



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# Caracterización ultrasonográfica de la unidad útero-placentaria y del feto en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales

**Fernando Emilio Vega Díaz**

Convenio

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Sede Palmira

Universidad del Tolima

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Ibagué, Colombia

2012



# Caracterización ultrasonográfica de la unidad útero-placentaria y del feto en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales

**Fernando Emilio Vega Díaz**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ciencias Agrarias**

Línea de Investigación: Producción Animal Tropical

Director:

M. Sc., Esp., Zootecnista Mario Pino Pérez de Utrera

Convenio

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Sede Palmira

Universidad del Tolima

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Ibagué, Colombia

2012

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE PALMIRA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ACTA DE JURADO DE TESIS  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRARIAS  
LINEA DE INVESTIGACIÓN PRODUCCIÓN ANIMAL TROPICAL

En Palmira a los 31 días del mes de Enero de 2012, se reunió en esta Sede el Jurado Calificador de Tesis, integrado por los doctores JOSÉ RAMÓN MOLINA y JOSÉ RAMÓN MARTÍNEZ ARANZALES.

Para calificar la Tesis de Grado de:

**FERNANDO EMILIO VEGA DÍAZ**

Título:

**"CARACTERIZACIÓN ULTRASONOGRAFICA DE LA UNIDAD UTERO-PLACENTARIA Y DEL FETO EN YEGUAS CRIOLLAS COLOMBIANAS CON GESTACIONES NORMALES"** bajo la dirección de Mario Pino Pérez de Utrera.

Después de oír el informe del jurado evaluador compuesto por los docentes doctores JOSÉ RAMÓN MOLINA y JOSÉ RAMÓN MARTÍNEZ ARANZALES, y de haber cumplido con el proceso de evaluación, la tesis fue calificada como:

APROBADA    
REPROBADA

  
JOSÉ RAMÓN MOLINA

  
JOSÉ RAMÓN MARTÍNEZ A.

*Dedico este trabajo a todos los colegas que comparten diariamente su conocimiento y contribuyen con su ejercicio profesional al servicio del bienestar equino y de la sociedad.*

*A mi esposa e hijos que me apoyaron constantemente en esta otra parte del trajinar de mi vida*



## **Agradecimientos**

Agradezco a la Universidad del Tolima y a la Universidad Nacional, seccional de Palmira, por el apoyo logístico. Al Dr. Mario Augusto García Dávila, a la señora Marzory Andrade Bernal y al Ing. Carlos Alfredo Tovar Castañeda por las orientaciones en la parte estadística, al Dr. Mario Pino Pérez De Utrera como director del trabajo y a todas las personas que en una u otra forma colaboraron en la realización del trabajo.





## Resumen

El propósito del trabajo fue caracterizar ultrasonográficamente, el espesor conjunto de la unión útero-placentaria (ECUP), profundidad, volumen y ecogenicidad de los fluidos fetales, la frecuencia cardíaca, diámetro de la aorta y posición fetal, desde el mes 4 hasta el final de la gestación, mediante examen transrectal y transabdominal, utilizando un transductor lineal endorectal de 6.0 MHz y un sectorial convexo R40 de 3.5 MHz, en 20 yeguas criollas colombianas, con edades entre los cuatro a los ocho años, un peso promedio de 348 kg. Encontrando diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) a lo largo de la gestación entre los parámetros, del ECUP, profundidad y volumen de fluidos, frecuencia cardíaca, diámetro aorta fetal y semejanzas en la ecogenicidad de los líquidos y posición fetal, de las reportadas en hembras equinas de otras razas.

**Palabras clave:** yegua, placenta, feto, gestación, ultrasonografía.

## Abstract

The purpose of this research is to characterize ultrasonographic the combined thickness of uterus and placenta (CTUP), depth, volume and echogenicity fluid fetal, heart rate, diameter of the aorta and the fetal position from the fourth month to end of gestation, by transrectal and transabdominal examination, using a linear endorectal 6.0-MHz convex sector and a 3.5-R40 MHz, in twenty colombian creole mares, aged four to eight years, an average weight of 348 kg. Statistically significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were found between the parameters of CTUP, fluid depth and volume, heart rate, fetal aorta diameter and similarities in echogenicity fluid and fetal position, from those reported in equine females of other races.

**Keywords:** mare, placenta, fetus, gestation, ultrasonography.



# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XIV</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Definición del problema y justificación</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Hipótesis y objetivos</b> .....	<b>7</b>
2.1 Hipótesis .....	7
2.2 Objetivo General .....	7
2.2.1 Objetivos Específicos .....	7
<b>3. Marco teórico referencial</b> .....	<b>9</b>
3.1 Introducción.....	9
3.2 Duración de la gestación en la yegua y causas de su variación.....	11
3.3 Métodos para diagnosticar la gestación en la yegua .....	12
3.4 Ultrasonografía de la placenta y del líquido fetal .....	12
3.5 Presentación fetal .....	16
3.6 Actividad cardiaca fetal .....	17
3.7 Diámetro de la aorta fetal.....	18
3.8 Movilidad fetal .....	18
3.9 Longitud del cordón umbilical.....	19
3.10 Endocrinología placentaria.....	20
<b>4. Diseño metodológico</b> .....	<b>23</b>
4.1 Materiales y métodos .....	23
4.2 Ultrasonografía de la placenta .....	24
4.2.1 Evaluación del espesor conjunto de la unión útero-placentaria (ECUP).....	24
4.2.2 Determinación de la profundidad y volumen del líquido amniótico y alantoides .....	24
4.2.3 Descripción de la ecogenicidad del líquido amniótico y alantoides.....	25
4.3 Ultrasonografía del feto.....	26
4.3.1 Registro de la frecuencia cardiaca fetal .....	26
4.3.2 Determinación del diámetro de la aorta fetal.....	26
4.3.3 Observación de la presentación fetal .....	26
4.4 Análisis estadístico.....	27

---

<b>5. Resultados y Discusiones .....</b>	<b>29</b>
5.1 Ultrasonografía de la placenta .....	29
5.1.1 Espesor conjunto de la unión útero-placentaria (ECUP).....	29
5.1.2 Profundidad y volumen del líquido amniótico y alantoides .....	35
5.1.3 Ecogenicidad del líquido amniótico y alantoides.....	52
5.2 Ultrasonografía del feto.....	55
5.2.1 Frecuencia cardiaca fetal .....	55
5.2.2 Diámetro de la aorta fetal.....	58
5.2.3 Presentación fetal .....	61
<b>6. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>65</b>
6.1 Conclusiones .....	65
6.1.1 Ultrasonografía de la placenta .....	66
6.2 Ultrasonografía del feto.....	67
6.2.1 Frecuencia cardiaca fetal .....	67
6.2.2 Diámetro de la aorta fetal.....	67
6.2.3 Presentación fetal .....	68
6.3 Recomendaciones .....	68
<b>A. Anexo: Registro individual de yeguas.....</b>	<b>71</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>73</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 5-1:</b> Ecografía transrectal del espesor conjunto del a unión útero-placentaria (ECUP) en yegua criolla colombiana con gestación normal .....	29
<b>Figura 5-2:</b> Ecografía transabdominal del espesor conjunto útero-placenta (ECUP) en yegua criolla colombiana con gestación normal .....	32
<b>Figura 5-3:</b> Ecografía transrectal de la profundidad del líquido amniótico y alantoides en un cuadrante del útero, en yegua criolla colombiana.....	35
<b>Figura 5-4:</b> Ecografía transabdominal de la profundidad del líquido amniótico y alantoides, en un cuadrante del útero, en yegua criolla colombiana con gestación normal .....	43
<b>Figura 5-5:</b> Ecografía transrectal y transabdominal del líquido amniótico y alantoideo en yegua criolla colombiana gestante.....	53
<b>Figura 5-6:</b> Ecografía transabdominal y transrectal en modo B y M del corazón fetal, en una yegua criolla colombiana.....	55
<b>Figura 5-7:</b> Ecografía transrectal y transabdominal del diámetro de la aorta fetal, en yegua criolla colombiana con gestación normal. ....	58
<b>Figura 5-8:</b> Ecografía transabdominal de la presentación fetal en yegua criolla colombiana.....	61

## Lista de tablas

	Pág.
<b>Tabla 5-1:</b> Media espesor conjunto unión útero-placenta (ECUP; mm) en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.....	30
<b>Tabla 5-2:</b> Media espesor conjunto unión útero-placenta (ECUP;mm) en cuatro cuadrantes del útero,por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.....	32
<b>Tabla 5-3:</b> Media Profundidad (mm) del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.	36
<b>Tabla 5-4:</b> Media profundidad total (mm) líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.....	37
<b>Tabla 5-5:</b> Media volumen total en mililitros (ml) líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.....	38
<b>Tabla 5-6:</b> Media profundidad (mm) del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.....	39
<b>Tabla 5-7:</b> Media profundidad total (mm) líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.....	40
<b>Tabla 5-8:</b> Media volumen total (mililitros; ml) líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.....	41
<b>Tabla 5-9:</b> Media profundidad (mm) del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.....	44
<b>Tabla 5-10:</b> Media profundidad total (mm) líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.....	45
<b>Tabla 5-11:</b> Media volumen total (mililitros; ml) líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.....	46
<b>Tabla 5-12:</b> Media profundidad (mm) del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.....	48
<b>Tabla 5-13:</b> Media profundidad total (mm) líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.....	49

---

<b>Tabla 5-14:</b> Media volumen total (mililitros; ml) líquido alantoides en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.....	50
<b>Tabla 5-15:</b> Frecuencia ecogenicidad liquido amniótico en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación .....	53
<b>Tabla 5-16:</b> Media frecuencia cardíaca (latidos / minuto) feto en reposo, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.....	56
<b>Tabla 5-17:</b> Media diámetro aorta fetal (mm), por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación .....	59
<b>Tabla 5-18:</b> Frecuencia presentación fetal, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación. ....	62





## Introducción

Existen muchos factores que convergen para el éxito de los sistemas de producción equina, que se pueden traducir en ganancias o pérdidas onerosas para el propietario, siendo uno de ellos, las pérdidas de gestaciones avanzadas, o sea abortos de más de 4 meses de gestación. El aborto en yeguas tiene una incidencia entre el 5 y el 15%, más que en otras especies. (Alberdi, 2002. Hafez *et al.*, 2002) y las producidas después de los cinco meses de gestación son un serio problema para la industria de la reproducción equina (Roberts, 1986. Troedsson *et al.*, 2001), porque no solo se fracasa en engendrar un potrillo anual por yegua, sino que además se retrasa su tasa de concepción.

Las pérdidas gestacionales tardías o avanzadas se pueden deber a enfermedad fetal, a disfunción placentaria, a enfermedad de la madre (Troedsson *et al.*, 2001) o a la combinación de estos factores.

Las causas de la no viabilidad del feto son: Bradicardia o taquicardia fetal permanente; bajo crecimiento cardíaco (Vaala *et al.*, 1994). Anomalías del desarrollo y de sus estructuras (por ejemplo hidrocefalia). Un cordón umbilical largo puede ocasionar torsión alrededor del feto o "sobre si mismo" ocasionando obstrucción vascular (Córdova, 2003), produciendo muerte fetal o aborto y un cordón umbilical corto predispone a una ruptura prematura del mismo. La placentitis, el exceso de fluido fetal, la presencia de mellizos y la torsión uterina, también ocasionan pérdidas fetales.

Una placenta funcional o unidad fetoplacentaria formada por la madre, la placenta y el feto, es necesaria para que este se desarrolle normalmente. Cualquier alteración anatómica o fisiológica de la placenta conlleva a una insuficiencia placentaria, cuando se afectan algunas de las funciones de esta o todas ellas, se ocasiona aborto, siendo esta perturbación, la causa más común de la interrupción en la gestación tardía o avanzada. (Troedsson *et al.*, 2001. Bucca *et al.*, 2005).

Conociendo los valores mínimos y máximos del volumen de los líquidos fetales y el espesor conjunto de la unión útero-placenta (ECUP) en las yeguas criollas colombianas, se podría prever las pérdidas de gestaciones avanzadas y evaluar la viabilidad fetal.

