

20
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

RESISTENCIA ELECTRICA DEL MOCO CERVICO-VAGINAL DURANTE EL ESTRO Y SU RELACION CON LA FERTILIDAD EN VACAS CEBU EN EL TROPICO

TESIS CON
FALSA DE CALIFICACION

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
LUZ MARIA ARZATE TRUJILLO



ASESORES: M.V.Z. HECTOR BASURTO CAMBEROS
M.V.Z. AGAPITO MARTINEZ ABURTO
M.V.Z. LIBORIO RAMON MORALES RIVERA



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION.....	3
MATERIAL Y METODOS	8
RESULTADOS	12
CUADROS.....	14
FIGURAS	18
DISCUSION	20
CONCLUSIONES	24
BIBLIOGRAFIA	25

RESUMEN

ARZATE TRUJILLO LIZ MARIA. Resistencia eléctrica del moco cervico-vaginal durante el estro y su relación con la fertilidad en vacas Cebú en el trópico. (bajo la dirección del M.V.Z. Héctor Basurto Camberos, M.V.Z. Agripito Martínez Aburto y M.V.Z. Liborio Ramón Morales Rivera).

Con el objeto de determinar la fluctuación de la resistencia eléctrica del moco cervico-vaginal (REMCV) durante el estro y su relación al momento de inseminación con la fertilidad, se utilizaron 153 vacas Cebú (Qyr e Indobrasil) adultas multíparas con 90 días o más postparto y divididas en tres grupos: Grupo 1) 40 vacas en anestro, se les aplicó un implante subcutáneo de Norgestomet durante nueve días y se obtuvo la REMCV al momento de aplicar y retirar el implante, posteriormente cada 4 horas hasta 12 horas después de finalizado el estro. Grupo 2) 12 vacas ciclando, se les administró 20 mg de Proestriol para sincronizar el estro, la REMCV se obtuvo al inyectar, al inicio del estro y cada 4 horas hasta 12 horas después de finalizado. Grupo 3) 106 vacas con presentación de estros naturales, la REMCV se midió con un multímetro (modelo MJ-103) conectado a dos electrodos de cobre de 0.8 mm de diámetro con una resistividad de 1.72×10^8 Ohms/m. En el grupo 1 la resistencia fue mayor ($P < 0.05$) al retirar el implante (105.0 ± 5.7 Ohms) que durante el estro, hora 0 (75.1 ± 6.1 Ohms), hora 8 (76.2 ± 8.6 Ohms) no habiendo diferencia significativa entre éstas ($P > 0.05$); se observó un incremento significativo ($P < 0.05$) a las 12 horas (85.1 ± 10.5 Ohms) y a las 16 horas (99.9 ± 10.1 Ohms). En el grupo 2 la REMCV al inicio del estro (hora 0) fue 71.3 ± 4.4 Ohms a las 4 horas 63.8 ± 4.4 Ohms, a las 8 horas 79.3 ± 3.6 Ohms, a las 12 horas 95.5 ± 3.7 Ohms y a las 16 horas 103.8 ± 8.9 Ohms, siendo significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$). En el grupo 3 la REMCV no difirió significativamente ($P > 0.05$) entre las vacas que no concibieron (65.0 ± 14.6 Ohms) y las no gestantes

(66.3 \pm 15.3 Ohms) se observó que la variación de la RENCV está determinada por el tiempo durante el estro en que obtengan las lecturas (P<0.01).

INTRODUCCION

En los últimos años la práctica de la Inseminación Artificial (IA) en México ha adquirido gran importancia en el ganado Cebú debido a que esta técnica juega un papel preponderante en el mejoramiento genético de las poblaciones ganaderas a través del uso racional de semenales seleccionados (19). Sin embargo, aún existen obstáculos técnicos que han limitado su utilización generalizada ya que la IA exige prácticas cuidadosas y exactas como son la identificación del estro, manejo del semen congelado, métodos adecuados y oportunos para la aplicación del semen dentro del tracto reproductor femenino, y el control permanente de los registros reproductivos del hato (19, 23).

Una de las prácticas indispensables para que la IA pueda implantarse en un hato es la detección correcta del estro, ya que de ésta depende que el servicio sea aplicado en el tiempo oportuno para que ocurra la fecundación lo antes posible después del parto y así obtener un ciclo reproductivo completo económicamente rentable (3, 23, 25, 45).

La disminución de la tasa de fertilidad puede estar asociada con una inseminación precoz o tardía con respecto al tiempo de ovulación, debido probablemente a arrojamiento de gametos (espermatozoides y óvulos) dentro del aparato reproductor de la hembra (1, 15, 23). Se ha determinado que el porcentaje de fertilidad es mayor si se insemina hacia la mitad o al final del estro y disminuye grandemente al inseminar después de terminado el calor o cerca del momento de la ovulación (12, 14, 16, 18). En los bovinos existe marcada variación acerca del momento en que ocurre la ovulación con respecto al inicio del estro (38, 41, 42); pero en general se ha visto que la ovulación ocurre entre las 10.5 y 15.5 horas (promedio 12 horas) después de finalizar el estro (42). Sin embargo, aún persiste la problemática para determinar correctamente el tiempo en que las vacas inician en este

tro y más aún en condiciones de pastoreo como las que prevalecen en el trópico (28).

