	13.3	80



Figura 1. Gestación 18 días (DLU=12mm, vesícula embrionaria visible)

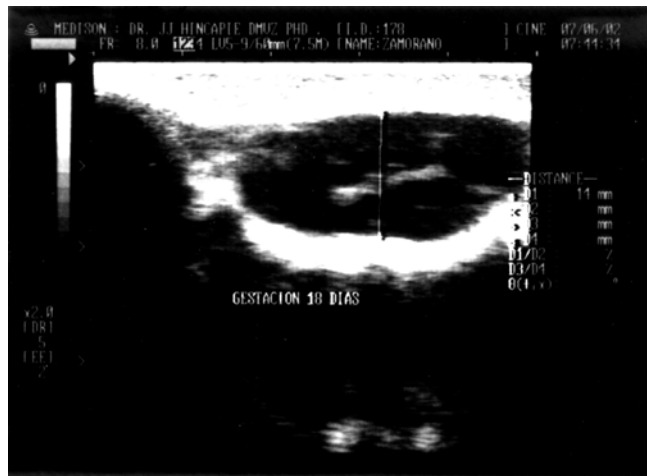


Figura 2. Gestación 18 días (DLU = 14 mm, vesícula embrionaria visible)

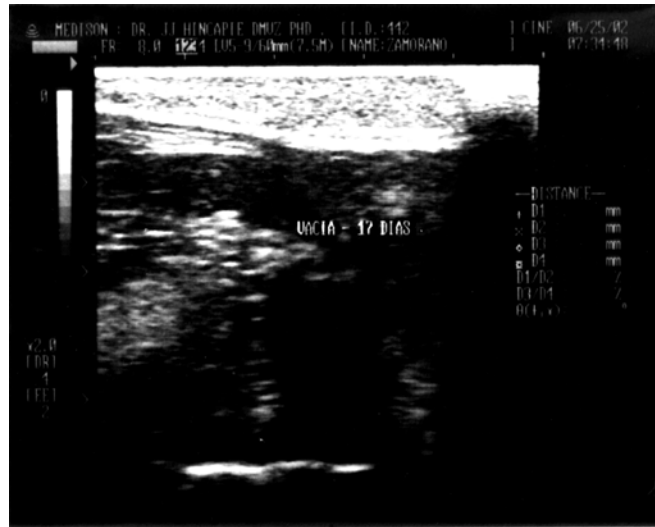


Figura 3. Cerda vacía (falso negativo) 17 días post-servicio.

3.2 DETECCIÓN DE PREÑEZ A LOS 24 ± 1 DÍAS POST-SERVICIO

Con el ultrasonido Tipo A la sensibilidad y precisión fue de 66.7% (Cuadro 2), debido al rápido incremento de líquido en el útero a partir del día 23 de gestación (Gordon,1997) y a que la banda de los ecos reflejados se encuentran en una profundidad de 15 a 20 cm en contraste con la profundidad de las cerdas no preñadas, permitiendo al transductor distinguir entre los líquidos de otras estructuras (Jainudeen y Hafez, 1996).

Los falsos negativos (33.3%) obtenidos en esta etapa de gestación, se atribuyen a la diferencia fisiológica en ciertas cerdas que no han acumulado la suficiente cantidad de líquido en los cuernos o a la mala posición del aparato que se tradujo en un deficiente contacto del transductor con la piel, provocando la dispersión de los ecos.

Con el RTU, la sensibilidad y la precisión alcanzaron el 100% (Cuadro 2), que fue superior ($P=0.0192$) al Tipo A, ya que en todas las cerdas se visualizaron los embriones (Figuras 4 y 5), lo cual, concuerda con lo reportado por Miller *et al.* (2001) quienes evaluaron 97 cerdas y obtuvieron una precisión de 95% y una sensibilidad de 99%, atribuyendo estos resultados, al incremento significativo del DLU de 0.84 cm en el día 18 de gestación a 3.75 cm en el día 24 y al rápido desarrollo del embrión, de igual manera, Belstra (2000) y Almond (1998a) reportan resultados de 98% y 100% respectivamente en la precisión del RTU si el diagnóstico de preñez se realiza después de 22 días posteriores al servicio.

