

---

## Evaluación ultrasonográfica de la frecuencia cardíaca del feto en yeguas criollas colombianas

### Ultrasonographic evaluation of fetal heart rate in Colombian Creole Mares

---

Fernando E. Vega, M. Sc.

Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,

Universidad del Tolima

fevega@ut.edu.co

#### **Resumen**

*El objetivo de esta investigación fue establecer por ultrasonografía, la frecuencia cardíaca fetal, desde el mes cuarto hasta el final de la gestación en 20 yeguas criollas colombianas, con edades entre los cuatro a los ocho años y un peso promedio de  $348 \pm 8,69$  kg, mediante examen transrectal y transabdominal, utilizando un transductor lineal endorectal de 6,0 MHz y un sectorial convexo R40 de 3,5 MHz. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) en la frecuencia cardíaca de los fetos a lo largo de la gestación frente a las reportadas en equinos de otras razas, en el cuarto mes de gestación la media de la frecuencia cardíaca fetal en latidos por minuto fue de  $145 \pm 6,82$  y de  $86 \pm 5,28$  en el último mes de gestación, observándose una disminución lineal gradual de la frecuencia cardíaca al aumentar el tiempo gestacional.*

**Palabras clave:** ritmo cardíaco fetal equino, feto equino, ecocardiografía feto equino.

#### **Abstract**

*The objective of this research was to establish the fetal heart rate in pregnant Colombian creole mares by ultrasonography. The study was carried out, from the fourth month to end of gestation in 20 creole mares, aged four to eight-year-old, and an average body-weight of  $348 \pm 8.69$  kg. The examination was performed via transrectal with a 6.0 MHz linear transducer and by transabdominal examination with a R40 3.5 MHz convex sector transducer. Significant statistical differences ( $p \leq 0.05$ ) in the fetal heart rate of pregnant Colombian mares were found throughout the gestation period compared to the fetal rate reported in females of other equine breeds. In the fourth month of gestation, mean fetal heart rate in beats per minute was  $145 \pm 6.82$  and  $86 \pm 5.28$  in the last month of gestation, showing a gradual linear decrease in heart rate with increasing gestational time.*

**Keywords:** equine fetal heart rate, equine fetus, echocardiography.

## Introducción

La industria equina en Colombia ha venido creciendo y, a pesar de los avances técnicos en diagnóstico reproductivo, sigue teniendo pérdidas de gestaciones tempranas y tardías o avanzadas hasta en un 15%, debido a alteraciones de la placenta, del embrión, del feto o de la madre (Allen y Stewart, 2001).

Las pérdidas gestacionales tardías o avanzadas se pueden deber a enfermedad fetal, a disfunción placentaria, a enfermedad de la madre (Troedsson y Sage, 2001) o a la combinación de estos factores. La evaluación de la viabilidad del feto se realiza observando la frecuencia cardíaca (Walbridge *et al.*, 2007). Las causas de la no viabilidad del feto son: bradicardia o taquicardia fetal permanente y bajo crecimiento cardíaco (Vaala y Sertich, 1994).

La frecuencia cardíaca se utiliza como un indicador de la viabilidad fetal. Una disfunción en el parto está asociada con bradicardia o taquicardia fetal, aunque es usual encontrar taquicardia con 200 latidos por minuto de corta duración (menos de un minuto) en fetos después de los 150 días de gestación. Generalmente, la taquicardia de mayor duración en el tiempo es un indicador de tensión o estrés fetal. La frecuencia cardíaca del feto se encuentra en su punto más elevado a los tres meses de gestación con un promedio de 196 latidos por minuto, y se produce una disminución gradual durante el resto de la preñez (Curran y Ginther, 1995).

Las frecuencias cardíacas elevadas que se observan en los primeros meses de preñez dificultan la determinación con un cronómetro. La actividad fetal produce un incremento de 10 a 15 latidos por sobre la frecuencia cardíaca en reposo (Pipers y Adams-Brendemuehl, 1984; Reef *et al.*, 1995). Un feto sin estrés debe presentar un ritmo cardíaco normal y un tono muscular apropiado. La frecuencia cardíaca normal del feto determinada por Reef *et al.* (1996), en el último mes de preñez, fue de 60 a 90 latidos por minuto.

