

TRABAJO ORIGINAL**VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA VAGINAL (CEV) DURANTE LA SINCRONIZACIÓN CON PROGESTERONA Y 17 β ESTRADIOL EN YEGUAS***

Vaginal electric conductivity variation during th estrus synchronization with progesterone and 17 β estradiol in mare

**WILDE¹, O.R., DE LA VEGA, A.C., CRUZ, M.L.,
ALBARRACÍN, G. Y ESCALANTE, F.**

Facultad de Agronomía y Zootecnia. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán
Fundación Hippius

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar el desempeño de un dispositivo electrónico de bajo costo y diseño propio, para realizar mediciones de la conductividad eléctrica de la mucosa vaginal de yeguas con miras a correlacionar este parámetro con el mejor momento para efectuar la inseminación artificial y determinar si la ubicación de los electrodos, región vestibular y fondo de vagina, afecta los valores de la bioconductividad. Se utilizaron cinco yeguas de la raza Peruano de Paso a las que se les sincronizó el celo con inyecciones diarias de 150 mg de progesterona (P) y 10 mg 17 β estradiol (E) por 10 días. El tratamiento se completó con prostaglandina F 2 α (PGF2 α) los días 10 y 18, y 2500 UI de gonadotrofina coriónica humana (hCG). Los valores promedios de la conductividad eléctrica de la mucosa vaginal en la región vestibular y en fondo de vagina durante el tratamiento con P+E; fin de tratamiento P+E al celo; 1^{er} día de celo y 2^o día de celo a fin de celo, fueron respectivamente 241 y 273; 238 y 258; 180 y 150; 243 y 233. Se concluye que el dispositivo electrónico desarrollado es potencialmente útil para determinar el inicio del celo, no así el momento de la ovulación, lo que daría una idea sobre el momento adecuado para inseminar las yeguas. Las diferentes locaciones serían igualmente útiles, aunque habría una aparente menor sensibilidad en el fondo de vagina. Sin duda son necesarias más experiencias para poner a punto el dispositivo electrónico, como así también incorporar un sensor de temperatura más rápido, que permita disponer de un parámetro adicional que mejore la interpretación de la lectura.

Palabras clave: conductividad eléctrica vaginal, estro, ovulación, yegua.

Recibido: 07 de junio de 2004

Aceptado: 23 de febrero de 2005

* Trabajo subsidiado parcialmente por el Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán (Proyecto CIUNT 26/A232) y la Fundación HIPPIUS. La preparación de P+E fue gentilmente aportada por Laboratorios Burnet.

1. Fac. de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. Av. Roca 1900 (4000) Tucumán. owilde@faz.unt.edu.ar

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the performance of an electronic device of low cost and own design, to take mensurations of the electric conductivity of the vaginal mucous (ECV) of mares, and to correlate this parameter with the best moment to make the artificial insemination, and to determine if the location of the electrodes, previous and bottom of the vagina, affects the values of the bioconductivity. In order this, five (5) mares of Peruvian race were used, those mare`s zeal were synchronized with daily injections of 150 of progesterone (P) and 10 mg of 17 β estradiol (E) for 10 days; the treatment was completed with Prostaglandine F 2 α (PGF2 α) the days 10 and 18, and 2500 UI of human coronic gonadotrophine (hCG). The values averages of the electrical conductivity of the vaginal mucous in the previous and bottom region of the vagina during the treatment with P+E; treatment with P+E ends to zeal; 1st day of zeal and 2nd day of zeal in order to zeal, were 241 and 273, 238 and 258, 180 and 150, 243 and 233 ohm respectively. It is conclusive that the developed electric device is potentially useful to determinat the best moment to insemination the mares, but there are necessary more experiences and to incorporate a quicker sensor of temperature, that allows to have an additional parameter that improves the interpretation of the reading.