Cuadro 2. Comparación del ultrasonido Tipo A y RTU en la detección
de preñez en cerdas a los
24 ± 1 días post-servicio.

%	Tipo A	RTU
Positivos verdaderos	66.7	100
Falsos negativos	33.3	0
Sensibilidad	66.7	100
Precisión	66.7	100



Figura 4. Gestación 23 días.

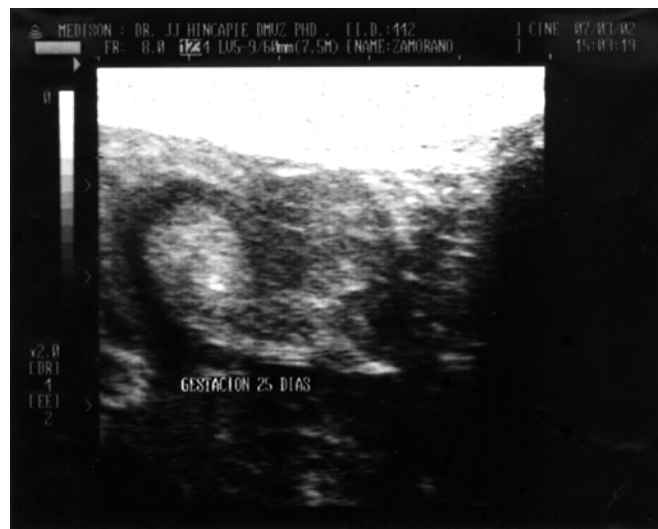


Figura 5. Gestación 25 días.

3.3 DETECCIÓN DE PREÑEZ A LOS 30 ± 1 DÍAS POST-SERVICIO

Con el ultrasonido Tipo A, la sensibilidad y la precisión fue de 84.6% (Cuadro 3), que es baja, ya que se espera obtener un 100% de precisión entre los días 30 y 90 post-servicio (Jainudeen y Hafez, 1996; Gordon, 1997; Almond, 1998b), y se debió probablemente a que los falsos negativos, al ser una muestra pequeña, impactaron significativamente en los resultados, producto de errores del operador al realizar la detección.

Con el RTU se obtuvo una sensibilidad y una precisión de 92.3% (Cuadro 3), lo cual no fue diferente del Tipo A ($P=0.5980$) y concuerda con lo reportado por Mejía Silva *et al.* (2001), Meredith y Maddock (1995), Vos *et al.* (1999) y Miller *et al.* (2001), quienes dicen que en esta edad gestacionaria se obtienen porcentajes de precisión superiores al 90%. En las cerdas determinadas como preñadas se pudieron visualizar fácilmente los embriones (Figuras 6 y 7), pero no se llegó a distinguir las partes corporales en los mismos, como lo encontrado por Knox (2002b).

Cuadro 3. Comparación del ultrasonido Tipo A y RTU en la detección de preñez en cerdas a los 30 ± 1 días post-servicio.

%	Tipo A	RTU
Positivos verdaderos	84.6	92.3
Falsos negativos	15.4	7.7
Sensibilidad	84.6	92.3
Precisión	84.6	92.3