Mediante ecografía transabdominal y transrectal se puede determinar la frecuencia cardíaca fetal (FCF), dando un indicio del ambiente en el cual se está desarrollando la concepción (Bucca *et al.*, 2005). La frecuencia cardíaca se calcula en forma automática midiendo el tiempo entre dos ciclos cardíacos o dependiendo del equipo y *software* puede ser con dos o tres latidos. El análisis en modo M es mucho más exacto que el método cronometrado para realizar la evaluación del ritmo cardíaco fetal (Curran y Ginther, 1995). En general, se requiere un transductor de 2,5 o de 3,5 MHz para hacer la ecografía del corazón fetal al final de la gestación, ya que se necesita penetrar a una profundidad aproximada de 30 cm (Pipers y Adams-Brendemuehl, 1984).

En un estudio citado por McGladdery (1999), en 30 yeguas gestantes, descubrieron alteraciones cardíacas en cinco fetos, de estos, encontraron taquicardia en unos y bradicardia en otros, naciendo solo uno normal. La disminución de la frecuencia cardíaca fetal se produce como resultado de un incremento en el tono parasimpático cardíaco (Von Borell *et al.*, 2007; Waldrige *et al.*, 2007).

Para contribuir a prevenir las pérdidas gestacionales avanzadas, originadas por alteraciones fetales, se hace necesario establecer una caracterización ultrasonográfica de la FCF, desde el cuarto al último mes de gestación en las yeguas criollas colombianas con gestaciones normales, con el fin de determinar los rangos en estas etapas y en el futuro predecir la viabilidad del *conceptus* o identificar el estrés fetal, para aplicar los correctivos preventivos o terapéuticos pertinentes.

Al precisar con este trabajo, los parámetros ultrasonográficos de la FCF en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales se estará aportando al conocimiento de las particularidades específicas del ritmo cardíaco, a medida que avanza el tiempo gestacional, redundando en el bienestar del feto, de la yegua y, finalmente, del mismo propietario, además de cuantificar la frecuencia cardíaca fetal normal por minuto. Hasta el momento, no existen estudios publicados respecto de la tasa de frecuencia cardíaca fetal en yeguas criollas colombianas e igualmente la bibliografía sobre el tema es muy limitada.

Este estudio hace parte de un trabajo orientado a la "Caracterización ultrasonográfica de la unidad útero-placentaria y del feto en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales".

## Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Ibagué, departamento del Tolima, con una altitud de 1.285 msnm, precipitación anual media entre 1.000 y 2.000 mm, humedad relativa del 75%, una temperatura promedio de 23,9 °C, ecosistema localizado desde la cumbre nevada de la cordillera central, hasta las proximidades del río de la Magdalena (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [Ideam], 2012).

Se monitorearon 20 yeguas criollas gestantes, procedente de criaderos y pesebreras del municipio, las cuales en su historia clínica no tenían antecedentes de haber padecido ninguna alteración reproductiva, con edades comprendidas entre los 4 a los 8 años comprobada por registros o cronometría dental y un peso vivo en promedio de 348 ± 8,69 kg y un error estándar de la media (ESM) de 3,11 y con un mínimo

de cuatro meses de gestación, confirmada por medición ecográfica del diámetro de la órbita fetal. En la selección de las yeguas, no se tuvo en cuenta la edad ni la paridad, porque, de acuerdo con el estudio de Hendricks *et al.* (2009), estos parámetros no influyen significativamente en el desarrollo del feto y el peso del potro al nacimiento.

Se realizó seguimiento ultrasonográfico mensual, desde el cuarto hasta el último mes de gestación a todos los animales, mediante la utilización de un ecógrafo Aquila Vet, con sonda convexa R40, frecuencia 3,5 MHz para el examen transabdominal y un transductor lineal, con frecuencias de 6,0 MHz, en la exploración transrectal.

Con el transductor rectal lineal de 6,0 MHz y el transductor transabdominal sectorial R40 de 3,5 MHz, se buscó en cada yegua, desde el cuarto al último mes de gestación, la parrilla costal fetal para poder localizar el corazón en su zona craneal. Una vez detectados los movimientos cardíacos en modo B, con el transductor en una posición fija, se pasó a modo M, desplazando el cursor de manera que interceptara el corazón, desplegando una imagen que mostró los movimientos cardíacos a lo largo del tiempo. La frecuencia cardíaca se obtuvo en modo M por ser más exacta (Curran y Ginther, 1995) y se calculó midiendo el tiempo entre dos ciclos cardíacos. A cada yegua se le elaboró un registro donde se consignaron las medidas de la frecuencia cardíaca del cuarto al onceavo mes de gestación, por ecografía transrectal y transabdominal.