Key words: vaginal electric conductivity, estrus, ovulation, mare.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos críticos de la inseminación artificial en las yeguas lo constituye el momento de la inseminación, que debe ejecutarse lo más próxima a la ovulación. Así, cuando se libere el ovocito encontrará esperma fértil y vital esperando en la región ampular del oviducto. Cuando se utiliza semen congelado, cuya vida media es menor que la del semen fresco (6 h vs, 12 a 24), el momento de la inseminación es más crítico. El uso de ultrasonografía se torna casi imprescindible en estas circunstancias, pero el alto costo de los ecógrafos portátiles lo hace inaccesible a muchos veterinarios, zootecnistas y criadores corrientes.

La mucosa vaginal posee capacidad para conducir corriente eléctrica. Esta conductividad eléctrica vaginal (CEV), en las distintas especies mamíferas, sufre variaciones durante el ciclo estral, acompañando los cambios hormonales que involucran principalmente a las hormonas ováricas: progesterona y estrógeno. Durante el estro, los folículos ováricos producen cantidades incrementadas de estrógeno, estimulando en el tracto genital procesos de proliferación, hiperplasia, hipertrofia, secreción y congestión, determinando cambios en el comportamiento

físico y químico del mucus cérvico-vaginal. Sobre la base de esta propiedad de la mucosa vaginal, se desarrollaron en las últimas décadas dispositivos electrónicos para detectar el celo, especialmente en vacas lecheras.

El propósito de este estudio fue evaluar el desempeño de un dispositivo electrónico, de bajo costo y de diseño propio (Albarracín, Felice y Wilde, 2003), para realizar mediciones de la conductividad eléctrica vaginal (CEV) de yeguas cíclicas, con miras a correlacionar este parámetro con el mejor momento para efectuar la inseminación artificial y determinar si la ubicación de los electrodos, región vestibular y fondo de vagina, afecta los valores de la bioconductividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se utilizó un instrumento electrónico portátil para medir la CEV y la temperatura vaginal, por medio de una sonda de 700 mm de largo y 22 mm de diámetro construida en grilón. Ésta posee dos pares de electrodos de acero inoxidable en forma anular, dispuestos en el extremo anterior de la misma, a través de los cuales se aplica un

potencial para registrar la conductividad eléctrica. Además, porta un sensor en ubicación craneal, para registrar la temperatura vaginal y efectuar compensaciones automáticas en la variación de la conductividad ocasionada por ésta. Dicho dispositivo fue diseñado en el Departamento de Bioingeniería (Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, UNT) y en el Departamento de Producción Animal (Facultad de Agronomía y Zootecnia, UNT).

Se utilizaron 5 yeguas cuyo ciclo estral fue sincronizado con progesterona y estradiol (P+E) mediante 10 inyecciones diarias intramusculares de 150 mg de progesterona (P) y 10 mg 17 β estradiol (E) (Laboratorios Burnet). El tratamiento se completó con una dosis de 1 ml de Cicloprost (D (+) Cloprostenol) en el día 10 y otra en el día 18 del tratamiento. También en el día 18 se aplicó a cada yegua 2500 UI de gonadotropina coriónica humana (hHCG) (Ovusyn, Syntex S.A.). Las mismas se inseminaron los días 19 y 20. Desde el comienzo del tratamiento (día 1), luego de las inyecciones de P+E, se realizaron mediciones diarias (9 a.m.) de la CEV y de la temperatura vaginal, las cuales se continuaron hasta el último día de inseminación (día 20). La detección del estro se realizó mediante exposición de las hembras al padrillo (retajeo).

Antes de la introducción de la sonda en la vagina, la región peri anovulvar fue prolijamente higienizada con solución de yodo-povidona al 10%, enjuagada con abundante agua corriente y secada con papel toalla. Se separaron digitalmente los labios vulvares y se introdujo la sonda dirigida en un ángulo de 45° hacia el techo de la vagina, para luego ubicarla horizontalmente e introducirla hasta que el último electrodo estuviera unos 5 cm por delante de la vulva, en la región vestibular de la vagina (ubicada hacia caudal). En esta posición se realizaron durante unos 30 segundos movimientos de avance, retroceso y giro, a fin que los electrodos tomen contacto íntimamente con

la mucosa vaginal. Los movimientos fueron cautelosos para evitar la entrada de aire a la vagina. Se prestó especial atención a que los electrodos y el sensor de temperatura permanecieran, durante el registro, adosados a la pared vaginal. Una vez realizada la lectura en la zona vestibular, la sonda se llevó cuidadosamente hacia craneal hasta contactar con el cervix (fondo de vagina), repitiéndose los movimientos de vaivén y manteniendo el contacto de los electrodos con la pared vaginal. Después de cada lectura, la sonda se limpió con un desinfectante germicida y se enjuagó con agua tibia (38 °C) antes de una nueva inserción vaginal.