Es importante determinar los rangos normales del ECUP, establecer el volumen del líquido amniótico y su ecogenicidad o sea la capacidad que tienen estos líquidos para reflejar el ultrasonido, a medida que la gestación avanza, para comparar estos parámetros con los reportados por otros autores en razas equinas diferentes a la criolla colombiana.

Existen reportes de valores mínimo y máximo del ECUP y del volumen de los líquidos fetales, en otras razas equinas como el Pura Sangre de Carreras (SPC) (Troedsson *et al.*, 1997) cuya alzada, peso y tiempo de gestación son mayores que la raza criolla colombiana.

Para prevenir las pérdidas gestacionales avanzadas, se debe establecer en las yeguas criollas colombianas con gestaciones normales, una caracterización ultrasonográfica de:

A) En la placenta: Los valores del espesor de la unidad útero-placentaria (ECUP), del volumen y descripción de la ecogenicidad de los líquidos placentarios. B) En el feto: El diámetro de la aorta, la frecuencia cardíaca, la presentación fetal, desde el cuarto al onceavo mes de gestación, con el fin de determinar los rangos o parámetros, en estas etapas y en el futuro predecir la viabilidad fetal y aplicar los correctivos preventivos o terapéuticos pertinentes.

# 1. Definición del problema y justificación

Colombia cuenta con reconocimiento internacional por sus especies caballar, mular y asnal, en exposición, deporte y trabajo. Entre equinos de paso fino, trote, trocha o galope, ejemplares de coleo, carreras o tiro, mulares y asnales de labor, suman una población de 1.882.730 asentadas principalmente en los departamentos de Córdoba, Antioquia, Casanare, Tolima y Cundinamarca regiones en donde se concentra el 42% del censo équido nacional. El Tolima ocupa el cuarto lugar con 114.363 ejemplares (Encuesta Nacional Agropecuaria ENA. 2008).

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, debidas a alteraciones de la placenta, del embrión, del feto o de la madre. Causas que pasan desapercibidas porque generalmente solo se controla la salud de la yegua, de los ovarios y del útero antes de la gestación. Al problema anterior se le adiciona las bajas tasas de concepción, porque los equinos no son seleccionados por su fertilidad, sino por su conformación o fenotipo (Allen, 2001).

Las pérdidas de preñez temprana en las yeguas tienen una incidencia del 10 al 15% (Vaala, 1994. Troedsson *et al.*, 2001) y las producidas después de los cinco meses de gestación son un serio problema para la industria de la reproducción equina (Roberts, 1986. Troedsson *et al.*, 2001), porque no solo se fracasa en engendrar un potrillo anual por yegua, sino que además se retrasa su tasa de concepción.

Las pérdidas gestacionales tardías se pueden deber a la combinación de factores tales como, enfermedad fetal, disfunción placentaria, o enfermedad de la madre (Troedsson *et al.*, 2001).

Un feto puede ser no viable cuando se presenta, bradicardia o taquicardia permanente; bajo desarrollo cardiaco (Vaala *et al.*, 1994), e igualmente, una placentitis, o el exceso de fluido fetal, la misma presencia de mellizos y la torsión uterina. Un cordón umbilical corto predispone a una ruptura prematura del mismo y uno largo ocasiona torsión alrededor del feto o "sobre si mismo" causando obstrucción vascular, desencadenando muerte fetal o aborto (Córdova, 2003).

Una placenta funcional es necesaria para que el feto se desarrolle normalmente. La disfunción placentaria puede ser de origen no infeccioso como en la preñez gemelar, o infecciosa ya sea por bacterias, virus u hongos (Troedsson *et al.*, 2001).

Usualmente la placenta se evalúa macroscópicamente después del parto o por haber presentado un aborto o al sospechar una enfermedad del recién nacido, siendo este tipo de examen ya tardío para tomar una decisión que previniera la supervivencia del futuro conceptus. (Renaudin *et al.*, 1997. Troedsson *et al.*, 2001. Whitwell *et al.*, 1975b).

En cualquier especie animal, el aborto es causa de preocupación, ya sea por el impacto económico o por la conmoción que puede generar en sus propietarios. Definitivamente un aborto ocasiona perjuicios económicos, aunque relativamente se trate de yeguas de poco valor. Se considera que el aborto en esta especie es de mayor incidencia que en otras (Alberdi, 2002). Lo más importante sería prevenir el aborto en las yeguas, pero a veces no hay remedio por su inminente amenaza (Córdova, 2003).

La causa más común de la interrupción en la gestación tardía es la alteración anatómica o fisiológica de la placenta, conllevando a una insuficiencia placentaria ocasionando aborto (Troedsson *et al.*, 2001).

La valoración ultrasonográfica de la placenta y del feto, en la preñez avanzada o tardía debe constituirse en un procedimiento de rutina con la finalidad de determinar cualquier cambio en estos, con el objeto de tomar los correctivos preventivos o terapéuticos pertinentes. Pero para ello es indispensable primero, confrontar los valores mínimos y máximos del volumen de los líquidos fetales, como los del espesor conjunto de la unión del útero y la placenta (ECUP) reportados por otros autores en equinos cuyo peso, talla,

---

raza y tiempo gestacional son diferentes (Allen *et al.*, 2002a. Hendriks *et al.*, 2008), con los valores que se obtengan en este estudio en las yeguas con gestaciones normales de la raza criolla colombiana.

Por lo tanto se debe caracterizar para las yeguas criollas colombianas gestantes los valores normales del ECUP, del volumen de los líquidos fetales, del diámetro de la aorta fetal, el movimiento fetal, la frecuencia cardiaca fetal, con el fin de determinar la viabilidad fetal y aplicar los correctivos preventivos.

Al precisar con este estudio las características ultrasonográficas de la unidad útero-placentaria y del feto en las yeguas criollas colombianas con gestaciones normales, se estará aportando al conocimiento de las particularidades específicas de la placenta y del feto, que redundaría en el bienestar de la yegua, del feto, además de establecer los parámetros normales del feto y de la unión útero-placentaria.



## **2. Hipótesis y objetivos**

### **2.1 Hipótesis**

Ho: Las características ultrasonográficas de la unidad útero-placenta y del feto en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales no difieren de las reportadas en hembras equinas de otras razas.

H1: Las características ultrasonográficas de la unidad útero-placenta y del feto en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales difieren de las reportadas en hembras equinas de otras razas.

### **2.2 Objetivo General**

Establecer las características ultrasonográficas de la unidad útero-placentaria y del feto en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales.

#### **2.2.1 Objetivos Específicos**

- **De la placenta:**
  - Evaluar el espesor conjunto de la unión útero-placentaria
  - Determinar el volumen del líquido amniótico y alantoides
  - Describir la ecogenidad del líquido amniótico y alantoides
  
- **Del feto:**
  - Registrar la frecuencia cardiaca fetal
  - Establecer el diámetro de la aorta fetal
  - Observar la presentación fetal a medida que avanza la gestación





## 3. Marco teórico referencial

### 3.1 Introducción

Las pérdidas de preñez de más de cinco meses, sigue siendo un problema serio para los propietarios de caballos, afectando los indicadores de gestión de la reproducción (Roberts, 1986), ya que se fracasa con la producción de una cría anual por yegua, conllevando a la disminución de las tasa de natalidad y en consecuencia a una reducción en los índices de productividad de la especie. Definitivamente un aborto ocasiona perjuicios económicos, aunque relativamente se trate de yeguas de poco valor genético (Wilsher *et al.*, 2003).

Las pérdidas de gestaciones avanzadas se deben entre otras causas a: A) Entrada de bacterias (*Streptococcus zooepidemicus*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae var genitalium*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus equisimilis*, *Leptospira spp.*, *S. abortus equi*) en el útero provocando placentitis extensa. Las bacterias también pueden penetrar al útero por la corriente sanguínea de la madre produciendo septicemia o bacteremia con muerte fetal y aborto. B) Por virus, como el herpes virus equino 1 (EHV1) o virus de la rinoneumonitis. C) Gestaciones gemelares, en la yegua, a diferencia de otras especies, no es lo suficientemente capaz de mantener dos fetos durante toda la gestación, ya sea por competencia de los nutrientes o por deficiencia de las membranas fetales, presentando insuficiencia placentaria y con ello la muerte de uno o ambos fetos (Alberdi, 2002. Hafez *etal.*, 2002). D) Torsión del cordón umbilical "sobre sí mismo" o en el cuerpo del feto dificultándole la circulación. E) Las anomalías fetales como la hidrocefalia. F) Exceso de fluido fetal puede provocar desprendimiento de la placenta y en consecuencia aborto. G) Por acción iatrogénica al administrar fármacos que interrumpen la gestación. (Alberdi, 2002).

En resumen, las pérdidas de gestaciones avanzadas, se deben a alteraciones de la placenta, del feto o de la madre (Troedsson *et al.*, 2001), causas que pasan desapercibidas, porque generalmente, sólo se controla la salud de la yegua, de los ovarios y del útero al inicio de su gestación o se implementa "tratamientos preventivos" para que la futura cría no sea abortada.

En cualquier especie animal, el aborto es causa de preocupación. Lo más importante sería prevenir el aborto en las yeguas, pero a veces no hay remedio por su inminente amenaza (Córdova, 2003).

Se entiende por aborto como la interrupción de la gestación con expulsión de un feto antes de la fecha indicada para que ocurra su nacimiento (Hafez *et al.*, 2002). El aborto es total si hay expulsión de todos los productos de la concepción o sea el feto y sus envolturas. Se dice que el aborto es parcial, cuando se retiene en el útero parte de los productos. El aborto puede ser temprano o tardío, confundiendo este último como parto prematuro. Si la expulsión de un feto no viable ocurre antes de 290 días de gestación, se considera aborto en la yegua. El aborto en yeguas tiene una incidencia entre el 5 y el 15%, más que en otras especies (Alberdi, 2002. Hafez *et al.*, 2002).

En reproducción equina, se debe evaluar la placenta en las gestaciones tardías, con el fin de verificar el estado de salud del feto, sobre todo en los casos de yeguas con sospecha de flujo vaginal, gestación gemelar, lactación prematura, excesiva distensión de la cavidad abdominal y partos distócicos anteriores (Benirschke, 2001).

Mediante ecografía transabdominal y transrectal se puede determinar la posición, tamaño fetal, evaluación placentaria, separación placentaria precoz, estudio de los movimientos fetales y su frecuencia cardiaca, dando un indicio del ambiente en el cual se está desarrollando la concepción (Bucca *et al.*, 2005).

A partir de los 90 días de gestación se puede realizar en forma confiable la ecografía transabdominal del feto equino. En este momento el útero se desplaza sobre el borde de la pelvis pudiendo ser visualizado ecográficamente desde la zona ventral del abdomen (Pipers *et al.*, 1984).

La evaluación de la viabilidad del feto se realiza observando el tamaño del corazón y la frecuencia cardiaca, también los movimientos y el tono muscular del feto. Se puede evaluar el feto, determinando el espesor de las membranas fetales, la cantidad y ecogenicidad del líquido amniótico y alantoideo y la presencia de mellizos (Waldridge *et al.*, 2007).

### **3.2 Duración de la gestación en la yegua y causas de su variación**

La duración de la gestación en la yegua es muy variable, puede estar en un rango de 310 a 380 días, dando potros viables o en buen estado de salud, pero se considera un rango normal entre 320 y 360 días. Existen varios factores que influyen en la prolongación del tiempo en la duración de la gestación, entre ellos: 1) Factores fetales como el sexo del feto, si es macho prolonga la gestación; Peso del feto o desarrollo intrauterino del mismo, determina la madurez y si es dismaduro se puede prolongar la gestación. 2) Factores maternos incluyen, la edad de la yegua, entre mayor edad incrementa el tiempo de intervalo entre partos. 3) Factores ambientales, como, el clima, particularmente la duración del día y el aumento de la temperatura ambiental, disminuye la duración de la gestación. Si la yegua no se nutre bien, ya sea por deficiencia de forrajes o desbalance nutricional se prolonga la gestación, por retardo en el crecimiento fetal. (Davies *et al.*, 2002. Valera *et al.*, 2006. Winter *et al.*, 2009)

Otros autores encontraron, influencia de la raza en el aumento o disminución del periodo de gestación, atribuyéndolo a un factor de heredabilidad. También notaron en yeguas de 4 a 5 partos reducción en el periodo gestacional y lo mismo en hembras entre los 10 y 12 años de edad. (Pérez *et al.*, 2003. Valera *et al.*, 2006). No se encontró efecto al comparar el color de la capa o de la piel, como factor influyente en el tiempo de duración de gestación en la yegua (Dring *et al.*, 1981).