Con la finalidad de determinar el momento óptimo en que debe aplicarse la IA, se han utilizado diversos dispositivos auxiliares en la detección del estro, la mayoría de los cuales incluyen señales o marcas en las vacas que presentan estro, utilizando pinturas u otras sustancias de color contenidas en dispositivos fijados a la grupa de las vacas o la preparación quirúrgica de toros, como la penectomía, desviación del pene y otras técnicas que impiden la erección; así mismo se han utilizado toros provistos con esferas marcadoras sujetas a la mandíbula o arneses marcadores que previenen el apareamiento (5, 19). Sin embargo, con todo ello, los resultados son discutibles y las técnicas muchas veces resultan imprácticas para la mayoría de las explotaciones (15, 19, 23).

Como una alternativa recientemente se está investigando sobre la medición de la resistencia eléctrica del moco cervico-vaginal (REMCV) como una técnica auxiliar en la detección del estro (4, 6, 7, 8, 12, 18).

La comprensión acerca del fenómeno de la resistencia eléctrica implica el conocimiento de algunas bases fisicoquímicas que se explican a continuación:

—Un conductor contiene electrones libres que se mueven desordenadamente de un átomo a otro, al cerrar el circuito, la corriente que pasa, hace que todos los electrones se desplacen en la misma dirección y a la misma velocidad (22, 32, 44).

Existen tres magnitudes que determinan los circuitos eléctricos: Diferencia de potencial, Intensidad y Resistencia (22, 32).

A. La diferencia de potencial es producida por un generador intercalado en un circuito eléctrico, el cual impulsa la corriente a través del conductor que va del polo negativo al polo positivo (32, 44).

B. La intensidad de la corriente puede ser fuerte o débil, según la cantidad

de electrones que pasan por una sección del conductor en cada unidad de tiempo (22, 31, 32).

C. La resistencia depende de la facilidad que ofrece el conductor al paso de los electrones (31, 32).

La resistencia se mide en unidades ohmio u ohm (22), que se define como la oposición que presenta un cuerpo por el cual circula una corriente de un amperio de intensidad cuando se establece entre sus extremos un diferencial de potencial igual a un voltio (31, 44).

Algunos estudios en ganado bovino y otras especies animales indican que la FEMCV está influenciada por las diferentes etapas tanto del ciclo estral como la preñez (3, 4, 6, 17, 18, 21).

En los bovinos la FEMCV disminuye notablemente durante el proestro y aumenta progresivamente en la etapa del diestro para mantenerse alta durante la preñez (7, 25, 35).

Durante el proestro y el estro, la FEMCV disminuye paulatinamente (9, 35, 35), registrándose las menores lecturas 20 horas después de iniciado el estro (28), momento que se ha sugerido como el momento óptimo para realizar la IA (3, 6, 25, 35, 36, 39). Los cambios en la FEMCV se han utilizado cronológicamente para escoger el período durante el estro, en las cuales las vacas tienen mayor posibilidad de concebir, incluso haciendo caso omiso en la detección del inicio del estro (19, 36, 39). Se ha reportado un mayor índice de fertilidad en la IA cuando el estro se determina por la FEMCV en comparación con la detección (3, 6); lo cual puede deberse a que un gran número de vacas presentan estros silenciosos o con signos débiles de calor, ya que en tales casos se tiene la misma capacidad de concepción en comparación con vacas cuyos signos de estro son evidentes (12, 18). De esta manera se han obtenido el 23% de concepción al primer servicio de inseminación (6).

Algunas investigaciones indican que los valores de REMCV cambian en proporción directa con los cambios en la concentración de estrógenos y progesterona que preceden a la ovulación y con el incremento de la secreción del moco cervical durante el estró 5, 11, 13). Por lo tanto, la REMCV puede servir como un indicador directo del estado endocrino en un momento determinado del ciclo estral, ya que hay una correlación positiva significativa entre los cambios de la REMCV y las fluctuaciones concurrentes en los niveles de progesterona circulantes durante el ciclo estral (12, 18, 20). Además, los cambios en la REMCV están asociados a la vascularidad de la mucosa vaginal y al tránsito de corriente a través de los tejidos (3, 4, 7, 8, 24). La corriente se extiende, de una manera análoga a las líneas de fuerza alrededor de una barra magnética, dentro de las estructuras profundas de la pared vaginal, las cuales están cambiando constantemente en densidad y aporte sanguíneo por la actividad vascular (4).

Con base en lo expuesto, resulta factible utilizar la REMCV como apoyo en la detección del estró; sin embargo es necesario desarrollar investigaciones que permitan estudiar las características de la REMCV durante el estró en ganado Cebú. La estimación de estos cambios, como un indicador del momento más adecuado para efectuar la inseminación tendría repercusiones y sería una base sólida para el desarrollo exitoso de programas de inseminación artificial en ganado bovino de las zonas tropicales.

Los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

- a) Determinar los valores de REMCV durante el estró en ganado Cebú (Oryz *Indonesi* sili).
- b) Determinar los valores de REMCV al momento de la Inseminación Artificial en ganado Cebú.
- c) Establecer la relación entre el porcentaje de fertilidad con los valores de RE

MCV obtenidos al realizar el servicio de Inseminación Artificial.