El análisis estadístico se llevó a cabo con los valores obtenidos, determinando los principales estadígrafos de tendencia central y dispersión como: la media, la desviación estándar, los valores mínimos y máximos, los rangos, en cada mes gestacional, con un intervalo de confianza del 95%. Se empleó el

paquete estadístico SAS versión 9.1 para Windows, el cual arroja estadísticas necesarias para probar la hipótesis planteada utilizando análisis de varianza (ANOVA). Para determinar la variabilidad entre las medias, se aplicó la prueba de Duncan. Igualmente, se halló la correlación de Pearson o recta de regresión para cada variable observada, respectivamente.

Como variable independiente para el análisis estadístico, se planteó el tiempo de gestación de la yegua. En cuanto a la variable dependiente, se consideró la frecuencia cardíaca fetal. Para la variable dependiente, se realizó una recta de regresión lineal simple (Ecuación 1) de acuerdo con los resultados arrojados por el análisis estadístico realizado en el programa SAS.

$$y = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x \quad (1)$$

Donde  $y$  es la variable dependiente,  $x$  es la variable independiente,  $\hat{\alpha}$  es el punto en que la recta corta el eje vertical y  $\hat{\beta}$  es la pendiente de la línea recta. Los resultados obtenidos se agruparon y resumieron en una tabla y gráfica para su posterior análisis y discusión.

## Resultados y discusión

Se practicaron 320 mediciones ecográficas de la frecuencia cardíaca (latidos por minuto; l/m) del feto en reposo, por vía transrectal y transabdominal, respectivamente, en modo B y M. No encontrando diferencias individuales en el número de latidos cardíacos por minuto al emplear ambas vías (Figura 1). Se observó, que la vía transabdominal excita menos el feto al ubicar el tórax para determinar la tasa cardíaca, y la endorectal provoca mayor movimiento fetal, dificultando su ubicación cardíaca.

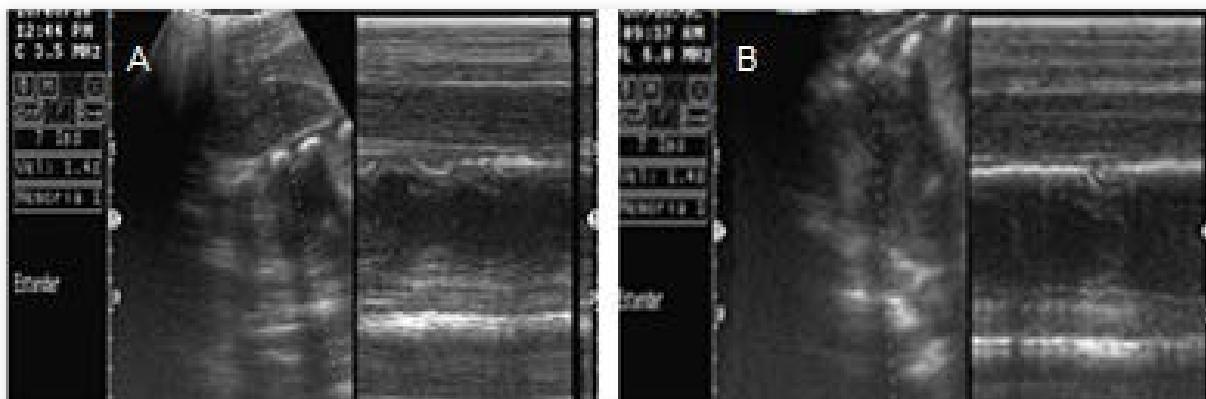


Figura 1. Ecografía transabdominal (A) y transrectal (B) en modo B y M del corazón fetal, en una yegua criolla colombiana.

Ecocardiograma en modo B + M, obtenido con un transductor transcutáneo sectorial 3,5 MHz (A) y un transductor endorectal 6,0 MHz (B), de un corazón fetal en una yegua criolla colombiana con 10 meses

de gestación. Se halló una frecuencia cardíaca de 84 latidos por minuto con una velocidad de barrido de 1,4 por segundo en ambos sonogramas. El cursor

(línea punteada) está posicionado al lado derecho, en el septum interventricular.

En la tabla 1, se aprecia la media de la frecuencia cardíaca fetal dada en latidos por minuto (l/m) y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95%, utilizando un transductor lineal endorrectal de 6,0 MHz en yeguas criollas colombianas desde cuarto al onceavo mes de gestación. Se optó por el análisis de los resultados de la frecuencia cardíaca obtenida por esta vía, porque existen pocos trabajos reportados.