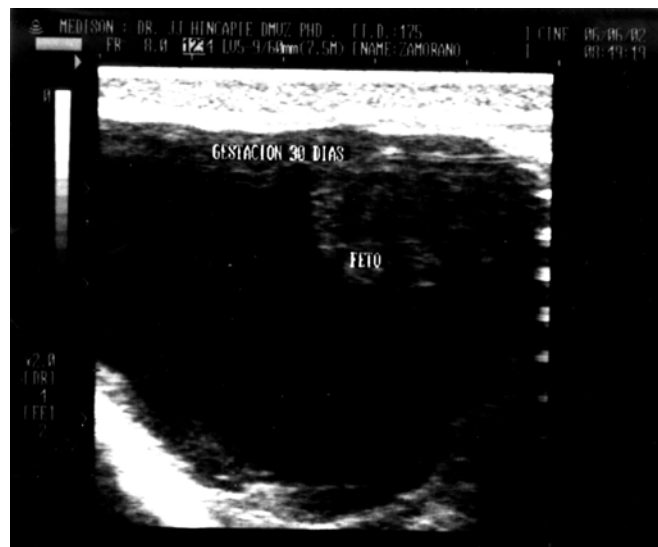


Figura 6. Gestación 30 días

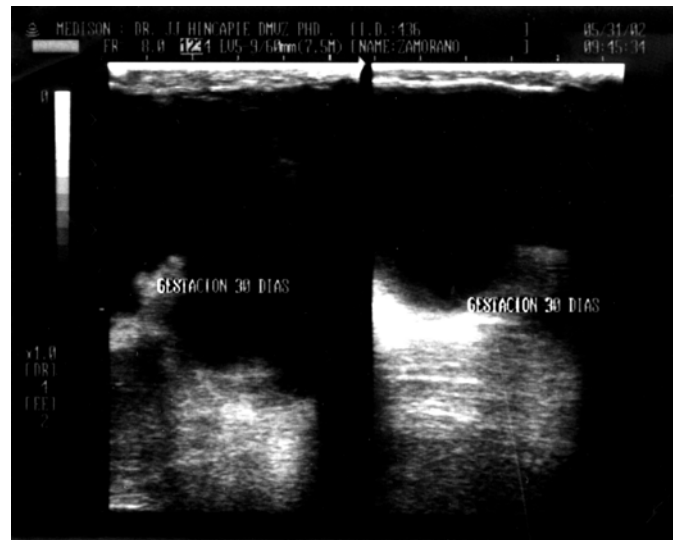


Figura 7. Gestaciones 30 días

4. CONCLUSIONES

1. El RTU puede detectar cerdas preñadas tan temprano como a los 17 días post-servicio, pero a partir del día 23 hay mayor precisión y sensibilidad
2. El RTU fue más eficiente en precisión y sensibilidad que el Tipo A, pero a partir del día 29 de gestación no hubo diferencia entre los dos ultrasonidos.

5. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el RTU como herramienta para la detección temprana de preñez en cerdas, previo a un análisis económico con base en el número de cerdas diagnosticadas o al tamaño de la granja.
2. Evaluar la eficiencia del RTU en otros procesos reproductivos en cerdas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Almond, G.W. 1996. Pregnancy diagnosis: a brief review (en línea). Carolina del Norte, USA. Consultado 23 de febrero del 2002. Disponible en <http://swinefile.com/link.php?blind=13/96>.
- Almond, G. 1998a. Pregnancy testing with real-time ultrasound. *Under the Lens*. 3(2):s.p.
- Almond, G. 1998b. Experience: the forerunner to success. *Pig progress*. 4(9):19-23.
- Andrade, J.C.; Merkt, H. 1996. *A ultra-sografía na reprodução eqüina*. 2 ed. Salvador, Brasil, Universitaria Americana. 162 p.
- Bellenda, O. s.f. La ecografía aplicada a la reproducción de especies de interés productivo (en línea). Uruguay. Consultado 29 de enero del 2002. Disponible en <http://ecografiavet.com/repro/reprocerda.htm>.
- Belstra, B, 2000. Reproductive uses of ultrasonography in swine breeding herds: present and future applications (en línea). Carolina del Norte. USA. Consultado 30 de febrero del 2002. Disponible en <http://mark.asci.ncsu.edu/HealthyHogs/book2000/belstra.thm>
- González de Bulnes, A.; Santiago Moreno, J.; López Sebastián, A. 1999. Diagnóstico de gestación y determinación del número de embriones. *OVIS*. no.61:35-40.
- Gordon, I. 1997. *Controlled reproduction in pigs*. 2 ed. Dublin, Irlanda, CAB International. 247 p.
- Jainudeen, M.R.; Hafez, E.S.E. 1996 Diagnóstico de preñez. *In* Hafez. E.S.E. ed. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. México, McGraw-Hill Interamericana. p. 418-431.
- Knox, R.V. 2002a. Using real-time ultrasound for pregnancy diagnosis in swine. *Pigs on Parade*. 20:2-4.
- Knox, R.V. 2002b. Swine reproduction information on the internet (en línea). Illinois, USA. Consultado 4 de abril del 2002. Disponible en <http://www.ansci.uiuc.edu/swinerepronet/topics.cfm?pl=2&sid=51>.
- Martínez Rojero, R.D. 1999. Comparación de cinco técnicas de campo para detectar preñez en ovejas Pelibuey. *Veterinaria México*. 30(2):193-198.
- Mederith, J.M.; Maddock, S.J. 1995. Ecografía del aparato reproductor porcino. *In* Goddard P.J. ed. *Ecografía veterinaria*. Zaragoza, España, Acribia. p. 323-338.