MATERIAL Y METODOS

a) Localización:

El presente estudio se realizó en un rancho comercial, ubicado en el municipio de Martínez de la Torre, en la zona centro del estado de Veracruz, a 20°4' de latitud norte y 97°3' de longitud oeste, su altitud sobre el nivel del mar es de 150 ± 10 metros con precipitación pluvial de 2065.3 mm aproximadamente, la clasificación climática corresponde al tipo af (a)(e) (caliente húmedo), con lluvias todo el año y la temperatura anual es de 24°C.

b) Animales Experimentales:

El estudio se llevó a cabo en 158 vacas (Qyr e Indobrasil) adultas multiparas con 90 días o más de posparto con un peso aproximado entre 450 a 550 Kg y de condición corporal aceptable, las cuales fueron divididas en tres grupos de la siguiente manera:

GRUPO 1.- 40 vacas que al diagnóstico de palpación rectal no presentaron actividad ovárica (anestro) fueron tratadas en ese momento con un implante subcutáneo en la base del pabellón auricular.

El implante consistió en 6 mg de Norgestonel* (progestágeno sintético), además se aplicaron 3 mg de norgestonel y 5mg de valerato de estradiol por vía intramuscular. El implante permaneció por 10 días. La resistencia se midió en el momento de la palpación rectal y aplicación del implante y al retiro del mismo; posteriormente cada 4 horas hasta 12 horas después de finalizados los signos del estro. La I A se realizó entre 8 y 12 horas después de iniciado el estro.

GRUPO 2.- 12 vacas que al diagnóstico de palpación rectal presentan actividad

* Norgestonel= Síncronate - B, marca registrada (CEVA)

ovárica (cuerpo lúteo). A este grupo de vacas se les aplicó al momento del diagnóstico de 15 a 20 mg de Prostano¹ (análogo sintético de prostaglandina f_2 alfa) por vía intramuscular, para la sincronización del siguiente estro. Se midió la resistencia al momento del diagnóstico y posteriormente hasta la detección del inicio del estro y cada 4 horas hasta 12 horas después de finalizado. El servicio de I A se realizó entre 8 y 12 horas después iniciado el estro.

GRUPO 3.- 106 vacas con presentación de estros naturales. En este grupo de animales se midió la REMCV sólo una vez al momento de la I A, que se realizó en forma convencional, entre las 8 y 12 horas de detectado el estro. Todas las vacas estuvieron sujetas a observaciones de las manifestaciones de estro tres veces por día, de 6:00 a 10:00 horas, de 12:00 a 14:00 y de 16:00 a 20:00 horas. Así mismo las vacas inseminadas fueron vigiladas estrechamente entre los días 17 y 24 posteriores para verificar el retorno a estro y el diagnóstico de gestación se realizó por palpación rectal a los 60 días después de haberse inseminado.

La REMCV se midió utilizando un multímetro de marca Electronic Resource Inc. modelo MJ-103, conectado a dos electrodos de cobre de 0.6mm de diámetro con una resistividad de 1.72×10^8 ohms/m.

Los electrodos de cobre estuvieron adheridos con Cianacrilato formando un espiral de 5cm de largo en el extremo de un tubo de PVC de 50 cm de longitud y 17 mm de diámetro (8).

El extremo del tubo con el electrodo en espiral se introdujo por vulva hasta hacer contacto con la parte ventral del fornix vaginal en posición de 45° respecto al pla-

* Prostano¹= Prosovlín = marca registrada (INTERVET)

no horizontal, ya que se ha observado ser el sitio de menor variación (4). El electrodo permaneció durante 2 minutos, y sólo registró en unidades ohms la lectura más constante.

Se contó con dos equipos de electrodos que se utilizaron en forma alterna de tal manera que cada uno después de cada uso permaneció por lo menos 15 minutos en una solución de yodo al 2% y posteriormente ser enjuagado con agua desionizada para volver a utilizarse.

c) Análisis Estadístico:

Los valores de REMCV obtenidos en el grupo 1 de vacas tratadas con progestágeno sintético para la sincronización del siguiente estro fueron analizados mediante el análisis de varianza con el modelo de efectos fijos además de la prueba de rango múltiple de Duncan para comparar las medias de REMCV al momento de retirar el implante y a las diferentes horas durante el estro. En el grupo 2 de vacas tratadas con prostaglandina f_2 alfa para la sincronización del estro las medidas de REMCV de las diferentes horas durante el estro fueron analizadas siguiendo la metodología antes mencionada.

Por otra parte en ambos grupos se realizó un análisis de regresión con la finalidad de establecer en el grupo 1 la relación entre la REMCV y el tiempo de lectura solar durante el estro, mientras que en el grupo 2 la relación a establecer es entre la REMCV y el tiempo de lectura solamente durante el estro; basándose en siguiente modelo:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2^2 + E$$

donde Y= REMCV

b_0 = Constante

E = Residual

b_1 = Coeficiente de regresión lineal

b_2 = Coeficiente de regresión cuadrática

X_1 X_2 = Horas respecto al inicio del estro

Únicamente en el grupo 3 de vacas con presentación de estros naturales se realizó la prueba de Student "t" para determinar si hubo o no diferencias en las medias de RENCV al momento de la I A entre las vacas que resultaron gestantes y las que resultaron vacías 60 días después.