### 3.3 Métodos para diagnosticar la gestación en la yegua

Para diagnosticar la gestación en la yegua se emplean varios métodos. Una es la palpación transrectal del útero y los ovarios, se realiza a los 30 a 60 días después de la cubrición. Por pruebas inmunológicas, se detectan sustancias originadas en el útero que pasan a la sangre, como la gonadotropina coriónica equina (eCG) , manifestada a partir del día 40 después de la preñez, siendo esta prueba más exacta entre los días 50 a 100, pero si el feto muere en este lapso, dará resultados falsos positivos (Sobiraj *et al.*, 1985).

La progesterona en sangre (P4) se emplea como prueba de gestación, porque el cuerpo lúteo primario y secundarios, hasta el quinto a sexto mes que sufren regresión, producen la progesterona secretada para mantener la preñez. Si la hembra después de la copula no quedó gestando y está en diestro prolongado la prueba de progesterona dará positivo (Palmer *et al.*, 2003. Sobiraj *et al.*, 1985).

A partir del día 40 de la monta de la yegua, se puede detectar sulfato de estrona en suero sanguíneo, en leche o en orina, incrementándose entre los días 75 a 100 de la gestación, encontrándose también en hembras no gestantes en lactación pero en menores valores (Dee *et al.*, 1987).

En la yegua el diagnóstico temprano de preñez se realiza por ecografía a partir del día 9 de concepción, vía rectal, visualizando la vesícula embrionaria con un transductor lineal de alta frecuencia de 5.0 a 7.5 MHz , con una exactitud hasta de un 95%. Con este método, se puede determinar la edad gestacional, el sexo del feto y diagnosticar gemelaridad temprana, entre otra cantidad de información que puede generarse con el ultrasonido (Hafez *et al.*, 2002. Sobiraj *et al.*, 1985).

### 3.4 Ultrasonografía de la placenta y del líquido fetal

La placenta equina está constituida por el alantocorion, el alantoamnios y el cordón umbilical. La parte coriónica del alantocorion se encuentra adherida al endometrio por medio de los microcotiledones que contactan con el útero con excepción de una zona que corresponde al orificio cervical interno, denominada estrella cervical. El alantocorion

es quien abastece al feto *in útero*. Permite el intercambio respiratorio y de nutrientes entre la madre y el feto y es un órgano endocrinológicamente activo que sintetiza y metaboliza hormonas importantes para el mantenimiento y desarrollo fetal (Troedsson *et al.*, 1997).

El alantoamnios al flotar libremente permite al feto moverse con libertad dentro del útero y sólo se encuentra adherido al alantocorion en una pequeña área del cordón umbilical. El único contacto entre el feto y el alantoamnios está a nivel del ombligo (Renaudin *et al.*, 1997).

La evaluación de la placenta se realiza rutinariamente después del parto y puede proveer información importante sobre procesos de enfermedades o disfunciones que posiblemente afectaron la viabilidad del feto abortado o a las enfermedades potenciales en el potrillo neonato. Sin embargo este tipo de examen no es de utilidad para tomar decisiones que permitan prevenir futuros abortos o para evitar que el potrillo presente enfermedades neonatales. La evaluación de la placenta puede ser realizada por medio de la ultrasonografía y por test endocrinológicos. Para realizar la ecografía de la unidad útero-placentaria se necesita un transductor de 7.5 a 10 MHz. Se prefiere un transductor sectorial o convexo que produce una imagen triangular que permite un aumento del campo visual en la porción profunda de la imagen (Reef *et al.*, 1995).

El examen ultrasonográfico de la placenta en yeguas consideradas en riesgo de abortar durante la última etapa de la gestación, se realiza utilizando la vía transabdominal (Reef *et al.*, 1996. Adams-Brendemuehl *et al.*, 1987. Vaala *et al.*, 1994). Los valores normales para el espesor conjunto de útero y placenta (ECUP), han sido determinados utilizando transductores de 5 ó 7.5 MHz (Reef *et al.*, 1996. Adams-Brendemuehl *et al.*, 1987).

Se estableció el rango normal del (ECUP), ubicando el transductor lineal 1 a 2 pulgadas en craneal de la unión placenta-cérnix y después se desplazó lateralmente hasta que la rama media de la arteria uterina se hizo visible en la parte ventral del cuerpo uterino. El ECUP debe ser medido entre la rama media de la arteria uterina y el líquido alantoides. El examinador debe asegurarse que la membrana amniótica no se encuentra adyacente al alantocorion, porque puede producir un aumento erróneo del ECUP. Este debe ser medido en la parte ventral del cuerpo uterino, porque en la parte dorsal del útero es

frecuentemente más ancho que en la parte ventral. Además, la porción dorsal del útero se encuentra frecuentemente edematizada durante el último mes de una gestación normal (Allen *et al.*, 2001). El tamaño y desarrollo del feto se lleva a cabo según el tamaño y capacidad del útero materno (Allen *et al.* 2002a.).

Al realizar el examen ecográfico de la placenta en 4 cuadrantes: craneal derecho, caudal derecho, craneal izquierdo y caudal izquierdo, Reef *et al.*, (1996) encontraron que, usando esta técnica las yeguas con gestaciones normales tenían un mínimo ECUP de  $7.1 \pm 1.6$  mm y un máximo ECUP de  $11.5 \pm 2.4$  mm. En estudios posteriores se observó que las yeguas con ECUP aumentado, frecuentemente parían potrillos anormales. Un ECUP  $>17.5$  mm es representativo de placentitis (Schott, 1991).

Renaudin *et al.*, (1997) encontraron un ECUP entre 3.5 mm - 4.69 mm entre los 4 a los 9 meses de gestación y de 5.53 mm - 11.77 mm a los 10 y 12 meses de gestación normal, no hallando cambios significativos entre los 4 y 8 meses de gestación, pero si aumentos significativos cada mes a partir del último tercio de la gestación.

En un estudio llevado a cabo en yeguas SPC, se concluyó que un aumento en el ECUP en la mitad y última parte de la gestación indicaba insuficiencia placentaria y aborto inminente. Ninguna de las yeguas con espesor normal de la placenta perdió la preñez y todas las yeguas que abortaron presentaron un aumento en el ECUP o separación placentaria. En condiciones prácticas se sugiere que un ECUP de más de 8 mm entre los días 271 y 300 o más de 10 mm entre los días 301 y 330 y más de 12 mm después del día 330, indican falla placentaria y aborto inminente (Troedsson *et al.*, 1997).

Cuando se examinaron las variaciones mensuales en el ECUP, en yeguas con gestaciones normales, los estudios confirmaron los resultados previos, pero encontraron una diferencia significativa en la medición del ECUP entre los meses de preñez. Sin embargo el ECUP no aumentó en forma constante y se cuestionó la confiabilidad de la medición del ECUP por la vía transabdominal (Renaudin *et al.*, 1997). No obstante el engrosamiento de la placenta y la separación parcial del alantocorion del endometrio, es observado con ésta técnica en yeguas con placentitis originada por una infección hematológica. Además, se ve una cavidad con líquido hiperecoico en la base del área

ventral del útero en yeguas que presentan placentitis producida por *Nocardia* (Brendemuehl *et al.*, 1995).

Un incremento de la medición del ECUP transrectal, separación de la placenta, intensificación de la ecogenicidad alantoidea o incremento de los fluidos amnióticos, indica insuficiencia placentaria (Waldrige *et al.*, 2007).

La membrana amniótica se observa como una estructura fina hiperecoica flotando en los líquidos fetales. En las gestaciones normales es delgada, observándose en ocasiones formaciones quísticas. En las zonas del útero en donde el feto se encuentra en contacto con la unidad fetoplacentaria, el amnios es muy difícil de visualizar (Reef *et al.*, 1996).

La cantidad de líquido fetal debe ser evaluada en cuatro zonas dentro del útero (derecha, izquierda; craneal y caudal). En general, la mayor cantidad de líquido se encuentra rodeando al tórax fetal en la región del codo (Reef *et al.*, 1995).

El volumen total de los líquidos fetales lo evaluaron considerando la profundidad (cm) del líquido amniótico y alantoides. El promedio normal máximo fue de  $13.4 \pm 4$  cm para el líquido alantoides y de  $7.9 \pm 3.5$  cm para el líquido amniótico. Estos líquidos contienen una cantidad moderada de partículas ecogénicas normales en suspensión a partir del cuarto mes de gestación. Dentro del líquido alantoides puede verse flotando el hipomán, que presenta una forma oblonga con un centro más ecogénico rodeado de capas como una cebolla (Reef *et al.*, 1995. Renaudin *et al.*, 1997). El líquido alantoideo predomina al principio y al final de la gestación y mide de 8 a 15 litros, contrario al fluido amniótico que es bajo en los tres primeros meses, para incrementar rápidamente en la mitad de la gestación y mide de 3 a 5 litros (Wintour *et al.*, 1977. Arthur, 1996, citados por Bucca *et al.*, 2005).

Las yeguas que pastorean festuca (*Acremonium coenophialum*) infectada por endofitos, con frecuencia presentan una separación prematura del alantocorion, aumento en el peso y espesor del mismo y retención placentaria. En las yeguas infectadas con el endofito se puede observar por ecografía transabdominal un aumento importante del espesor útero-placentario y la separación prematura del alantocorion, sin embargo el

aumento de espesor del alantocorion no fue observado hasta un promedio de 8 horas antes del comienzo del parto (Brendemuehl *et al.*, 1995).

Aunque la ultrasonografía transabdominal suministra una excelente imagen del feto, de la mayor parte del útero y de la placenta, sin embargo la porción caudal del alantocorion no puede ser observada por esta vía, haciendo difícil el diagnóstico de placentitis ascendente en los estadios iniciales (Bucca *et al.* 2005).

Renaudin *et al.*, (1997), examinaron hembras equinas con gestaciones normales mensualmente, comenzando desde el cuarto mes de gestación hasta el parto, reportando que la ultrasonografía transrectal de la porción caudal del alantocorion al final de la gestación proporciona una excelente imagen a nivel de la estrella cervical.

A través de la ultrasonografía transrectal, se ha encontrado espesor anormal y separación parcial del alantocorion con el endometrio en yeguas que presentaban signos clínicos de placentitis ascendente. En estadios avanzados el espacio entre el útero y la placenta estaba ocupado por líquido hiperecoico (Morris *et al.*, 2007).

Mientras que la ultrasonografía transrectal y transabdominal de la placenta son de utilidad para detectar algunas patologías, es importante tener en mente que los cambios placentarios que producen alteraciones alrededor del parto, pueden ser sutiles y no fácilmente detectables por el examen ultrasonográfico. Por ejemplo, una correlación entre fibrosis endometrial y angiosis y un deficiente desarrollo de las vellosidades coriónicas ha sido reportada. Por supuesto que estos cambios no pueden ser detectados por ultrasonografía y requieren de otras técnicas diagnósticas (Bracher *et al.*, 1996. Schoon *et al.*, 1999).

### **3.5 Presentación fetal**

En los primeros estadios de la preñez el feto puede visualizarse por ecografía transabdominal en la zona inguinal y entre las glándulas mamarias (Pipers *et al.*, 1984). A medida que la gestación avanza, el feto se va localizando progresivamente hacia craneal.

El período de gestación, la conformación y tamaño de la yegua así como la posición del



feto se deben tener en cuenta en el momento de decidir el tipo de transductor a utilizar (Pipers *et al.*, 1984. Reef *et al.*, 1995).