Mejía Silva, W.; Cruz Arámbulo, R.; Calatayud Marques, D.; León, G.; Quintero Moreno, A. 2001. Uso de ultrasonografía modo B en tiempo real para diagnóstico precoz de gestación en la cerda. *Revista Científica*. 9(5):418-422.

Miller, G.M.; Willenburg, K.L.; Knox, R.V. 2001. Pregnancy diagnosis in swine: a comparison between transrectal and transabdominal real-time ultrasound. *J. Anim. Sci.* 79(Supl.):37.

Renco Corporation. 1999. Preg-tone II[®] instructions: important information (en línea). USA. Consultado 25 de enero del 2002. Disponible en http://rencocorp.com/PDF_Files/Pt_ii.pdf.

SAS. 1997. Users Guide. Statistical Analysis Institute Inc., Carry NC. 329 p.

Tamayo, M. s.f. La ecografía como medio de diagnóstico y evaluación de los procesos reproductivos en el bovino (en línea) La Habana, Cuba. Consultado 30 de febrero del 2002. Disponible en <http://piemedical.com/edbovino.html>.

Vos, E.A.; Oord, R.V.; Taverne, M.A.M.; Kruip, Th.A.M. 1999. Pregnancy diagnosis in sows: direct ELISA for estrone in feces and its prospects for an on-farm test in comparison to ultrasonography. *Theriogenology*. 51:829-840.

Woodard, T.O.; White, S.L.; Flowers, W.L., Almond, G.W.; McCaw, M.B.; Armstrong, J.D. 1995. Real-time ultrasound as an enhanced means of pregnancy diagnosis in swine. *Anim. Sci. Annual Report*. s.p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Distribución de cerdas para la detección de preñez por fecha de servicio.

Cerdas 18 ± 1 días post-servicio				
ID	Fecha de servicio	Fecha de prueba	RTU	Tipo A
23	23/05/2002	06/11/2002	(+)	(-)
45-3	25/05/2002	13/06/2002	(-)	(-)
59-7	27/05/2002	13/06/2002	(-)	(-)
51-4	31/05/2002	18/06/2002	(+)	(-)
85-5	01/06/2002	18/06/2002	(+)	(-)
270	01/06/2002	18/06/2002	(+)	(-)
442	08/06/2002	25/06/2002	(-)	(-)
468	06/06/2002	25/06/2002	(+)	(-)
54-5	10/06/2002	29/06/2002	(+)	(-)
54-1	11/06/2002	29/06/2002	(+)	(-)
370	12/06/2002	29/06/2002	(+)	(+)
158	12/06/2002	29/06/2002	(+)	(-)
404	14/06/2002	03/07/2002	(+)	(+)
134	16/06/2002	03/07/2002	(+)	(-)
178	18/06/2002	06/07/2002	(+)	(-)