Para el análisis estadístico se utilizó una prueba T para muestras pareadas, utilizando el paquete estadístico SPSS 11.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las yeguas tratadas con P+E durante 10 días, entraron simultáneamente en celo en el día 14 (4° postratamiento con P+E) y cortaron el mismo en el día 20. Las Figuras 1 y 2 presentan las curvas correspondientes a los registros de la CEV del vestíbulo y del fondo de vagina respectivamente. No se tuvieron en cuenta los registros de los 4 primeros días, lapso considerado como de ajuste al tratamiento hormonal.

El registro promedio de la CEV en la región vestibular de la vagina para los días de tratamiento con P+E (5 al 10 inclusive) fue de 241 ohm, en tanto que el promedio para los días 11 al 13, durante los cuales no se suministró progesterona ni estradiol exógeno, fue de 238 ohm. El día 14 los registros de todas las yeguas decayeron a un promedio de 180 ohm, en coincidencia con el primer día de celo, para subir al día siguiente a 260 ohm y mantenerse en un promedio de 243 ohm durante el resto del celo (días 15 al 20).

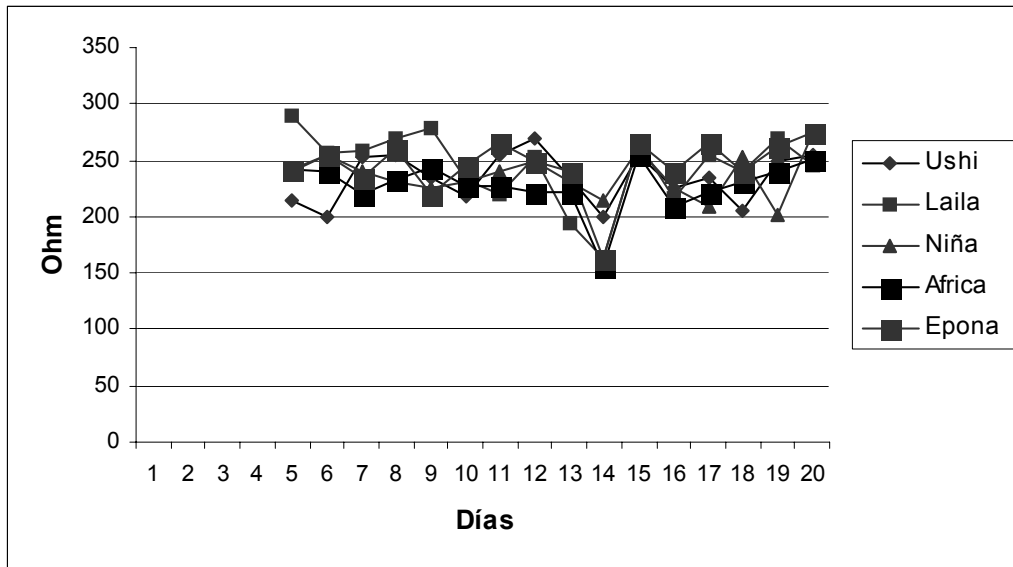


FIGURA 1: Variación de la CEV de las yeguas (zona vestibular de la vagina).
Figure 1: ECV variation of the mares (previous region of the vagina).