Después del octavo mes de gestación el feto se debe encontrar ubicado en el plano sagital en presentación longitudinal. En la última parte de la gestación la cabeza del feto está cerca del borde de la pelvis. En la mayoría de los casos el feto se encuentra en posición decúbito dorsal con su columna vertebral en aposición a la pared abdominal ventral. Para determinar la presentación del feto se debe examinar el útero sagitalmente y localizar el tórax del feto por la característica ultrasonográfica de la parrilla costal. Esta característica está dada por la presencia de las apófisis vertebrales y las costillas. El corazón se localiza en la zona craneal del tórax (Jonker, 2004).

### **3.6 Actividad cardiaca fetal**

La frecuencia cardiaca 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 cardiaca 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 *et al.*, 1995).

En un estudio efectuado en 30 yeguas gestantes, se encontraron alteraciones cardíacas en 5 fetos. De éstos, se encontró taquicardia en unos y bradicardia en otros, naciendo solo uno normal. La disminución de la frecuencia cardiaca fetal se produce como resultado de un incremento en el tono parasimpático a nivel cardíaco (Waldrige *et al.*, 2007. MacGladdery, 1999).

La frecuencia cardiaca normal del feto determinada por Reef *et al.*, (1996) en el último mes de preñez, fue de 60 a 90 latidos por minuto. La frecuencia cardiaca se calcula en forma automática midiendo el tiempo entre dos ciclos cardiacos. El análisis en modo M es mucho más exacto que el método cronometrado para realizar la evaluación del ritmo cardíaco fetal (Curran *et al.*, 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. Un feto sin estrés debe presentar un ritmo cardíaco normal y un tono muscular apropiado (Piper *et al.*, 1984. Reef *et al.*, 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 *et al.*, 1984).

### **3.7 Diámetro de la aorta fetal**

Para estudiar la curva de crecimiento y desarrollo del feto equino, no es posible medir la circunferencia abdominal y la longitud del fémur (Hendriks *et al.*, 2008), se usa el diámetro de la aorta fetal, para correlacionarla con el peso materno siendo, un buen indicador del tamaño del feto. La aorta se puede visualizar cuando sale del corazón y se ubica en dorsal del feto adyacente a los cuerpos vertebrales. El diámetro de la aorta se mide a nivel del borde caudal del corazón durante la sístole. El diámetro aórtico fetal obtenido en 32 yeguas de razas livianas con gestaciones normales fue en el rango de 18.5 - 27 mm (Reef *et al.*, 1995). Un diámetro aórtico menor al normal fue asociado con potrillos anormales que presentan un bajo peso al nacimiento (Reef *et al.*, 1996).

### **3.8 Movilidad fetal**

El feto flácido que es visualizado flotando en los líquidos, es un feto débil o muerto, el feto debería mostrar movimientos activos durante el examen ecográfico. Los movimientos pueden ser de flexión o extensión de los miembros o de rotación del eje longitudinal (Reef *et al.*, 1995. Pipers *et al.*, 1984).

En contraste con muchas otras especies, el feto equino tiene gran movilidad en gestación temprana. Las variaciones similares en longitud ocurren en placentación humana y los cordones cortos son normalmente debidos a la falta de movimiento fetal (Benirschke, 1994).

A medida que el feto se desarrolla se pueden observar movimientos más complejos (Reef *et al.*, 1996), sin embargo, existen períodos de quietud fetal. Si la inactividad fetal se prolonga puede ser indicativo de alguna anomalía. En un estudio a cuyas yeguas con gestaciones avanzadas, se les identificó quietud fetal, los potros nacieron anormales, diagnosticándose a unos síndrome de desequilibrio neonatal y a otros sepsis al nacimiento (Waldrige *et al.*, 2007).

### 3.9 Longitud del cordón umbilical

Normalmente en el abdomen ventral de las yeguas, la imagen del cordón umbilical no se observa por ecografía, debido a que el feto se encuentra en recumbencia dorsal (Hong *et al.*, 1993).

El cordón umbilical del feto equino se ha descrito en detalle considerable por Whitwell (1975a), tiene una porción algo más larga dentro de la cavidad del amnion y un segmento más corto en la bolsa del alantocorion. La inserción de la membrana delinea estos dos segmentos. Hay una variabilidad considerable en la longitud del cordón, con medidas de 36 a 84 cm en los potros Thoroughbred (55 cm promedio). Se ha considerado que las longitudes excesivas son la causa de aborto, de estrangulación fetal, y de fallecimiento fetal (Whitwell, 1975a. Caslick, 1932). La causa para esta variabilidad en longitudes del cordón es desconocida. Caslick (1932) encontró longitudes desde 30.5 a 137.2 cm., con mayor variabilidad en la porción del amnion.

A menudo nacen potros muertos por estrangulación, producidas por el cordón umbilical o por torsión excesiva del mismo (Whitwell, 1975a. Giles *et al.*, 1993. Hong *et al.*, 1993). Quizás también es la causa de algunas de las dilataciones del conducto alantoico (6%) observado por Whitwell *et al.*, (1975b).

El cordón umbilical posee una porción amniótica y una porción alantoidea, conformado por dos arterias umbilicales, una vena umbilical y el uraco, su longitud es variable, normalmente, se encuentra entre 50 y 100 cm (Troedsson *et al.*, 1997).

El cordón umbilical contiene, además un conducto del alantocorion extensamente patente, delgado-amurallado, acompañado por cuerdas de fibras del músculo liso. Mientras dos ramas venosas extienden encima del alantocorion, ellos se funden para volverse una sola vena al paso a través de la inserción del amnion alrededor del cordón umbilical además de los tres vasos grandes, numerosas vasitos sanguíneos están también presentes en el cordón umbilical, sobre todo en la vecindad del conducto del alantocorion. En 145 cordones umbilicales examinados, se observó en un cordón ausencia de una arteria umbilical y el feto tenía anomalías renales (Whitwell, 1975a).

### **3.10 Endocrinología placentaria**

Se observó un aumento en las concentraciones plasmáticas de progesterona en yeguas que presentan un estado avanzado de placentitis. Aunque el aumento de las concentraciones de la progesterona plasmática durante la mitad y la última parte de la gestación, son sugestivas de placentitis, la decisión terapéutica no debe realizarse sobre la base de una sola muestra (Morris *et al.*, 2007). Para detectar la concentración de progesterona de utilidad clínica, es necesario el estudio de muestras seriadas. Las muestras mensuales de progesterona de yeguas con riesgo de aborto inminente no mostraron diferencias con las concentraciones de yeguas con preñez normal (Troedsson, *et al.*, 1997. Mcpherson, 2008).

El sulfato de estrona en sangre materna ha sido utilizado para monitorear la viabilidad fetal. Sin embargo, esta determinación no ha sido de utilidad para diagnosticar signos tempranos de placentitis (Stabenfeldt *et al.*, 1991. Santschi *et al.*, 1995).

La relaxina es producida por la placenta equina y puede ser detectada en sangre periférica a partir del día 80 de gestación hasta el parto (Stewart *et al.*, 1992).

El papel de la relaxina durante la preñez no esta totalmente determinado, aunque existe alguna evidencia de que la producción de relaxina placentaria se encuentra disminuida en yeguas con riesgo de aborto (Stewart *et al.*, 1992). En un estudio realizado por Ryan *et al.* (1999), encontraron concentraciones reducidas de relaxina plasmática en yeguas con signos clínicos de placentitis, producida por la intoxicación con festucosis.

Actualmente no existe una prueba comercial para la determinación de la relaxina equina, se necesitaría investigar más para poder evaluar la utilidad de la relaxina plasmática, como herramienta clínica para diagnosticar placentitis y monitorear la eficacia de la estrategia de los tratamientos (Ryan, *et al.*, 1999).



## 4. Diseño metodológico

### 4.1 Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el Municipio de Ibagué, Departamento del Tolima, con una altitud de 1285 msnm, precipitación anual media entre 1200 y 1900 mm, humedad relativa de 75%, una temperatura promedio de 22°C y un promedio de hora/día de brillo solar de 6.5 en los últimos años, ecosistema localizado desde la cumbre nevada de la cordillera central, hasta las proximidades del río de la Magdalena, según Holdrige (Espinal & Montenegro, 1963).

Para el desarrollo del presente trabajo 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 cuatro a los ocho años comprobada por registros o cronometría dental y un peso vivo en promedio de 348 kg, con un mínimo de cuatro meses de gestación, confirmada por medición ecográfica del diámetro de la órbita fetal. Estas yeguas fueron monitoreadas mensualmente hasta el final de la gestación. En la selección de las yeguas no se tuvo en cuenta la edad ni la paridad, porque de acuerdo al estudio de Hendriks *et al.* (2009), estos parámetros no influyen significativamente en el desarrollo del feto y el peso del potro al nacimiento.

Para el seguimiento ultrasonográfico, desde el cuarto hasta el onceavo mes de gestación se utilizó 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. Se registró las medidas del espesor conjunto de la unión útero-placenta (ECUP), la profundidad, el volumen y ecogenicidad del líquido amniótico y alantoides. Igualmente en el feto, la frecuencia cardíaca, el diámetro de la aorta y su orientación o posición a medida que avanzaba la gestación. Cada evaluación ultrasonográfica, realizada mes a mes, en los ejemplares duró aproximadamente 60 minutos.

## **4.2 Ultrasonografía de la placenta**

### **4.2.1 Evaluación del espesor conjunto de la unión útero-placenta (ECUP)**

El espesor conjunto de la unión útero-placenta (ECUP) se midió por vía transrectal con sonda lineal de 6.0 MHz y vía transabdominal con un transductor convex R40 de 3.5 MHz. Para la vía transrectal se dividió el útero en cuatro cuadrantes: craneal derecho, caudal derecho y craneal izquierdo, caudal izquierdo (Reef *et al.*, 1996); para la vía transabdominal, se dividió el abdomen materno desde la glándula mamaria hasta el xifoides, en cuatro cuadrantes designándolos igualmente como en la vía transrectal. Por ambas vías, en cada cuadrante se realizaron tres mediciones en milímetros (mm) en diferentes sitios para sacar el promedio del ECUP del cuadrante, anotando los resultados en el registro individual de yeguas (anexo A) elaborado para tal fin y posteriormente se determinó la media del ECUP desde el 4 al 11 mes de gestación.

### **4.2.2 Determinación de la profundidad y volumen del líquido amniótico y alantoides**

La profundidad del líquido amniótico y alantoides se estimó seleccionando en el menú del ecógrafo distancia (en milímetros; mm), procediendo a medir el eje de los bolsillos del líquido más grande en cada cuadrante y luego se sumaron para obtener el total de la profundidad ( $P_{Tmm}$ ). (Ej. Cuadrante dorsal derecho bolsillo = a 23 mm, cuadrante caudal derecho = a 21 mm, cuadrante dorsal izquierdo = a 27mm, cuadrante caudal izquierdo =



a 35 mm, entonces total: 23+21+27+35=106 mm es el total de la profundidad). Aproximadamente cada cm de líquido fetal equivale a 50 mililitros (ml) (Phelan et al., 1987), o 10 mm corresponde a 50 ml. Para determinar el volumen total de cada uno de los líquidos fetales, se planteó la ecuación:(ver Ecuación(4.1))

$$V_{Tml} = \frac{P_{Tmm}}{10mm} * 50_{ml} * 10.5 \quad (4.1)$$

Donde  $V_{Tml}$  es el volumen total en mililitros,  $P_{Tmm}$  es profundidad total en milímetros y 10.5 es una constante (Ej. Volumen total del líquido fetal = Total profundidad del mismo 106 mm / 10 mm x 50 ml = 530 ml x 10.5 = 5565 ml que equivalen a 5.565 litros).

Para determinar la profundidad de los líquidos fetales por ultrasonografía con el transductor lineal endorectal de 6.0 MHz, se dividió el útero en cuatro cuadrantes: craneal derecho, craneal izquierdo, caudal derecho y caudal izquierdo (Reef *et al.*, 1996); al emplear la vía transabdominal con el transductor sectorial R40 3.5 MHz, se dividió el vientre materno en los mismos 4 cuadrantes, desde la glándula mamaria hasta el xifoides (Phelan *et al.*, 1987), previa limpieza profunda de la pared abdominal con agua y cepillo, para posteriormente impregnarla con alcohol isopropílico y abundante gel ecográfico. Con el cursor del ecógrafo se midió la distancia de los bolsillos más grandes del líquido de cada cuadrante tanto para el alantoides como el amniótico y luego se sumaron dando el índice volumétrico como se explico anteriormente, anotando los resultados en el registro de cada yegua, desde el cuarto al último mes de gestación.