(+) = Preñada

(-) = No preñada

Cerdas 24 ± 1 días post-servicio				
ID	Fecha de servicio	Fecha de prueba	RTU	Tipo A
45-6	01/05/2002	25/05/2002	(+)	(-)
502	01/05/2002	25/05/2002	(+)	(+)
175	06/05/2002	31/05/2002	(+)	(-)
514	13/05/2002	06/06/2002	(+)	(-)
396	13/05/2002	06/06/2002	(+)	(+)
465	20/05/2002	13/06/2002	(+)	(+)
59-1	21/05/2002	13/06/2002	(+)	(-)
45-3	25/05/2002	18/06/2002	(+)	(+)
85-5	01/06/2002	25/06/2002	(+)	(+)
51-4	31/05/2002	25/06/2002	(+)	(+)
270	01/06/2002	25/06/2002	(+)	(+)
498	04/06/2002	29/06/2002	(+)	(+)
468	06/06/2002	29/06/2002	(+)	(+)
442	08/06/2002	03/07/2002	(+)	(+)

54-5	10/06/2002	03/07/2002	(+)	(-)
(+)= Preñada				
(-)= No preñada				

Cerdas 30 ± 1 días post-servicio

ID	Fecha de servicio	Fecha de prueba	RTU	Tipo A
125	25/04/2002	25/05/2002	(+)	(+)
436	02/05/2002	31/05/2002	(+)	(+)
366	01/05/2002	31/05/2002	(+)	(+)
175	07/05/2002	06/06/2002	(+)	(+)
176	06/05/2002	06/06/2002	(+)	(-)
514	13/05/2002	11/06/2002	(+)	(-)
396	13/05/2002	11/06/2002	(+)	(+)
465	20/05/2002	18/06/2002	(+)	(+)
59-1	21/05/2002	20/06/2002	(+)	(+)
59-7	27/05/2002	25/06/2002	(-)	(+)
45-3	25/05/2002	25/06/2002	(+)	(+)
51-4	31/05/2002	29/06/2002	(+)	(+)
498	04/06/2002	03/06/2002	(+)	(+)

(+) = Preñada

(-) = No preñada

Anexo 2. Tabla de resultados.

CERDAS 18 + 1 días post-servicio					
ID	REPETICIÓN DE CELO	RTU	RESULTADO	TIPO A	RESULTADO
23	NO	(+)	VP	(-)	FN
45-3	NO	(-)	FN	(-)	FN
59-7	NO	(-)	FN	(-)	FN
51-4	NO	(+)	VP	(-)	FN
85-5	NO	(+)	VP	(-)	FN
270	NO	(+)	VP	(-)	FN
442	NO	(-)	FN	(-)	FN
468	NO	(+)	VP	(-)	FN
54-5	NO	(+)	VP	(-)	FN
54-1	NO	(+)	VP	(-)	FN
370	NO	(+)	VP	(+)	VP
158	NO	(+)	VP	(-)	FN
404	NO	(+)	VP	(+)	VP
134	NO	(+)	VP	(-)	FN
178	NO	(+)	VP	(-)	VP

(+) = Preñada

VP = Verdadero positivo

(-) = No preñada

FP = Falso negativo

CERDAS 24 + 1 días post-servicio					
ID	REPETICIÓN DE CELO	RTU	RESULTADO	TIPO A	RESULTADO
45-6	NO	(+)	VP	(-)	FN
502	NO	(+)	VP	(+)	VP
175	NO	(+)	VP	(-)	FV
514	NO	(+)	VP	(-)	FV
396	NO	(+)	VP	(+)	VP
465	NO	(+)	VP	(+)	VP
59-1	NO	(+)	VP	(-)	FV
45-3	NO	(+)	VP	(+)	VP
85-5	NO	(+)	VP	(+)	VP
51-4	NO	(+)	VP	(+)	VP
270	NO	(+)	VP	(+)	VP
498	NO	(+)	VP	(+)	VP
468	NO	(+)	VP	(+)	VP