A medida que avanzó el periodo de gestación (Tabla 1), la media de la frecuencia cardíaca (l/m) disminuyó ( $p < 0,01$ ). Al contrastar con Duncan, aparecieron diferencias significativas en las medias de la frecuencia cardíaca fetal entre todos los meses de gestación ( $p < 0,05$ ). Se observó que la FCF disminuye, en la medida que el feto se aproxima al término de la gestación; factiblemente, esta variabilidad se relacione con la madurez progresiva del cerebro, donde en su parte posterior origina un segmento importante del parasimpático (desacelerador cardíaco), y en el tallo cerebral en el área hipotalámica se encuentra el centro regulador de la frecuencia cardíaca (McGladdery, 1999; Walbridge *et al.*, 2007). Entonces, se podría teorizar que los parámetros encontrados de descenso de la FCF, al aumentar la edad gestacional, puede ser un indicador de la maduración del sistema nervioso central del feto (Nagel *et al.*, 2010; Nagel *et al.*, 2011).

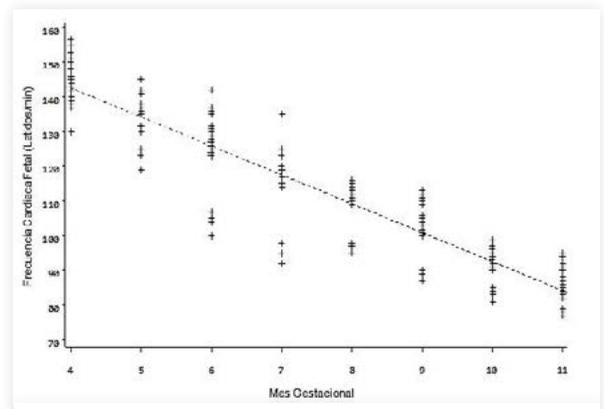
**Tabla 1.** Media frecuencia cardíaca (latidos/minuto) feto en reposo, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del cuarto al onceavo mes de gestación

Mes	<sup>1</sup> Media ± DS	Mínimo	Máximo	95% IC
4	145 ± 6,82 <sup>a</sup>	130	157	142-147
5	135 ± 7,27 <sup>b</sup>	119	145	131-138
6	125 ± 11,69 <sup>c</sup>	100	142	120-130
7	116 ± 11,38 <sup>d</sup>	92	135	111-121
8	109 ± 6,45 <sup>e</sup>	95	116	106-112
9	102 ± 7,84 <sup>f</sup>	87	113	99-106
10	92 ± 4,87 <sup>g</sup>	81	99	89-94
11	86 ± 5,28 <sup>h</sup>	77	95	83-88

<sup>1</sup> Letras diferentes indican diferencias significativas  $p < 0,05$

En la figura 2, se aprecia una reducción lineal de la FCF, al incrementar mes a mes el tiempo de gestación. La FCF revela una regresión lineal negativa muy alta ( $r^2 = 0,85$ ) con la edad gestacional, donde el 85% de disminución de la frecuencia cardíaca fetal, precisada en latidos cardíacos por minuto, es expresada por el aumento de la variable tiempo gestacional y un coeficiente de correlación ( $r = 0,92$ ) muy alto, reconociendo la relación de la correspondencia lineal negativa del descenso de la frecuencia cardíaca fetal a medida que aumenta el tiempo gestacional y afirmando la validez del modelo para describir la relación inversa existente entre estas dos variables. Los valores de la disminución de la frecuencia cardíaca fetal, al aumentar el tiempo de preñez, se pueden presumir por la ecuación 2, en el que  $x =$  mes gestacional. Al aumentar cada mes gestacional, la disminución de la frecuencia cardíaca en promedio sería de 8,35 latidos cardíacos por minuto.

$$\text{Frecuencia cardíaca fetal (FCF)} = 176,15 - 8,35x \quad (2)$$



**Figura 2.** Frecuencia cardíaca (latidos/minutos; l/m) del feto en reposo, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del cuarto al onceavo mes de gestación

En el cuarto mes de gestación, en las yeguas criollas colombianas del estudio, la media de la FCF en latidos por minuto (l/m) fue de  $145 \pm 6,82$  y de  $86 \pm 5,28$  en el último mes de gestación, observándose una disminución lineal gradual de la frecuencia cardíaca al aumentar el tiempo gestacional, contrario a lo obtenido por Hendricks *et al.* (2009), que para el día 100 obtuvo una media de  $144,7 \pm 3,7$  latidos cardíacos por minuto (l/m) y al final de la gestación  $77,1 \pm 3,8$ , sin que la edad y la paridad de la yegua influenciara en la FCF. Bucca *et al.* (2005) reportó, en el mes sexto de gestación, una FCF de  $113 \pm 11,7$  l/m y al final de la preñez de  $66 \pm 6,5$  l/m, mientras Reef *et al.* (1995) reportó, en el último mes de gestación, una FCF de 60 a 90 l/m. En adición, Curran y Ginther (1995) realizaron un estudio entre el día 21 al 174 (aproximadamente mes sexto) de

gestación, obteniendo en este último 130 l/m. Todos los anteriores autores también reportaron una disminución de los latidos cardíacos al incrementar la edad de la preñez. Los parámetros establecidos por ultrasonografía de la frecuencia cardíaca del feto en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales difirieron con los reportados de hembras equinas de otras razas.