### **4.2.3 Descripción de la ecogenicidad del líquido amniótico y alantoides**

La ecogenicidad del líquido placentario se describió en anecoico, hiperecoico, hipoecoico(Allen *et al.*, 2001). Esta descripción se realizó al momento de la evaluación de la profundidad del líquido amniótico y alantoides,comparando las imágenes obtenidas al examen ecográfico transrectal con la sonda de 6.0 MHz y transabdominal con la convexa R40 de 3.5 MHz, para determinar diferencias ecogénicas del cuarto al último mes de gestación.

Según la apariencia del fluido de los líquidos uterinos se clasificó en Grado 1= Anecoico (negro); Grado 2 = Hiperecoico (blanco brillante); Grado 3 = Hipoecoico (gris oscuro)

## **4.3 Ultrasonografía del feto**

### **4.3.1 Registro de la frecuencia cardiaca fetal**

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, primero la parrilla costal fetal para poder localizar el corazón en su zona craneal, una vez detectado los movimientos cardiacos 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 cardiacos a través del tiempo, La frecuencia cardiaca se obtuvo en modo M por ser mas exacta (Curran *et al.*, 1995). La frecuencia cardiaca se calculó midiendo el tiempo entre dos ciclos cardiacos.

### **4.3.2 Determinación del diámetro de la aorta fetal**

Para precisar el diámetro de la aorta fetal, se visualizó cuando esta salía del corazón ubicándose adyacente a los cuerpos vertebrales del feto, una vez que se detectó la parrilla costal por vía transrectal usando el transductor lineal endorectal de 6.0 MHz y el transductor transcutaneo convexo R40 de 3.5 MHz, midiéndola a nivel del borde caudal del corazón durante la sístole, congelando la imagen y con el cursor del equipo se determinó su diámetro (Reef *et al.*, 1996). Lo anterior se realizó desde el cuarto al último mes de gestación para cada yegua.

### **4.3.3 Observación de la presentación fetal**

Con el transductor sectorial R40 de 3.5 MHz, se exploró el abdomen ventral de la yegua en un plano sagital y transversal del cuarto al último mes de gestación. La totalidad del útero se evaluó ultrasonográficamente para determinar la presentación del feto. Para ello se localizó el tórax fetal por la característica ultrasonográfica de la parrilla costal y a lo observado se describió si estaba en presentación craneal o anterior = 1, transversa = 2, caudal o posterior = 3.

El transductor convexo R40 con frecuencia de 3.5 MHz, da un amplio campo lejano por el ángulo de penetración del ultrasonido con una profundidad de 20 centímetros, por consiguientela vía transabdominal es la más indicada para la observación de la presentación fetal.

#### 4.4 Análisis estadístico

Se determinó los principales estadígrafos de tendencia central y dispersión: la media, la desviación estándar, valores mínimos y máximos, los rangos, en cada mes gestacional, con un intervalo de confianza del 95%, para ello se empleó el paquete estadístico SAS versión 9.1 para Windows, el cual arrojo estadísticas necesarias para probar las hipótesis planteadas utilizando análisis de varianza (ANOVA). Para determinar la variabilidad entre las medias, se aplicó la prueba de Duncan. Igualmente, se halló la correlación de Pearsono recta de regresión para cada variable observada respectivamente.

Como variable independiente para el análisis estadístico se planteó el mes de gestación de la yegua. En cuanto a las variables dependientes, se consideraron las siguientes: espesor conjunto de la unión útero-placenta (ECUP), profundidad y volumen del líquido amniótico y alantoideo, ecogenicidad del líquido placentario, diámetro de la aorta fetal, frecuencia cardíaca fetal y presentación fetal.

Para cada una de las variables dependientes se realizó una recta de regresión lineal simple (ver Ecuación (4.2)) de acuerdo a los resultados arrojados por el análisis estadístico realizado en el programa SAS.

$$y = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x \quad (4.2)$$

Donde  $y$  es la variable dependiente,  $x$  es la variable independiente,  $\hat{\alpha}$  es el término independiente u ordenada al origen,  $\hat{\beta}$  es la pendiente de la línea recta.

Los resultados obtenidos se agruparon y resumieron en tablas y gráficas para su posterior análisis y discusión.



## 5. Resultados y Discusiones

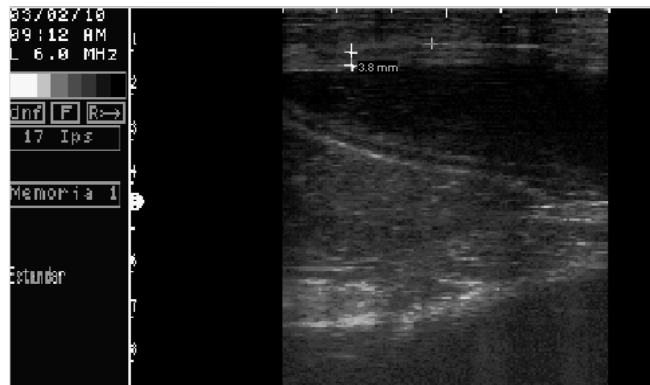
### 5.1 Ultrasonografía de la placenta

#### 5.1.1 Espesor conjunto de la unión útero-placenta (ECUP)

Se realizoun total 1280 mediciones ecográficas del (ECUP), correspondiendo640 a cada vía transrectal y transabdominal.

- Vía transrectal

**Figura 5-1:** <sup>1</sup>Ecografía transrectal del espesor conjunto útero-placenta en yegua criolla colombiana con gestación normal



<sup>1</sup>La unión útero-placenta con un espesor promedio de 3.8 mm indicada con (+), fue obtenida con un transductor transrectal de 6.0 MHz, en una yegua con 4 meses de gestación, en el cuadrante craneal derecho

En la tabla 5-1 se presentan los datos obtenidos de la media en mm y desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95% de la

medida del (ECUP) desde cuarto al último mes de gestación, empleando untransductor lineal endorectal de 6.0 MHz (figura 5-1).

Las medias muestran que al aumentar la edad gestacional, el promedio del ECUP también aumenta. Como era de esperar, es una relación directamente proporcional. Medias con diferentes letras, difieren estadísticamente de manera significativa para  $p \leq 0.05$ . Esto evidencia una asociación entre el incremento del tiempo gestacional y el aumento del grosor de la unión útero-placenta, que puede estar relacionado con el crecimiento fetal, porque al aumentar su talla, incrementa el porcentaje de flujo sanguíneo destinado a sus necesidades metabólicas, demandándole a la placenta aumentar la superficie de contacto con el útero.

**Tabla 5-1:**Media del (ECUP; mm) en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	Media $\pm$ SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	3,1 $\pm$ 0,66 <sup>a</sup>	1,8	4,2	2,83 - 3,41
5	3,6 $\pm$ 0,76 <sup>b</sup>	2,5	5,1	3,33 - 4,00
6	4,1 $\pm$ 0,80 <sup>c</sup>	2,8	5,5	3,78 - 4,49
7	4,4 $\pm$ 0,88 <sup>d</sup>	3,0	6,2	4,10 - 4,86
8	4,9 $\pm$ 1,14 <sup>e</sup>	3,1	7,1	4,42 - 5,41
9	5,6 $\pm$ 1,35 <sup>f</sup>	3,7	8,1	5,01 - 6,20
10	6,4 $\pm$ 1,47 <sup>g</sup>	4,3	8,8	5,77 - 7,05
11	7,3 $\pm$ 1,53 <sup>h</sup>	5,4	9,9	6,72 - 8,05

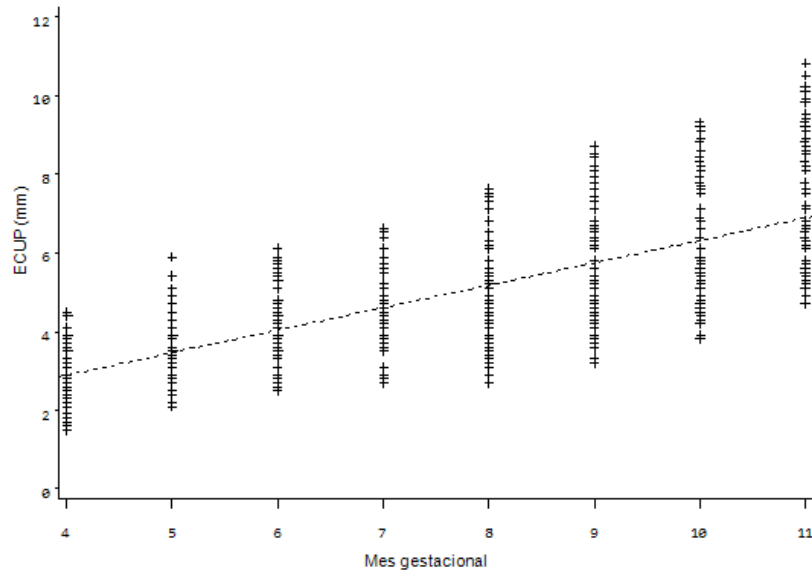
<sup>1</sup>Letras distintas indican diferencias significativas  $p < 0.05$

En el gráfico 5-1 se nota un incremento de la media del ECUP vía transrectal a medida que aumenta la edad gestacional. Entre las variables tiempo gestacional y el incremento del ECUP ( $r^2=0.55$ ), el 55% de la variación total de la variable (ECUP) es explicada por la edad gestacional, indicando que pueden estar interviniendo otras variables o factores, el coeficiente de correlación ( $r=0.74$ ), establece una asociación alta entre el aumento del ECUP y el incremento del tiempo gestacional, confirmando una relación lineal directa positiva entre dichas variables. Los valores del crecimiento del ECUP se

puedendeterminar por la Ecuación (5.1), donde  $x$  = mes gestacional. Por cada mes de gestación el ECUP incrementaría en promedio 0.569 mm.

$$ECUP_{rectal} = 0.622 + 0.569x \quad (5.1)$$

**Gráfico 5-1:** Espesor conjunto unión útero-placenta en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación



La media de los valores del ECUP en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales por vía endorectal con transductor de 6.0 MHz, incrementaron con la edad gestacional, con un mínimo de  $3.1 \pm 1.28$  mm y un máximo de  $7.3 \pm 2.22$  mm (tabla 5-1), medidas cercanas a las reportadas por Souza *et al.* (2010), con un mínimo de  $3.21 \pm 0.62$  mm y el máximo  $7.3 \pm 2.1$  mm (no reportaron frecuencia de la sonda), diferenciándose de las publicadas por Hendriks *et al.*(2009) con una media de  $8.31 \pm 1.23$  mm (no reportaron frecuencia de la sonda), Bucca *et al.*(2005), de mínimo 4.0 mm y un máximo 8.5 mm (frecuencia de la sonda 7.5 MHz) y de Renaudin *et al.*(1997)mínimo 3.98 mm, máximo 9.52 mm (frecuencia de la sonda 5 MHz).

Las medidas mínimas y máximas encontradas por ecografía transrectal, concuerdan con las reportados por Souza *et al.* (2010), pero difiere en el 9 mes de gestación donde el ECUP persiste sin variabilidad, posiblemente porque las razas equinas de ambos estudios son similares en alzada y peso y divergen de lo publicado por Hendriks *et al.*

(2009), Bucca *et al.* (2005) y Renaudin *et al.* (1997), probablemente por la diferencia de razas de equinos empleadas de mayor alzada y peso.