RESULTADOS

En el cuadro 1 se muestran los valores de la REMCV obtenidos en el grupo 1 al momento de retirar el implante y durante el estro. Como puede verse la REMCV fué mayor ($P < 0.05$) al retirar el implante que los valores obtenidos cuando las vacas estuvieron en estro y hasta 8 horas después, sin existir diferencias en la REMCV obtenida durante este período del estro ($P > 0.05$). A partir de las 12 horas del estro se observa un incremento significativo ($P < 0.05$) respecto a las horas previas para seguir incrementándose de manera significativa ($P < 0.05$) a las 16 horas de iniciado el estro; sin embargo, éste último valor no difirió significativamente ($P > 0.05$) de aquellos obtenidos al momento de retirar el implante antes del estro.

En la figura 1 se representa esquemáticamente la evolución de la REMCV en las vacas previamente tratadas con el progestágeno sintético. Como puede verse los valores de la REMCV disminuyen significativamente ($P < 0.05$) desde el retiro del implante hasta las 4 horas después de iniciado el estro, momento en que se determinó menor resistencia ($P < 0.05$). En notorio que a manera que transcurre el estro, después de 4 horas la resistencia se incrementa, alcanzando un valor de 85.15 ± 10.53 Oms a las 12 horas de iniciado el estro, momento en que se aplicó el servicio de inseminación artificial, para continuar incrementándose posteriormente.

Al realizar el análisis de regresión se encontró que los cambios en los valores de la REMCV están influenciados por el tiempo que transcurre después de retirado el implante y durante el estro, en relación al inicio de éste ($R=0.51$) y ($P < 0.01$), tal como puede observarse en el cuadro 3 para el tratamiento 1.

En el cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos de la REMCV determinadas a partir del inicio del estro en las vacas del grupo 2 que fueron tratadas con el análogo

go sintético de la prostaglandina F_2 alfa para sincronizar el estro. Como puede verse, la resistencia obtenida al inicio del estro disminuyó significativamente ($P < 0.05$) 4 horas después; a las 8 horas se incrementó, para continuar elevándose hasta las 16 horas después de iniciado el estro. Es conveniente puntualizar que con base en el análisis de varianzas y la prueba del rango múltiple de Duncan para contraste de medias, los valores de resistencia obtenidos en los distintos tipos del estro fueron significativamente diferentes entre sí ($P < 0.05$); siendo menor la resistencia obtenida a las 4 horas de iniciado el estro. Estos resultados se presentan en forma exponómica en la figura 2.

Al realizar el análisis de regresión que se muestra en el cuadro 3, se demostró que la variación de la REMCV para el tratamiento 7 está determinado principalmente por el tiempo durante el estro en que se obtengan las lecturas ($P < 0.01$).

En el cuadro 4, se muestran los resultados de la REMCV obtenidos en las vacas del grupo 3, determinados al momento de aplicar el servicio de I A. Como se indicó anteriormente el diagnóstico de gestación se realizó 60 días después. Como se observa, no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) en las medias entre las vacas que concibieron (65 Ohms) y las que no quedaron gestantes (66 Ohms). Así mismo hubo poca diferencia entre los valores máximos y los mínimos.

CUADRO 1.

REMC obtenidos al retiro del implante y durante el estro en vacas sincronizadas con un progestágeno sintético.

Horario de medición.	-36*	-32*	-28*	-20*	0	4	8	12	16
No. de vacas	14	9	10	7	40	40	39	39	40
REMCV(Ohms)	106.07 ^c	153.33 ^d	105 ^c	105.741 ^c	75.175 ^a	68.725 ^a	76.282 ^a	85.154 ^b	99.9 ^c
D.E. (\pm)	16.09	29.154	5.773	9.759	6.143	6.397	8.666	10.539	10.17

* Tiempo (hs) del retiro del implante respecto al inicio del estro (hora 0).

Valores de REMCV con distinta literal indica diferencia significativa ($P < 0.05$).

CUADRO 2

REMCV obtenidas durante el estro en 12 vacas
sincronizadas con prostaglandina f₂ alfa.

Horario de medición de la REMCV*	0	+4	+8	+12	+16
REMCV promedio (Ohms)	71.33 ^a	63.83 ^b	79.44 ^c	95.5 ^d	103.83 ^e
D.E. ([†])	4.49	4.44	3.68	3.70	4.95

* Hora 0 = inicio del estro

Los promedios de cada hora con distinta literal tienen diferencia altamente significativa entre sí (P<0,01)

CUADRO 3

Análisis de varianza para la regresión entre la REMCV y el tiempo de lectura durante el estro.

Fuente de variación	Cuadros medios				Parámetros		
	G.L.	Trat. 1	Trat. 2	R ²	B0	B1	B2
Lineal	1	21158.71*	11218.33	0.41	72.99	0.416	0.056
Cuadrático	1	32013.77*	896.09	0.81	68.05	0.107	0.144
Error exp.	T ₁ 57 T ₂ 234	221.25	49.28				

Trat 1 = Sincronización con progestágeno sintético.