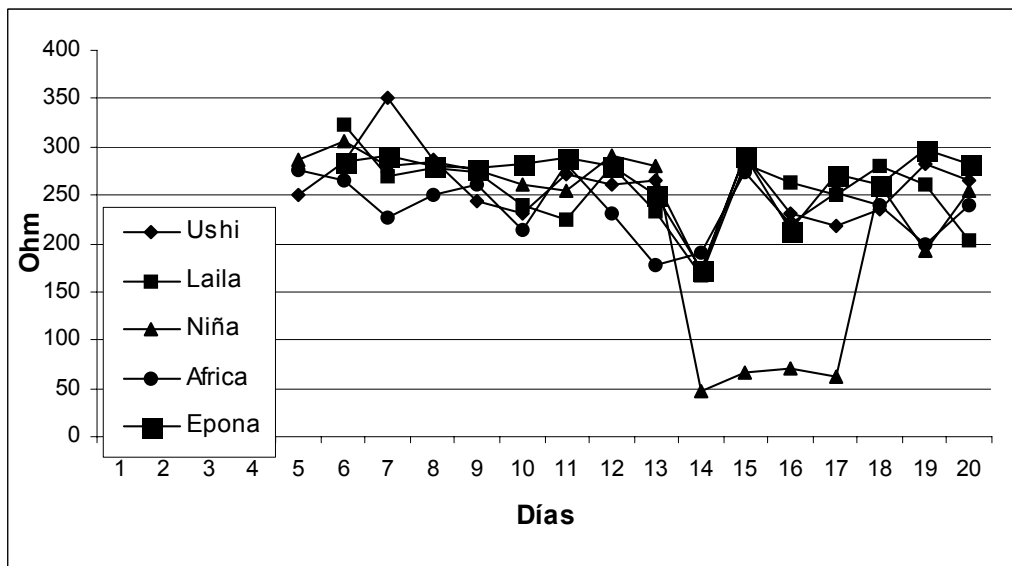


FIGURA 2: Variación de la CEV de las yeguas (fondo de la vagina).
Figure 2: ECV variation of the mares (bottom of the vagina).

El registro promedio de la CEV en el fondo de vagina para los días de tratamiento con P+E (5 al 10 inclusive) fue de 273 ohm, mientras que para los días 11 al 13 (fin P+E al inicio de celo) fue de 258 ohm. El valor medio para el día 14 (inicio de celo) fue de 150 ohm, para rebotar al día siguiente a 240 ohm y mantenerse en un promedio de 233 ohm entre los días 15 y 20.

Una sola yegua (Niña) mostró valores bajos durante varios días de celo (días 14 al 17) correspondientes a lecturas del fondo de vagina, con un promedio para esos días de 61 ohm, registrando antes y después de los mismos, valores superiores a los 200 ohm. Mientras que los registros en la región vestibular promediaron 227 ohm en idéntico período.

En el Cuadro 1 se resumen los promedios obtenidos para los distintos segmentos analizados a lo largo de diferentes momentos de lectura.

Las pruebas estadísticas se utilizaron con la finalidad de comparar el comportamiento de la sonda en las diferentes ubicaciones analizadas.

Considerando completo el período en estudio (días 5 al 20), la diferencia encontrada es no significativa (NS), resultando mayor la conductividad leída en el fondo de vagina ($p=0,07$).

Durante los días de tratamiento con P+E (5 al 10) y en el período posterior al mismo previo al inicio del celo (días 11 al 13), la diferencia es altamente significativa ($p<0,01$). En ambos casos la conductividad es mayor en el fondo de vagina.

En el día 14, inicio de celo, y durante el período de celo (días 15 al 20) no se registraron diferencias entre ambas ubicaciones ($p=0,45$ y $p=0,38$ respectivamente), aunque en este caso la conductividad eléctrica fue mayor en la región del vestíbulo.

Comparando el día 13 (anterior al estro) y el 14 (inicio de celo) para cada ubicación, se encontró significancia estadística únicamente en la región vestibular ($p<0,05$).

Si bien se realizaron durante los primeros días del tratamiento lecturas de la temperatura vaginal, las mismas se desestimaron debido a la lentitud de respuesta del sensor térmico.

La variación de la conductividad eléctrica vaginal está asociada al estado del ciclo estral y fundamentalmente a la presencia de un folículo dominante secretando activamente estrógenos. Es bien conocido que los cambios ováricos están asociados con cambios histológicos e histoquímicos de la mucosa vaginal, como consecuencia de estos cambios se producen alteraciones en su comportamiento eléctrico (Bobowiec, Studzinski y Babiarz, 1990).