#### ▪ Vía transabdominal

**Figura 5-2:** <sup>1</sup>Ecografía transabdominal del espesor conjunto de la unión útero-placenta en yegua criolla colombiana con gestación normal



<sup>1</sup> La unión útero-placenta señalada entre (+) en promedio midió 7.7mm. Es la misma yegua de los 4 meses de gestación de la ecografía de la figura 5-1. Se empleó una sonda convexa de 3.5 MHz, en el cuadrante craneal derecho

**Tabla 5-2:** Media espesor conjunto de la unión útero-placenta (ECUP;mm) en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media ± SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	6,3 ± 1,28 <sup>a</sup>	4,4	8,7	5,83 - 6,95
5	6,8 ± 1,28 <sup>b</sup>	4,8	9,1	6,31 - 7,43
6	7,4 ± 1,29 <sup>c</sup>	5,2	9,5	6,83 - 7,97
7	7,9 ± 1,31 <sup>d</sup>	5,7	9,8	7,37 - 8,53
8	8,5 ± 1,36 <sup>e</sup>	6,1	10,2	7,93 - 9,13
9	9,5 ± 1,49 <sup>f</sup>	7,1	12	8,88 - 10,19
10	12,0 ± 1,71 <sup>g</sup>	9	14,7	11,32 - 12,82
11	14,3 ± 2,22 <sup>h</sup>	10,5	17,7	13,37 - 15,31

<sup>1</sup>Letras distintas indican diferencias significativas p<0.05

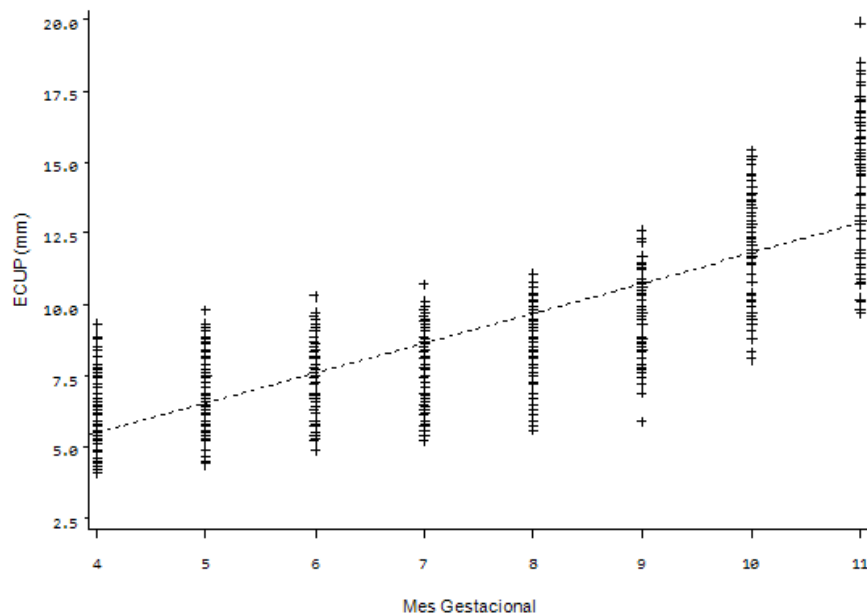
La tabla 5-2 registra los datos obtenidos de la media en mm y desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95% de la medida del



ECUP desde 4 al 11 mes de gestación, empleando un transductor convexo transabdominal de 3.5 MHz (figura 5-2).

Por esta vía igualmente, se observa una correspondencia claramente proporcional con el aumento de la edad gestacional y el desarrollo del promedio de las medias del ECUP, la explicación de estos resultados son los mismos dados para la vía rectal. Al aplicar la prueba de Duncan's se presentaron diferencias significativas en las medias del ECUP entre los meses de gestación ( $p < 0.05$ ), como sucedió al emplear la vía transrectal.

**Gráfico 5-2:** Media del ECUP en mm, en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación



El gráfico 5-2 señala una tendencia de aumento mes a mes de la media del ECUP vía transabdominal, al incrementar el período de gestación. Entre las variables tiempo de preñez y el ECUP, se presenta una regresión lineal positiva moderada ( $r^2 = 0.64$ ), en donde el 64% del aumento del ECUP es especificada por la edad gestacional, sugiriendo la participación de otras variables o características individuales, pero el coeficiente de correlación ( $r = 0.80$ ), señala una asociación alta entre el incremento del ECUP y el aumento del tiempo gestacional, ratificando una relación lineal directa entre dichas variables. Los valores del incremento del ECUP se pueden predecir por la

Ecuación(5.2), donde  $x$  = mes gestacional. En cada mes de gestación el ECUP aumentaría en promedio 1.05 mm.

$$ECUP \text{ transabdominal} = 1.26 + 1.05x \quad (5.2)$$

Al realizar el examen ecográfico transabdominal de la placenta en 4 cuadrantes con la sonda convexa R40 de 3.5 MHz, en las yeguas criollas colombianas se encontró en el ECUP un valor medio mínimo de  $6.3 \pm 1.28$  mm y un máximo de  $14.3 \pm 2.22$  mm (tabla 5-2). Reef *et al.* (1996) obtuvieron, usando esta técnica en yeguas con gestaciones normales un ECUP mínimo de  $7.1 \pm 1.6$  mm y un máximo de  $11.5 \pm 2.4$  mm (frecuencia de la sonda sectorial 7.5 MHz). Renaudin *et al.* (1997) hallaron un ECUP entre 3.5 mm - 4.69 mm entre los 4 a los 9 meses de gestación y de 5.53 mm - 11.77 mm a los 10 y 12 meses de gestación normal (frecuencia de la sonda sectorial 5 MHz). Bucca *et al.* (2005) al dividir el abdomen ventral en nueve áreas, reportaron a partir del 6 mes, un mínimo de  $4.7 \pm 0.2$  mm y máximo  $15.7 \pm 5.6$  mm (frecuencia de la sonda sectorial 7.5 MHz).

Los valores mínimos y máximos por ecografía transabdominal con el transductor convexo R40 de 3.5 MHz, reportados en este estudio difieren de los de Reef *et al.* (1996), Renaudin *et al.* (1997) y Bucca *et al.* (2005), posiblemente por las diferencias en frecuencias de las sondas usadas y por la variedad en las razas en cuanto alzada y peso de los animales empleados por los autores.

En el presente estudio, se observó que el ECUP, por ecografía transrectal como transabdominal, en los cuatro cuadrantes en que se dividió el útero gestante, la media mostró aumentos significativos mes a mes en forma lineal, contrario a lo reportado por Renaudin *et al.* (1997) donde entre 4 al 8 mes no hallaron cambios significativos, pero si del 9 al último mes de gestación en 9 yeguas gestantes de diferentes razas que empleó para su estudio. Igualmente Bucca *et al.* (2005) informaron de variaciones no significativas en el 4 al 9 mes y después de este tiempo engrosó en forma significativa hasta el final de la gestación. Hendriks *et al.* (2009), comunicaron no incremento marcado del ECUP, incluso en el 6 mes y aumentó rápidamente en forma lineal a partir del 8, hasta final de la gestación, estos autores emplearon un transductor lineal de 6 MHz y un sectorial curvo de 3.5 MHz. En otro estudio, realizado en una raza criolla del sur del

Brasil, el ECUP incrementó del 4 al 8 mes, permaneciendo estable en el mes 9 y posteriormente aumentó hasta el final de la gestación (Souza *et al.*, 2010).

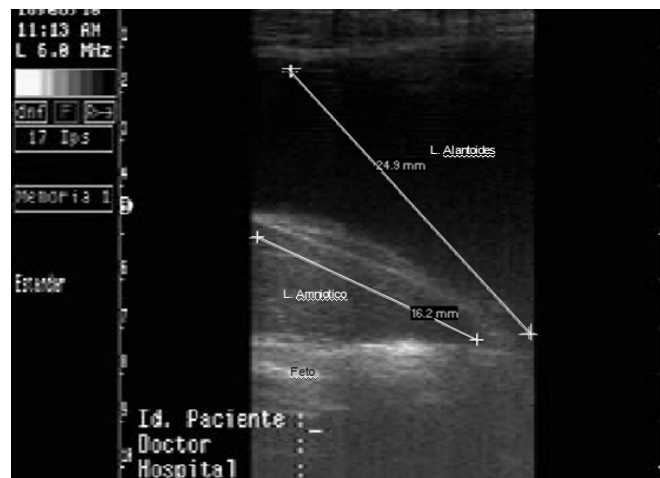
Al comparar los resultados de la tabla 5-1 del ECUP por vía rectal, con los de la tabla 5-2 del ECUP vía transabdominal, se observó que las medias de esta última, aumentaron aproximadamente dos veces el valor (mm) de las obtenidas por ecografía transrectal al incrementar el periodo gestacional, esta variación puede deberse a la diferencia de los MHZ de los transductores empleados, porque a menor frecuencia del convexo de 3.5 MHZ, mayor amplitud de campo por el ángulo de penetración del ultrasonido.

### 5.1.2 Profundidad y volumen del líquido amniótico y alantoides

#### ▪ Vía transrectal

Se procesó un total de 1280 mediciones ecográficas de la profundidad (mm) de los líquidos placentarios en cuatro cuadrantes del útero gestante, por vía transrectal con un transductor de 6.0 MHz, correspondiendo 640 medidas al líquido amniótico y 640 al alantoides y con ellas se halló, la media de la profundidad (mm), la media de la profundidad total (mm) y el volumen (ml) de los fluidos. (figura 5-3)

**Figura 5-3:** <sup>1</sup>Ecografía transrectal de la profundidad del líquido amniótico y alantoides en un cuadrante del útero, en una yegua criolla colombiana



<sup>1</sup> La imagen muestra la medida de la profundidad del líquido amniótico (16.2mm) y alantoides (24.9mm) en el bolsillo mayor del cuadrante craneal derecho del útero, en una yegua con 8 meses de gestación. Se usó un transductor lineal de 6.0MHz

La tabla 5-3 registra la media en los cuatro cuadrantes del útero de la profundidad en milímetros (mm) y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95% de la medida de la profundidad del líquido amniótico, desde 4 al 11 mes de gestación.

**Tabla 5-3:** Media profundidad en milímetros (mm) del líquido amniótico de los cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media ± S.D. cuadrantes	Mínimo cuadrantes	Máximo cuadrantes	95% C.I.
4	17,3 ± 3,56 <sup>a</sup>	11,9	25,6	16,6 - 18,1
5	18,5 ± 3,98 <sup>a</sup>	12,2	28,5	17,6 - 19,4
6	20,8 ± 4,32 <sup>b</sup>	14,1	31,8	19,9 - 21,8
7	22,1 ± 4,73 <sup>b</sup>	11,9	36,7	21,1 - 23,1
8	24,1 ± 4,48 <sup>c</sup>	15,2	37,2	23,1 - 25,0
9	26,8 ± 3,66 <sup>d</sup>	20,1	37,1	26,0 - 27,6
10	30,8 ± 4,82 <sup>e</sup>	13,3	37,8	29,7 - 31,9
11	35,3 ± 3,5 <sup>f</sup>	28,2	41,3	34,5 - 36,1

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas,  $p < 0.05$

En la tabla 5-3, se advierte diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en las medias de la profundidad del líquido entre los meses de gestación del 8 al 11, pero no en 4 y 5, 6 y 7. Las diferencias evidentes en el aumento del líquido amniótico en los últimos cuatro meses de gestación, se deben a que en esta etapa, el feto equino tiene su mayor desarrollo, aumentando su metabolismo, reflejado en el incremento del fluido.

La tabla 5-4 registra la media de la profundidad total en milímetros (mm) y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95% de la medida de la profundidad del líquido amniótico en cuatro cuadrantes desde 4 al 11 mes de gestación.

En esta tabla se nota que al aumentar la edad gestacional, el promedio de las medias de la profundidad total (mm) del líquido amniótico también incrementa ( $p < 0.001$ ). Al correr la prueba de Duncan's se presentan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en las medias de la

profundidad del líquido entre los meses de gestación 8, 9, 10 y 11, no existiendo diferencias significativas en el 4 y 5, 6 y 7. Igual que en los resultados de la tabla 5-3, estas diferencias manifiestas en el aumento de la profundidad total del líquido amniótico en los últimos cuatro meses de gestación, corresponden a la etapa fetal de mayor desarrollo, con incremento de su metabolismo. Sin embargo, esta medida dada en milímetros (mm), no refleja la cantidad de fluido amniótico fisiológico que debe tener en el transcurso del tiempo gestacional.