Trat 2 = Sincronización con prostaglandina f₂ alfa.

*altamente significativa (P<0.01)

CUADRO -

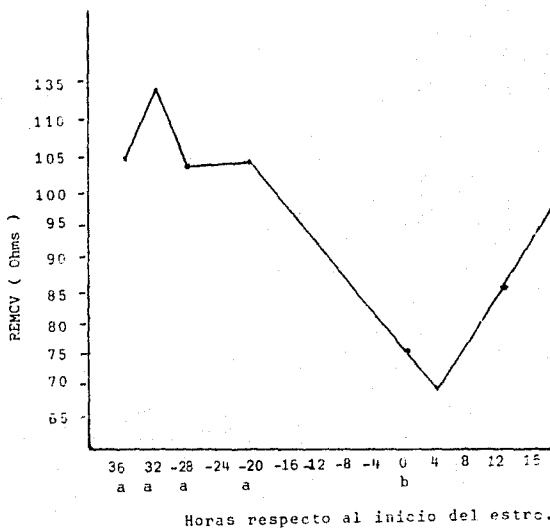
Comparación de la REMCV al momento de la Inseminación artificial, respecto al diagnóstico de gestación 60 días después.

	<u>Gestantes</u>	<u>No gestantes</u>
Número de observaciones	47	59
REMCV promedio (Ohms)	65.09 ^a	66.39 ^a
Desv. Est.	14.68	15.38
Valor máximo (Ohms)	105.0	105.0
Valor mínimo (Ohms)	45.0	40.0

Misma literal entre las columnas indica que hay diferencia significativa ($P > 0.05$)

Figura 1.

Representación esquemática de la evolución de la REMCV en vacas después de retirado el progestágeno y durante el estro.

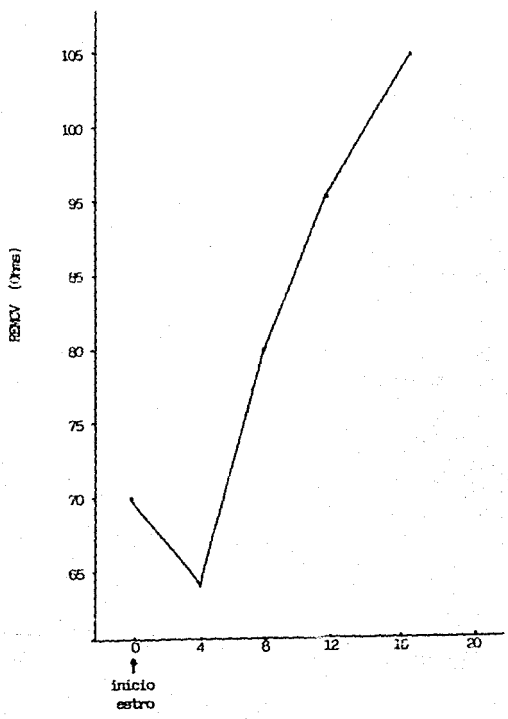


- a - Tiempo transcurrido (hs) de retirado el implante de inicio del estro.
 b - Inicio del estro.

ESTA TERCERA NO HAYE

Figura 2.

Variación de la REMCV a partir del inicio del
estro en vacas sincronizadas con PGF₂ alfa.



Horas respecto al inicio del estro

DISCUSION

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a las observaciones hechas por varios autores quienes establecen que los valores de RMCV decrecen gradualmente conforme el estro avanza (3, 6, 8, 26, 36); se mantiene baja por un período de 4 horas aproximadamente y vuelve a tomar valores gradualmente altos hasta acabar el período del estro (19, 28, 36). Esos resultados coinciden con los obtenidos en el grupo 1 y 2 del presente estudio (cuadro 1 y 2).

Durante el estro los máximos niveles de estrógenos producidos por el folículo ovárico provocan cambios importantes en el tracto reproductor femenino (5, 13, 24), por una parte provoca cambios como congestión, edema e hinchazón en el estroma del vestíbulo, en la vagina y en el cuello uterino; lo cual trae consigo acumulación del líquido intersticial (6, 7, 45); tales efectos pueden ser responsables en parte de los cambios cíclicos de la resistencia eléctrica (7, 17, 23). Por otro lado, la influencia de los estrógenos induce aumento en el metabolismo de las glándulas del cérvix (15), lo que conlleva a que las células secretoras del moco se vuelvan más activas y liberen su secreción (23, 38). El moco cervical durante el estro incrementa en volumen y presenta cambios en la consistencia, tales como aumento en la glucosa, polisacáridos y proteínas, mayor contenido de albúminas (13, 17, 27) y a su vez disminuye la concentración de ácido ascórbico y ácido siálico, baja la gravedad específica, pH y fructosa, así como la cantidad de materia seca (34, 37, 41). La concentración de iones de Na^+ , Cl^- y K^+ aumenta, lo que conlleva a un fenómeno de arborización (11, 13, 43). Los cambios anteriormente mencionados inducen a que disminuya la resistencia eléctrica ya que contiene menor número de iones en solución que facilitan la conductividad de una carga eléctrica (10, 25). Estos fenómenos podrían servir de base

para explicar la disminución en la FEMCV que se obtuvo en el presente estudio durante el estro.