## Conclusiones

Se observó una reducción de los latidos cardíacos fetales al incrementar el tiempo de preñez, igual a lo reportado por otros autores, pero disímil en cuanto al número de latidos cardíacos por minuto, registrándose para el presente estudio una media en el cuarto mes de  $145 \pm 6,82$  l/m y de  $86 \pm 5,28$  l/m para el onceavo mes de gestación.

Los parámetros establecidos de la frecuencia cardíaca del feto en este trabajo se pueden considerar normales y, por consiguiente, sirven para ayudar a detectar tempranamente posibles anomalías del feto, que reflejen alteraciones de su crecimiento. Igualmente, predecir la viabilidad fetal, al conocer los rangos de los latidos cardíacos por minuto y, en consecuencia, determinar estrés fetal al poder identificar bradicardia o taquicardia.

La evaluación ultrasonográfica de la frecuencia cardíaca del feto en las yeguas criollas colombianas permitirá descubrir las anomalías del feto antes de que se manifiesten los signos de aborto.

## Recomendación

Determinar los parámetros de crecimiento de la estructura cardíaca fetal (biometría cardíaca) a medida que avanza el tiempo gestacional en la yegua criolla colombiana, mediante ecocardiografía bidimensional.

## Referencias

- Allen, W.R. y Stewart, F., 2001. Equine placentation. *Reproduction Fertility Development* 13, 623-634.
- Bucca, S., Fogarty, U., Collins, A., Small, V., 2005. Assessment of feto-placental well-being in the mare from mid-gestation to term: transrectal and transabdominal ultrasonographic features. *Theriogenology* 64, 542-557.
- Curran, S., Ginther, O.J., 1995. M-mode ultrasonic assessment of equine fetal heart rate. *Theriogenology* 44, 609-617.
- Hendriks, W.K., Colenbrander, B.V., Weijden, G.C., Stout, T.A., 2009. Maternal age and parity influence ultrasonographic measurements of fetal growth in Dutch warmblood mares. *Animal Reproduction Science* 115, 110-123.
- Ideam, 2012. Boletín climatológico. <http://bat.ideam.gov.co/boletin/boletin.xls> (consultado 5 de diciembre de 2012).
- McGladdery, A.J., 1999. Ultrasonographic diagnosis and management of fetal abnormality. In: *The mare in late pregnancy*. *Pferdeheilkunde* 15, 618-621.
- Nagel, C., Aurich, J., Aurich, C., 2010. Determination of heart rate and heart rate variability in the equine fetus by fetomaternal electrocardiography. *Theriogenology* 73, 973-983.
- Nagel, C., Aurich, J., Palm, F., Aurich, C., 2011. Heart rate and heart rate variability in pregnant warmblood and Shetland mares as well as their fetuses. *Animal Reproduction Science* 127, 183-187.
- Pipers, F.S., Adams-Brendemuehl, C.S., 1984. Techniques and applications of transabdominal ultrasonography in the pregnant mare. *Journal American Veterinary Medical Association* 185, 766-771.
- Reef, V.B., Vaala, W.E., Worth, L.T., 1996. Ultrasonographic assessment of fetal wellbeing during late gestation: development of an equine biophysical profile. *Equine Veterinary Journal* 28, 200-208.
- Reef, V.B., Vaala, W.E., Worth, L.T., 1995. Ultrasonographic evaluation of the fetus and intrauterine environment in healthy mares during late gestation. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 36, 533-541.
- Troedsson, M., Sage, M., 2001. Fetal/placental evaluation in the mare. Department of Clinical and Population Sciences, College of Veterinary Medicine, University of Minnesota, St Paul, Minnesota, USA.
- Vaala, W.E., Sertich, P.L., 1994. Management strategies for mares at risk for periparturient complications. *Veterinary Clinical North American Equine Practice* 10, 237-265.
- Von Borell, E., Langbein, J., Despres, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchand-Forde, J., Marchand-Fonde, R., Minero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., Veissier, I., 2007. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals—a review. *Physiology Behaviour* 92, 293-316.
- Waldrige, B.M., Salazar, T., Stanton, M.B., 2007. Techniques to assess fetal well-being. *Compendium Equine*. Nov-Dec. pp. 324-336.