**Tabla 5-4:** Media de la profundidad total en milímetros (mm) líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media ± SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	69,5 ± 9,84 <sup>a</sup>	51,7	84,1	65,2 - 73,8
5	74,1 ± 10,87 <sup>a</sup>	57,6	95,2	69,4 - 78,9
6	83,5 ± 14,32 <sup>b</sup>	65,1	107,3	77,2 - 89,8
7	88,6 ± 12,98 <sup>b</sup>	71,1	111,4	82,9 - 94,2
8	95,5 ± 12,26 <sup>c</sup>	76,3	121,9	90,1 - 100,8
9	107,5 ± 8,81 <sup>d</sup>	90,8	124,9	103,7 - 111,4
10	121,2 ± 13,86 <sup>e</sup>	84,4	139,3	115,2 - 127,3
11	141,2 ± 8,28 <sup>f</sup>	131,2	155,7	137,6 - 144,9

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas,  $p < 0.05$

La tabla 5-5 relaciona la media del volumen en ml y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confianza del 95% de la media del volumen total del líquido amniótico desde 4 al 11 mes de gestación, empleando un transductor lineal endorectal de 6.0 MHz.

Esta tabla muestra que cuando aumenta el mes gestacional, la media del volumen total en mililitros (ml) del líquido amniótico también incrementa ( $p < 0.0001$ ). Al examen con Duncan's no aparecen diferencias significativas en las medias del volumen total del líquido entre los meses de gestación 4 y 5, 6 y 7, pero sí diferencias significativas del 8 al 11 ( $p < 0.05$ ). Las diferencias en el aumento del volumen total del líquido amniótico en ml de los últimos cuatro meses de gestación, son las esperadas fisiológicamente en esta fase de mayor desarrollo fetal, según Wintour *et al.*, 1977 y Arthur, 1996, citados por

Bucca *et al.* (2005), son de 3 a 5 litros. Las medidas, se obtuvieron al aplicar la ecuación de volumen total del líquido fetal en mililitros (ver ecuación (4.1)) y reflejan la cantidad de fluido amniótico normal que se debe producir en el transcurso del tiempo gestacional. Los valores obtenidos en mililitros por este método planteado por el autor, expresan de una manera más real y confiable el volumen en la producción del fluido amniótico, que el expresado en milímetros (mm).

**Tabla 5-5:** Media volumen total en mililitros (ml) del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación

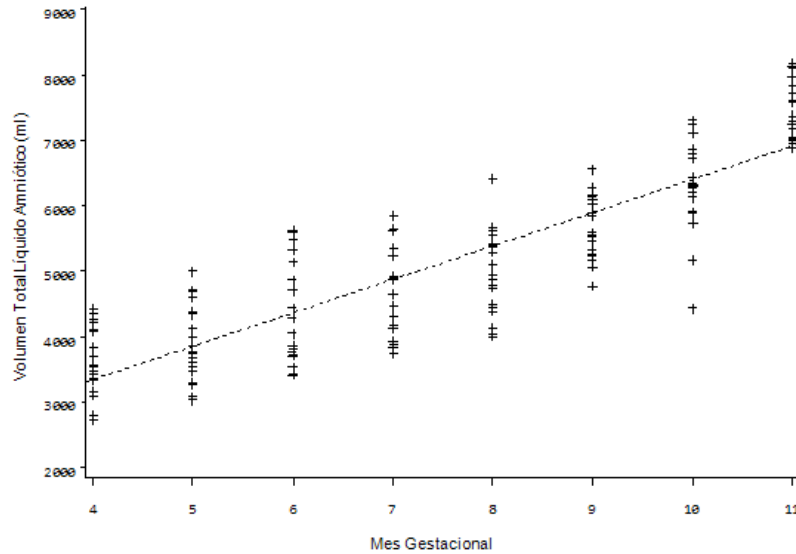
Mes	<sup>1</sup> Media ± SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	3650,5 ± 516,91 <sup>a</sup>	2714,2	4415,2	3424,0 - 3877,1
5	3894,1 ± 570,91 <sup>a</sup>	3024	4998	3643,9 - 4144,3
6	4385,5 ± 752,20 <sup>b</sup>	3417,7	5633,2	4055,9 - 4950,5
7	4651,7 ± 681,65 <sup>b</sup>	3732,7	5848,5	4353,0 - 5296,5
8	5014,2 ± 644,12 <sup>c</sup>	4005,7	6399,7	4731,9 - 5850,4
9	5647,6 ± 462,72 <sup>d</sup>	4767	6557,2	5444,8 - 6686,4
10	6367,4 ± 727,86 <sup>e</sup>	4431	7313,2	6048,4 - 6686,4
11	7417,7 ± 434,86 <sup>f</sup>	6888	8174,2	7227,1 - 7608,3

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas,  $p < 0.05$

El gráfico 5-3 es la representación de la tabla 5-5, donde se evidencia un aumento mes a mes de la media del volumen total del líquido amniótico al progresar la edad gestacional. Entre las variables tiempo de preñez y el volumen total del líquido amniótico, se encuentra una regresión lineal positiva alta ( $r^2=0.76$ ), en donde el 76% de la variación total de la variable volumen total del líquido amniótico es explicada por la variación del tiempo gestacional, con un coeficiente de correlación ( $r=0.87$ ) muy alto, el cual ratifica el modelo de la relación lineal entre el incremento del volumen total del fluido amniótico y el aumento del tiempo gestacional. Los valores del incremento del volumen total del líquido amniótico se pueden predecir por la Ecuación (5.3) donde  $x$  = mes gestacional. En cada mes de gestación el volumen total del líquido amniótico por vía transrectal incrementaría en promedio 510.54 mililitros. (ver Ecuación (5.3))

$$\text{Volumen total líquido amniótico transrectal} = 1299.6 + 510.54x \quad (5.3)$$

**Gráfico 5-3:** Media volumen total en mililitros (ml) del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación



La tabla 5-6 exhibe la media de la profundidad en milímetros (mm) y desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95% de la medida de la profundidad del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, desde 4 al 11 mes de gestación, usando un transductor transrectal de 6.0 MHz.

**Tabla 5-6:** Media profundidad en milímetros (mm) del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media ± S.D. cuadrantes	Mínimo cuadrantes	Máximo cuadrantes	95% C.I.
4	29,5 ± 11,70 <sup>a</sup>	13,2	54,9	26,9 - 32,1
5	35,3 ± 13,73 <sup>b</sup>	15,1	61,4	32,3 - 38,3
6	39,1 ± 13,25 <sup>b</sup>	17,8	63,6	36,1 - 41,9
7	44,8 ± 13,85 <sup>c</sup>	21,8	69,5	41,7 - 47,8
8	48,7 ± 14,06 <sup>c</sup>	24,8	76,1	45,6 - 51,8
9	55,2 ± 15,38 <sup>d</sup>	31,5	83,8	51,8 - 58,5
10	62,7 ± 16,12 <sup>e</sup>	38,1	88,1	59,2 - 66,3
11	69,2 ± 15,04 <sup>f</sup>	45,4	89,9	65,9 - 72,5

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas, p<0.05

Al estudio con Duncan's, las medias de la profundidad en milímetros (mm) del líquido alantoides de los cuadrantes difieren significativamente entre los meses de gestación 4, 9, 10 y 11 ( $p < 0.05$ ), sin diferencias significativas entre el 5 y 6, el 7 y 8 mes. Las diferenciaciones en el aumento del líquido en el último trimestre de la gestación (mes 9 al 11), quizá se deban a que como, el feto equino aumenta su tamaño en más del 75%, induce a una mayor producción y acumulación de desechos metabólicos como orina especialmente, reflejados en el incremento del fluido alantoideo, pero no se observa un aumento significativo en el mes 5 y 6, 7 y 8 y si en el 4, comportamiento fisiológico, que se acerca a lo reportado por Wintour *et al.*, 1977. Arthur, 1996, citados por Bucca *et al.*, 2005, encontrándolo aumentado al principio y al final de la preñez.

La tabla 5-7 exhibe la media de la profundidad total en milímetros (mm) y desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95% de la medida de la profundidad del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, desde 4 al 11 mes de gestación, usando un transductor transrectal de 6.0 MHz.

**Tabla 5-7:** Media profundidad total en milímetros (mm) del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media $\pm$ SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	118,1 $\pm$ 19,45 <sup>a</sup>	78,7	145,3	109,6 - 126,7
5	141,2 $\pm$ 26,48 <sup>b</sup>	95,8	184,7	129,6 - 152,8
6	156,2 $\pm$ 23,87 <sup>c</sup>	105,4	190,9	145,7 - 166,6
7	179,2 $\pm$ 24,98 <sup>d</sup>	131,5	217,5	168,2 - 190,1
8	195,0 $\pm$ 24,07 <sup>e</sup>	158,9	238,1	184,4 - 205,5
9	220,8 $\pm$ 16,48 <sup>f</sup>	201,1	253,5	213,6 - 228,0
10	251,1 $\pm$ 11,50 <sup>g</sup>	233,3	271,1	246,1 - 256,2
11	278,0 $\pm$ 8,20 <sup>h</sup>	263,2	289,8	274,4 - 281,6

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas  $p < 0.05$

Cuando aumenta la edad gestacional, la media de la profundidad total en milímetros (mm) del líquido alantoideo también incrementa ( $p < 0.0001$ ). Al análisis con Duncan's, las medias de la profundidad del líquido difieren significativamente en todos los meses de gestación ( $p < 0.05$ ). Estas diferenciaciones observadas en el aumento de la profundidad



total en milímetros del líquido alantoideo en los meses de gestación, se semejan al comportamiento fisiológico esperado para cada una de las etapas gestacionales. A pesar de ello, la medida de la profundidad total del líquido indicada en milímetros (mm), no refleja la cantidad de fluido alantoideo fisiológico que debe producirse en el transcurso del tiempo gestacional.

La tabla 5-8 reúne la media del volumen total en mililitros (ml) y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confianza del 95% de la media del volumen total del líquido alantoideo desde 4 al 11 mes de gestación, empleando el transductor endorectal de 6.0 MHz.

**Tabla 5-8:** Media volumen total en mililitros (ml) del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.

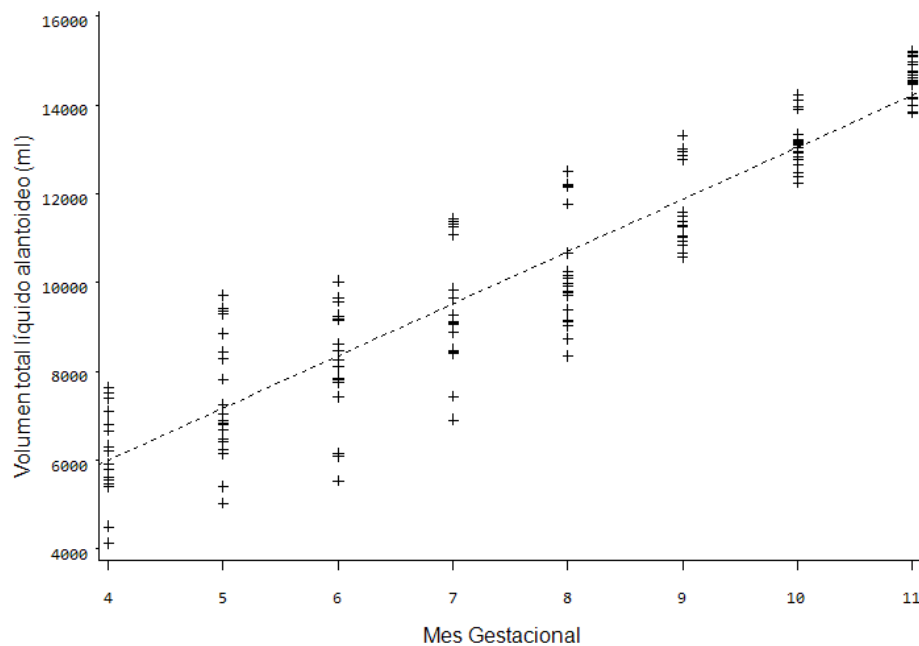
Mes	<sup>1</sup> Media ± SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	6204,4 ± 1022,97 <sup>a</sup>	4131,7	7628,2	5756,1 - 6652,7
5	7415,8 ± 1390,72 <sup>b</sup>	5029,5	9696,7	6806,3 - 8025,3
6	8201,5 ± 1253,57 <sup>c</sup>	5533,5	10022,2	7652,1 - 8750,9
7	9410,1 ± 1311,46 <sup>d</sup>	6903,7	11418,7	8835,3 - 9984,8
8	10239,8 ± 1263 <sup>e</sup>	8342,2	12500,2	9686,1 - 10793,6
9	11593,3 ± 865,20 <sup>f</sup>	10557,7	13308,7	11214,1 - 11972,4
10	13185,9 ± 604,15 <sup>g</sup>	12248,2	14232,7	12921,1 - 13450,6
11	14596,1 ± 430,73 <sup>h</sup>	13818,1	15214,5	14407,2 - 14784,8