Los valores de resistencia obtenidos en diferentes estudios varían considerablemente; por ejemplo Edwards (6) obtuvo valores de 300 Ohms, Aizabudas y Dovilits de 726 Ohms, Podandy (24) de 100 Ohms. En el presente estudio se obtuvieron como valor máximo 153 Ohms y como mínimo 63 Ohms. Tales diferencias pueden deberse a varios factores, como son: el estado nutricional de las vacas, avitaminosis A en donde disminuye la producción de moco vaginal e incrementa la producción de queratina (6) algunas enfermedades genitales como vaginitis, metritis, etc., que afectan las propiedades físicas del moco al aumentar la concentración de células (35, 39); la posición en que se coloca el electrodo y el tiempo que permanezca dentro de la vagina (4, 26). A este respecto, se sostiene que las mediciones de la resistencia obtenidos en la parte ventral del fornix vaginal durante 2 a 3 minutos son más reproducibles que en la obtenida en otros sitio de la vagina y por menos tiempo (4, 6, 18). En el presente estudio las mediciones fueron hechas de la manre que se ha indicado, por lo que si existen diferencias con otros autores no son debidas a ella.

Otras variaciones en los valores de resistencia pueden deberse a diferencias individuales de las vacas, aunado a la presencia de orina al momento de tomar las lecturas (4, 12, 24).

Por otro lado Carter (4) mencionó la diversidad de diversos materiales utilizados por diversos autores como por ejemplo Marín quien para la realización de sus experimentos utilizó un electrodo de polietileno provisto en la punta de varas de carbón, mientras que Simpson y Beberian (1976) utilizaron electrodos de platino revestidos con platino negro; Metzger et al (1972) describieron su equipo elaborados con electrodos de oro en espacio anular cerrado. Esta diversidad de materiales utilizados es una fuente importante de variación, ya que cada material empleado en los electrodos posee distinta resistividad,

con lo cual los valores de resistencia difieren de un estudio a otro (6, 39), tal como sucedió en el presente trabajo en donde se utilizaron electrodos de cobre de 0.8 mm con una resistividad de 1.72×10^{-8} Ohms/m (41). Sin embargo, estas diferencias persistieron en tanto no se estandarice el instrumental empleado para este propósito.

En el presente estudio, la mínima REMCV se alcanzó a las 4 horas del estro lo cual difiere con lo mencionado por Edwards (6) quien encontró las mínimas lecturas de 12 a 15 horas. Schars (35), menciona que la REMCV desciende desde días antes de iniciarse el celo, mientras que Olavarría (28) afirma que tal disminución ocurre al iniciar el mismo. Como se observa en la figura 1, la REMCV disminuye significativamente ($P < 0.01$) 20 horas antes de iniciarse el estro.

Se han encontrado diferentes valores de REMCV en varias investigaciones, por ejemplo: Powell en 1962 mencionada por Edwards (6) estimó valores cuantitativos en la viscosidad del moco cervico-vaginal a través de su conductividad, y estableció el momento óptimo de la fecundación con resultados alentadores; Aizimbekas (1966) obtuvo un 84.8% de fertilidad al inseminar dentro de un rango de REMCV de 180 a 250 Ohms; también Babichova (1965) obtuvo la misma fertilidad en un rango de 150 a 200 Ohms. El mayor porcentaje de fertilidad que se ha informado (94%) fue obtenido por Stan (1969) que inseminó cuando la REMCV fue menor de 800 Ohms; todos mencionados por Edwards (6). Como es evidente las variaciones de los valores de REMCV son muy amplias, probablemente se deba a que no ha habido estandarización del instrumental. Sin embargo todos los autores mencionados obtuvieron altos índices de fertilidad al inseminar en las REMCV más bajas. En el presente estudio no se inseminó en el valor más bajo obtenido a las 4 horas de iniciarse el estro, debido a que se utilizó la metodología tradicionalmente recomendada (5, 15, 23, 28). De esta manera se intentó establecer la REMCV al momento de la I A para las vacas que concibieron y para las que no resultaron gestantes al diagnóstico 60 días después; sin embargo los valores de re-

sistencia obtenidos en las vacas que resultaron gestantes (66,39 Ohms) no tuvieron diferencia estadísticamente significativa ($P > 0,05$) en comparación con la RSMCV obtenida en las vacas que no resultaron gestantes (65,09 Ohms).

Por lo tanto se sugiere que la RSMCV a las 12 horas de iniciar el estro no tienen relación con la fertilidad cuando se da el servicio de IA a ese tiempo lo cual concuerda con Edwards y Levin (1974) citado por Mc. Gaughey (26) quienes mencionan que el método eléctrico no es indicativo para determinar el momento óptimo en que se debe aplicar el servicio. También Almbuchus y Duvilis (1962), Schans y Butz (1973) citados por Feldman (7), indican que no es suficiente una sola medida de RSMCV para determinar el tiempo apropiado en la aplicación de la IA, por lo que dichos autores han implantado electrodos en la pared vaginal para realizar una medida constante de resistencia individual en cada vaca y de esa manera poder predecir los cambios cíclicos en los ovarios y posibles ovulaciones, lo que conllevaría a obtener un porcentaje de fertilidad (7, 27).