En décadas pasadas se realizaron numerosos estudios sobre el comportamiento eléctrico de la mucosa vaginal en diferentes especies domésticas, particularmente vacas y cerdas (Edwards y Levin, 1974), con el propósito de encontrar un método práctico para detectar el celo y la oportunidad de servicio. Pero no se logró concitar mayor entusiasmo, debido posiblemente a problemas de lectura e interpretaciones erráticas originadas en la inestabilidad del contacto entre mucosa y electrodos, aire en la cavidad vaginal y la ubicación de los electrodos dentro de la vagina.

CUADRO 1: Resultados de CEV (ohm) en los diferentes períodos (media \pm error estándar).

Table 1: ECV (ohm) data in different periods (mean \pm standard error).

Días	CEV en la Región Vestibular	CEV en el Fondo de Vagina
Días 5 al 10 (P+E)	241 \pm 3,5 a	273 \pm 4,9 b
Días 11 al 13	238 \pm 5,1 a	258 \pm 7,9 b
1 ^{er} día de celo (día 14)	180 \pm 11,5 a	150 \pm 25,8 a
Días 15 al 20	243 \pm 3,9 a	234 \pm 11,6 a

Letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística ($p<0,01$).

Estudios realizados en cerdas para determinar la utilidad de la medición de la conductividad eléctrica vaginal como predictor del momento de ovulación (Zink y Diehl, 1984), mostraron tasas de concepción similares cuando se servían las cerdas basados en datos de detección de celo o en mediciones de la conductividad cuando ésta aumentaba un 10%, concluyéndose que la medición de la conductividad vaginal provee una base real para determinar el momento del servicio en cerdas.

En vacas, la CEV en la porción ventral de la vagina fue decayendo al momento del estro, lo que estuvo correlacionado con la activación de dispositivos detectores de celo en vaquillonas y con los datos de progesterona en leche (0,90 al 0,92 ng) en vacas lactantes (Heckman, Katz, Foote, Oltenacu, Scott y Marshall, 1979). Se llegó a la conclusión que la conductividad permite detectar cuales animales ciclan normalmente, siendo además de ayuda para determinar cuando es esperable el celo. Por otro lado, las tasas de preñez logradas inseminando las vacas sobre la base de detección del celo y sobre datos de conductividad eléctrica fueron similares (Foote, Oltenacu, Mellinger, Scott y Marshall, 1979).

Los datos disponibles en yeguas sobre medición de la CEV, son sumamente escasos. En este estudio, la CEV varió de acuerdo al estado del ciclo estral, siguiendo un comportamiento similar al resto de las hembras domésticas. Así, durante los días 11 al 13, la conductividad eléctrica vaginal mostró un promedio de 238 ohm hacia caudal (vestíbulo) y de 258 para fondo de vagina; estos valores son previos al inicio del celo y son similares a los reportados para un dispositivo comercial (Ovatec, Probe Diagnostics, Inc.) que indican valores superiores a los 225 ohm para las yeguas en diestro (Wehner, Wood, Tague, Barker y Hubert, 1997). Si bien las diferencias encontradas son significativas, ambas ubicaciones presentaron registros por encima del valor umbral señalado.

Al comienzo del estro (día 14), las yeguas presentaron un valor promedio de 180 ohm para la región vestibular y de 150 ohm

para fondo de vagina, los registros más bajos considerados individualmente coincidieron con el inicio del comportamiento estral en todas las yeguas, pero luego del primer día rebotaron a valores por encima de 250 ohm en la mayoría de los animales, marcando una clara diferencia con el dispositivo comercial. Individualmente, las yeguas muestran variaciones muy marcadas entre ellas, los registros extremos obtenidos para el primer día de celo van de 156 a 214 ohm cuando los electrodos se ubicaron hacia caudal y de 48 a 191 ohm para el fondo de vagina. Los registros correspondientes al primer caso son más parecidos a los indicados para el dispositivo comercial. La diferencia entre el día de inicio de celos y el anterior (día 13) es significativa sólo en la región del vestíbulo, no así en el fondo de vagina, por lo que esta última locación sería menos efectiva para detectar el inicio del celo.