442	NO	(+)	VP	(+)	VP
54-5	NO	(+)	VP	(-)	FN

(+) = Preñada VP = Verdadero positivo
 (-) = No preñada FN = Falsos negativo

CERDAS 30 + 1 días post-servicio					
ID	REPETICIÓN DE CELO	RTU	RESULTADO	TIPO A	RESULTADO
125	NO	(+)	VP	(+)	VP
436	NO	(+)	VP	(+)	VP
366	NO	(+)	VP	(+)	VP
175	NO	(+)	VP	(+)	VP
176	NO	(+)	VP	(-)	FN
514	NO	(+)	VP	(-)	FN
396	NO	(+)	VP	(+)	VP
465	NO	(+)	VP	(+)	VP
59-1	NO	(+)	VP	(+)	VP
59-7	NO	(-)	FN	(+)	VP
45-3	NO	(+)	VP	(+)	VP
51-4	NO	(+)	VP	(+)	VP
498	NO	(+)	VP	(+)	VP

(+) = Preñada VP = Verdadero positivo
 (-) = No preñada FN = Falso negativo

Anexo 3. Valores de probabilidad para la diferencia de sensibilidad y precisión del RTU y ultrasonido Tipo A.

The GLM Procedure

The SAS System

Dependent Variable: PRENEZ18

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	5.80000000	0.38666667	3.25	0.0168
Error	14	1.66666667	0.11904762		
Corrected Total	29	7.46666667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PRENEZ Mean
0.776786	23.52496	0.345033	1.466667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ID	14	2.46666667	0.17619048	1.48	0.2363
TRT	1	3.33333333	3.33333333	28.00	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ID	14	2.46666667	0.17619048	1.48	0.2363
TRT	1	3.33333333	3.33333333	28.00	0.0001

The GLM Procedure
Least Squares Means

TRT	PRENEZ LSMEAN	Standard Error	H0:LSMEAN=0 Pr > t	H0:LSMean1=LSMean2 Pr > t
RTU	1.80000000	0.08908708	<.0001	0.0001
TIPOA	1.13333333	0.08908708	<.0001	

The GLM Procedure

Dependent Variable: PRENEZ24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	15	2.50000000	0.16666667	1.40	0.2674
Error	14	1.66666667	0.11904762		
Corrected Total	29	4.16666667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PRENEZ Mean
0.600000	18.81997	0.345033	1.833333

XXV

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ID	14	1.66666667	0.11904762	1.00	0.5000
TRT	1	0.83333333	0.83333333	7.00	0.0192

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ID	14	1.66666667	0.11904762	1.00	0.5000
TRT	1	0.83333333	0.83333333	7.00	0.0192

The GLM Procedure
Least Squares Means

TRT	PRENEZ LSMEAN	Standard Error	H0:LSMEAN=0 Pr > t	H0:LSMean1= LSMean2 Pr > t
RTU	2.00000000	0.08908708	<.0001	0.0192
TIPOA	1.66666667	0.08908708	<.0001	

The GLM Procedure

Dependent Variable: PRENEZ30

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	0.94230769	0.07852564	0.60	0.8104
Error	13	1.71153846	0.13165680		
Corrected Total	25	2.65384615			

R-Square	Coef Var	Root MSE	PRENEZ Mean
0.355072	19.25302	0.362845	1.884615

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ID	11	0.90384615	0.08216783	0.62	0.7800
TRT	1	0.03846154	0.03846154	0.29	0.5980

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ID	11	0.90384615	0.08216783	0.62	0.7800
TRT	1	0.03846154	0.03846154	0.29	0.5980

The GLM Procedure
Least Squares Means

TRT	PRENEZ LSMEAN	Standard Error	H0:LSMEAN=0 Pr > t	H0:LSMean1= LSMean2 Pr > t
RTU	1.93429487	0.10159160	<.0001	0.5980
TIPOA	1.85737179	0.10159160	<.0001	