Como ya se mencionó Feldman (7) y Food (9) con el fin de suplir convenientemente las mediciones repetidas o continuas y la ventaja al trabajar con animales inquietos, basándose en la premisa de que los cambios en la conductividad son debidos a cambios en los tejidos vaginales, implantaron electrodos inalámbricos en la pared vaginal, obteniéndose mas sensibilidad en las lecturas (6,7,36).

Carter (4) a pesar de contemplar las fuentes de variación que afectan la RSMCV, indicó que menos del 50% de las vacas tuvieron la resistencia más baja sobre el día del estro; por lo tanto, concluye que el método empleado no fue apropiado para determinar el pico de comportamiento estral. Por el contrario Gartland et al. (1979) (12) obtuvo alto grado de confiabilidad (36, 40).

CONCLUSIONES

- La REMCV es elevada antes del estro, disminuye al inicio hasta alcanzar su valor mínimo a las 4 horas y se eleva paulatinamente hasta las 16 horas en donde alcanza valores similares a los obtenidos antes de iniciarse el estro.
- La REMCV obtenida durante el estro no se ve afectada por el uso de progestágenos o de prostaglandinas en la sincronización del estro.
- Una sola medición de la REMCV es insuficiente para establecer el momento óptimo de Inseminación Artificial, ya que no hubo diferencia entre gestantes y no gestantes.
- El temperamento de los animales puede ser un factor que modifique los valores de la REMCV debido a la dificultad que ofrece el mantener los electrodos en una posición fija dentro de la vagina.
- Con el manejo higiénico que se utilizó en los electrodos no hubo problemas de irritación vaginal o de infección de la vagina por el empleo del equipo para medir la REMCV.
- Existen diferencias en la escala de resistencia (Ohms) obtenidas en el presente estudio y algunas investigaciones citadas, que pudieran deberse a la sensibilidad de los materiales empleados como electrodos, por lo que se propone una estandarización de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

1. Bertson, W. E. y Pickett, B. W.: Los factores que afectan la fecundidad en un programa de I A para obtener Ganado Vacuno para Carne: I parte. Práctica Bovina 1: 5-29 (1960).
2. Bertson, W.E. y Pickett, B. W.: Los factores que afectan la fecundidad en un programa de I A para obtener Ganado Vacuno para Carne : II parte. Práctica Bovina 1: 11-30 (1960).
3. Boyd, H.W.: Aids to oestrus detection. A review. Dairy cow fertility. Conference Bristol Univ. 60-70, Assoc. and British Society of Animal Production, Great Britain, 1964.
4. Carter, P.D. and Duffy, J.H.: Assesment of vaginal impedance measurements as an indicator of oestrus in cattle. Australian Vet. J. 56: 232-231 (1960).
5. De Alba: Reproducción animal. La Prensa Mexicana, S.A., México, 1965.
6. Edwards, F.D. and Levin, R.J.: An electrical Method of detecting the optimum time to inseminate cattle, sheep and pigs. Vet. rec. 95: 416-429 (1974).
7. Feldman, F. Aizinbudas, E., Schindler, H. and Broda, H.: The electrical conductivity inside the bovine vaginal wall. Animal Prod. 20: 61-65 (1978).
8. Foot, R.H.: Estrus detection and estrus aids. J. Dairy. Sci. 58: 248-256 (1974).
9. Foote, R.H., Oltencu, E.A.E., Mellinger, J., Scoot, W.R. and Marshall, R.A.: Pregnancy rate in dairy cows inseminated on the basis of electronic probe measurements. J. Dairy. Sci. 62: 66-73 (1979).
10. Fuentes, H.V. y Basurto, C.H.: Fisiología para veterinarios. Ed. Interamericana, México, 1937.
11. García, O.E.: Diagnóstico precoz de gestación en bovinos, utilizando la respuesta a la oxitocina y modelos de cristalización del moco cervical. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, 1970.