No se tiene una explicación del porqué los valores rebotaron en el segundo día de celo, en lugar de seguir un patrón como el indicado en el manual de Ovatec, en el que los valores continúan cayendo durante las 48 hs subsiguientes y comienzan a repuntar hacia la mitad del celo, para volver a valores superiores a 225 hacia el inicio del subsiguiente diestro (Wehner y otros, 1997).

En un trabajo realizado en ovejas (Bartleswski, Beard and Rawlings, 1999) donde se estudiaron las relaciones entre la impedancia vaginal y las concentraciones séricas de progesterona y estradiol, se concluyó que este parámetro eléctrico está primariamente controlado por P, pero también varía en respuesta a los cambios en la relación E:P, cuando los niveles de progesterona son bajos. En el presente estudio, los valores obtenidos de CEV en yeguas sincronizadas son más altos durante los días en los que se suministró 150 mg de progesterona y 10 mg de 17 β estradiol diariamente. Considerando que el tratamiento incluía estradiol, parece razonable pensar que la CEV está efectivamente determinada por la progesterona y cae cuando esta última decae, sea exógena o endógena, y no cuando el estradiol se encuen-

tra en un nivel alto.

CONCLUSIONES

El dispositivo electrónico utilizado ha demostrado una adecuada sensibilidad para registrar los cambios en la CEV de las yeguas, resultando eficaz para detectar el día de inicio del estro, no así el momento de la ovulación. Ambas locaciones estudiadas respecto a la ubicación de los electrodos resultarían igualmente útiles, aunque se registra una aparente menor sensibilidad en el fondo de vagina. Sin embargo, resulta necesario continuar con los estudios tendientes a mejorar el manejo de la sonda, lo que permitiría obtener datos más confiables.

También se considera importante incorporar un sensor de temperatura más rápido, con vistas a disponer de otro parámetro adicional que permita precisar mejor el momento óptimo para efectuar la inseminación.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACÍN, E.G., FELICE, C.J. y WILDE, O. 2003. Detector de ovulación en equinos por medio de la conductividad eléctrica del moco vagi-

nal. XIV Congreso Argentino de Bioingeniería, Córdoba, Argentina.

BARTLESWSKI, P.M., BEARD, A.P. y RAWLINGS, N.C. 1999. The relationship between vaginal mucous impedance and serum concentrations of estradiol and progesterone throughout the sheep estrous cycle. *Theriogenology* 51: 813-827.

BOBOWIEC, R., STUDZINSKI, T. y BABIARZ, A. 1990. Thermoregulatory effects and electrical conductivity in vagina of cow during oestrous cycle. *Arch Exp Veterinarmed* 44(4): 573-579.

EDWARDS, D.F. y LEVIN, R.J. 1974. An electrical method of detecting the optimum time to inseminate cattle, sheep and pigs. *Vet. Res.* 95: 416.

FOOTE, R.H., OLTENACU, E.A., MELLINGER, J., SCOTT, N.R. y MARSHALL, R.A. 1979. Pregnancy rate in dairy cows inseminated on the basis of electronic probe measurements. *J. Dairy Sci.* 62: 69-73.

HECKMAN, G.S., KATZ, L.S., FOOTE, R.H., OLTENACU, E.A., SCOTT, N.R. y MARSHALL, R.A. 1979. Estrous cycle patterns in cattle monitored by electrical resistance and milk progesterone. *J. Dairy Sci.* 62: 64-68.

WEHNER, G.R., WOOD, C., TAGUE, A., BARKER, D. y HUBERT, H. 1997. Efficiency of the OVATEC unit for estrus detection and calf sex control in beef cows. *Animal Reprod. Sci.* 46: 27-34.

ZINK, M.F. y DIEHL, J.R. 1984. Efficacy of using vaginal conductivity as an indicator of the optimum time to breed in swine. *J. Anim. Sci.* 59: 869-874.