12. Gartland, F., Sciarro, Hall, C.E., Foote, R.H. and Scoot, H.P.: Detection of estrus in dairy cows by electrical measurement of vaginal mucus and by milk progesterone. J. Dairy Sci. 59: 938-935 (1966).
13. Corohv, L.H.: Physico-chemical studies of the cervical secretions of the cows. 5th. Int. Congr. Anim. Reprod. A.I. (Trento), 6: 55-56 (1964).
14. Gunzel, A.R., Koivisto, P. and Fougher, J.A.: Electrical resistance of vaginal secretion in the bitch. Theriology, 25: 559-570 (1966).
15. Hafez, E.S.E.: Reproduction in farm animals. Ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1960.
16. Hall, J.C., Branton, C. and Stone, C.J.: Estrous, Oestrous cycle time of service and fertility of dairy cattle in Louisiana. J. Dairy Sci. 42:1006-1094 (1959).
17. Hamana, K., El-Danna, A.A. and Hafez, E.S.: Sialic acid some physico chemical characteristics of bovine cervical mucus. Cornell. Vet. J. 61: 104-103 (1961).
18. Heckman, C.S., Katz, L., Foote, R.H., Oltencu, E.A.D., Scoot, H.R. and Marshall, R.A.: Estrous cycle patterns in cattle monitored by resistance and milk progesterone. J. Dairy Sci. 62: 64-68 (1979).
19. Koppel, E.T.R., Padilla, F.J.R., Hernández, J.J.L., Román, H.P., Pérez, J.S., Castillo H.R.: Comportamiento reproductivo del ganado bovino lechero en clima tropical. 4. Duración del estro en dos estaciones del año. Doc. Pec. Mex. 77: 71-77 (1964).
20. Linford, E.: Cervical mucus an agent or a barrier to conception?, J. Reprod. Fert. 37: 239-250 (1974).
21. López, J.D.: Diagnóstico temprano de gestación y predicción del parto en cerdas mediante la resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, 1967.
22. Martínez, J.R. y López, Y.B.: Física 3, Kapellusz Medicina, México, 1979.
23. Mc Donald, L.E.: Reproducción y endocrinología veterinaria. Ed. Interamericana, México

- os, 1961.
24. Mc Caughey, W. J.: Pregnancy diagnosis in cattle by measuring electrical resistance. Vet. Res. Com. 5: 85-90 (1981).
25. Mc Caughey, W. J. and Patterson, A. P.: Vaginal electrical resistance in cows: 1. Measurements in isolated reproductive tracts. Vet. Res. Com. 5: 73-75 (1981).
26. Mc Caughey, W. J. and Patterson, A. P.: Vaginal electrical resistance in cows: 2. Relationship to milk progesterone concentrations during the reproductive cycle. Vet. Res. Com. 5: 74-77 (1981).
27. Kocern, J. J., Schoter, A. B. and Ellington, E. F.: Changes in *bovine* cervical and vaginal mucus during the estrous and early pregnancy. J. Anim. Sci. 41: 1084-1089 (1975).
28. Olivarría, M. L., Basurto, C. H., Corro, M. M. y Martínez, A. A.: La resistencia eléctrica del moco cervico-vaginal y el estado reproductivo en vacas de doble propósito en el trópico. Memorias de la 12^{da} Reunión Asoc. Lat. Am. Prod. Anim. (ALPA), Campinas Brasil, 1990 (En Prensa).
29. Ostrowski, F.: An electrical method for the early diagnosis of pregnancy in cows. Mez. Sel-hoz 6: 64-67 (1963).
30. Puckert, C.A., Hausler, C.L. and Hudson, H.: Determination of vaginal electrical resistance during induced estrus in lactating cows. J. Anim. Sci. 34: 195-196 (1977).
31. Resnik, R. y Helliiday, D.: Física. 5^a ed., Compañía Editorial, México, 1983.
32. Rodríguez, T. D. R.: Evaluación de las características de la resistencia eléctrica de las secreciones cervico-vaginales durante el ciclo estral en la corda. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, 1996.
34. Sandoval, R. C.: Diagnóstico de preñez en bovinos mediante el análisis de la secreción cervical. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Juárez del Estado de Durango, 1981.

35. Schanz, L., Sonnenlberger, E., Hoffner, B. and Karg, H.: The oestrous cycle of the cows: Hormonal parameters and electrical resistance of the vaginal mucus. Acta Endocrinologica, 86: 130-132 (1977).
36. Scipioni, R. J., Foote, R. A., Lamb, S. V., Hall, C. E., Levin, D. H. and Stein, J.: Electronic probe measurements of cervico-vaginal mucus for detection of ovulation in dairy cow: Sanitation, clinical and microflora. Cornell. Vet. J. 72: 269-278 (1982).
37. Sokolovskaja, I. I., Prozdova, L. P., Gorchv, L. N. and Karginov, U. A.: The content of total nitrogenous substances in the cervical secretions of the cows. Resumen en Inglés en Anim. Breed. Abs. 7: 32-33 (1982).
38. Sorenson, A. M.: Reproducción animal, principios y prácticas. Mc Graw Hill, México, 1982.
39. Stan, M. H.: Detensination electronetrique du moment optimum insemination artificielle chez la vache. Rec. Méd. Vet. 145: 293-378 (1975).
40. Strother, G. K.: Física aplicada a las ciencias de la salud, Mc Graw Hill, México, 1980.
41. Tucker, H. A.: Seasonality in cattle. Theriogenology 77: 52-59, (1982).
42. Vaca, L. A., Galina, C. S., Fernández-Baca, S., Escobar, F. J. and Ramírez, B.: Oestrous cycles, oestrus and ovulation of the zebu in the mexican humid tropics. Aust. Vet. J. 1985 (In press).
43. Vickery, B. H. and Bennet, J. P.: The cervix it's secretions in mammals. Physiology Reviews, 48: 135-154 (1968).
44. White, H. E.: Física moderna. UNEA, México, 1965.
45. Zanjanis, R.: Anestrus in Cattle. In: Current Therapy in theriogenology, by Morrow, D. A., Ed. W. D. Saunders. Company. 521 Philadelphia, (1960).