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas p<0.05

En la tabla se aprecia que cuando incrementa el período de gestación, la media del volumen total en mililitros (ml) del líquido alantoideo también incrementa (p<0.0001). Al contrastar con Duncan's revela diferencias significativas en las medias del volumen total del líquido alantoideo entre todos los meses de gestación(p<0.05). Estas diferencias en el aumento del volumen total del líquido alantoideo en mililitros en todos los meses de gestación, son las esperadas fisiológicamente en los períodos de desarrollo fetal equino, siendo de 8 a 15 litros, prevaleciendo en la gestación, según Wintour *et al.*, 1977 y Arthur, 1996, citados por Bucca *et al.*(2005). Las equivalencias, se obtuvieron al adaptar la ecuación de volumen total del líquido fetal en mililitros (ver Ecuación (4.1)) y expresan

la cantidad de fluido alantoideo normal producido en el transcurso del tiempo gestacional. Las estimaciones obtenidas en mililitros por esta fórmula, reflejan de un modo práctico el volumen del fluido alantoideo, que es emitido en milímetros (mm).

**Gráfico 5-4:** Media volumen total en mililitros (ml) del líquido alantoides en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.



En el gráfico 5-4 se demuestra un aumento mes a mes de la media del volumen total del líquido alantoideo al avanzar la edad gestacional. Entre el tiempo de gestación y el volumen total del líquido alantoideo, se aprecia una regresión lineal positiva muy alta ( $r^2=0.86$ ), donde el 86% de la diferenciación total de la variable volumen total del líquido alantoideo es expresada por la variación del tiempo gestacional, con un coeficiente de correlación ( $r=0.92$ ) muy alto, corroborando la representación de la correspondencia lineal del incremento del volumen total del fluido alantoideo con el aumento del tiempo gestacional. Los valores del incremento del volumen total del líquido alantoideo se pueden prever por la Ecuación (5.4), siendo  $x$  = mes gestacional. En cada mes gestacional, el volumen total del líquido alantoideo por vía transrectal aumentaría en promedio 1173.8 mililitros. (ver Ecuación (5.4))

$$\text{Volumen total líquido alantoideo transrectal} = 1302.6 + 1173.8x \quad (5.4)$$

Al usar la vía transrectal en este estudio, se observó en el líquido amniótico un incremento no marcado entre los meses 4 al 7 y aproximadamente del 8 hasta el final de la gestación fue evidente su ascenso. En el líquido alantoides, en la media de la profundidad, entre el mes 5 y 6, 7 y 8, las medidas no aumentaron notablemente, como si se dio en el 4 y del 9 al término de la gestación, pero al obtener la profundidad total y el volumen total incrementó del 4 al último mes de gestación.

#### ▪ Vía transabdominal

Se realizó un total de 1280 mediciones ecográficas de los líquidos placentarios en cuatro cuadrantes del útero gestante, por vía transabdominal con un transductor convexo de 3.5 MHz, perteneciendo 640 medidas al líquido amniótico y 640 al alantoides y con ellas se encontró la media de la profundidad en milímetros (mm), la media de la profundidad total en milímetros (mm) y el volumen total en mililitros (ml) (figura 5-4).

**Figura 5-4:**<sup>1</sup> Ecografía transabdominal de la profundidad del líquido amniótico y alantoides, en un cuadrante del útero, en yegua criolla colombiana con gestación normal



<sup>1</sup> Las líneas entre el signo + estiman en mm, la profundidad de los bolsillos mayores del líquido amniótico (29.1mm) y alantoides (59.9mm) en el cuadrante craneal izquierdo del útero, en una yegua con 10 meses de gestación. ECUP: espesor unión útero-placenta. Se usó transductor convexo 3.5 MHz.

La tabla 5-9 diferencia la media de la profundidad dada en milímetros (mm) y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, siendo el nivel de confiabilidad del 95% de la medida de la profundidad del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, desde 4 al 11 mes de gestación, utilizando un transductor convexo transabdominal de 3.5 MHz.

**Tabla 5-9:** Media de la profundidad en milímetros (mm) del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media ± S.D. cuadrantes	Mínimo cuadrantes	Máximo cuadrantes	95% C.I.
4	19,9 ± 4,52 <sup>a</sup>	14,4	44,7	18,9 - 20,9
5	24,7 ± 5,48 <sup>b</sup>	17,3	38,6	23,5 - 25,9
6	25,7 ± 4,14 <sup>b</sup>	19,1	35,1	24,8 - 26,6
7	27,5 ± 4,75 <sup>c</sup>	18,8	39,6	26,5 - 28,6
8	29,5 ± 5,00 <sup>d</sup>	20,2	40,3	28,4 - 30,6
9	30,2 ± 4,15 <sup>d</sup>	18,4	39,8	29,3 - 31,1
10	34,1 ± 3,37 <sup>e</sup>	22,3	40,2	33,4 - 34,9
11	38,3 ± 2,63 <sup>f</sup>	29,5	42,9	37,7 - 38,9

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas,  $p < 0.05$

Al observar la anterior tabla se insinúa que al aumentar el mes gestacional, la media de la profundidad (mm) del líquido amniótico en el cuadrante, también aumenta ( $p < 0.001$ ). A la comprobación con Duncan's se presentan diferencias significativas en las medias de la profundidad del líquido entre los meses de gestación 4, 7, 10 y 11 ( $p < 0.05$ ), pero no entre 5 y 6, 8 y 9. Posiblemente se presentaron esas diferencias en el aumento del líquido amniótico en los meses 4, 7, 10 y 11 porque al usar la vía transabdominal con un transductor convexo de 3.5 MHz, la penetración es mayor y su campo de visualizaciones más amplio, dando una imagen superior del feto y de sus líquidos, coincidiendo además, en los meses donde el feto por su posición está alejado de la pared ventral del abdomen y en consecuencia los bolsillos formados por los fluidos fetales se miden mejor. En cuanto al comportamiento fisiológico del líquido amniótico, fue bajo en los primeros meses e incrementó a partir de la mitad de la gestación, siguiendo los parámetros reportados por Wintour *et al.*, 1977 y Arthur, 1996, citados por Bucca *et al.* (2005).

La tabla 5-10 compara la media de la profundidad total en milímetros (mm) y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, siendo el nivel de confiabilidad del 95% de la medida de la profundidad del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, desde 4 al 11 mes de gestación, utilizando un transductor convexo transabdominal de 3.5 MHz .

**Tabla 5-10:** Media profundidad total en milímetros (mm) del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media ± SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	79,6 ± 11,36 <sup>a</sup>	62,5	107,2	74,6 - 84,6
5	98,9 ± 17,19 <sup>b</sup>	75,3	128	91,3 - 106,4
6	103,1 ± 8,15 <sup>b</sup>	87,6	115,8	99,5 - 106,6
7	110,2 ± 13,81 <sup>c</sup>	92,8	156,9	104,1 - 116,2
8	118,0 ± 14,98 <sup>d</sup>	90,4	142,5	111,5 - 124,6
9	121,0 ± 11,08 <sup>d</sup>	108,5	158	116,1 - 125,9
10	136,6 ± 8,34 <sup>e</sup>	122,5	159,2	132,9 - 140,3
11	153,4 ± 6,63 <sup>f</sup>	140,6	165,2	150,5 - 156,3

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas, p<0.05

La tabla muestra que al aumentar el mes gestacional, las medias de la profundidad total en milímetros (mm) del líquido amniótico también aumentan (p<0.001). Al confrontar con Duncan's se presentaron diferencias significativas en las medias de la profundidad total del líquido amniótico entre los meses de gestación 4, 7, 10 y 11 (p<0.05), pero no entre 5 y 6, 8 y 9. Similar a los resultados de la tabla 5-9, a estas diferencias mostradas en el aumento de la profundidad total del líquido amniótico en los meses 4, 7, 10, 11 de gestación, se les puede dar la misma explicación. La medida en milímetros (mm) de la profundidad total, no refleja la cantidad de fluido amniótico existente en el transcurso del tiempo gestacional, que es de 3 a 5 litros, como lo publicaron Wintour *et al.*, 1977 y Arthur, 1996, citados por Bucca *et al.* (2005).

La tabla 5-11 reúne la media del volumen en mililitros (ml) y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confianza del 95% de la medida del volumen

total del líquido amniótico desde 4 al 11 mes de gestación, utilizando un transductor convexo transabdominal de 3.5 MHz.

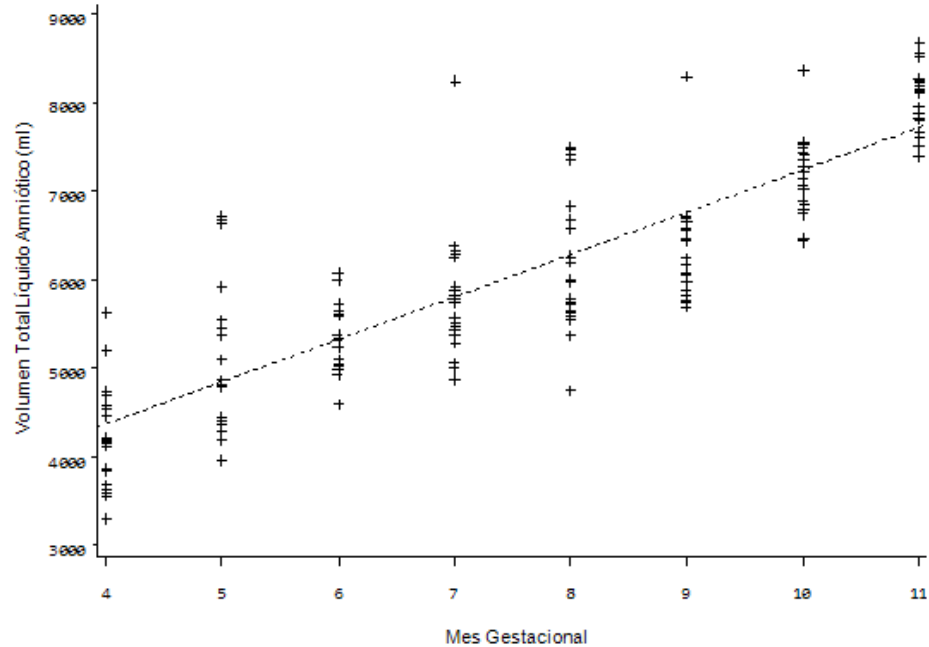
**Tabla 5-11:** Media volumen total en mililitros (ml) del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación

Mes	<sup>1</sup> Media $\pm$ SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	4181,1 $\pm$ 596,40 <sup>a</sup>	3281,2	5628	3919,7 - 4442,4
5	5193,0 $\pm$ 902,86 <sup>b</sup>	3953,2	6720	4797,3 - 55,88,7
6	5412,7 $\pm$ 427,99 <sup>b</sup>	4599	6079,5	5225,1 - 5600,3
7	5787,1 $\pm$ 725,25 <sup>c</sup>	4872	8237,2	5469,2 - 6104,9
8	6199,9 $\pm$ 786,59 <sup>d</sup>	4746	7481,2	5855,2 - 6544,7
9	6355,3 $\pm$ 582,02 <sup>d</sup>	5696,2	8295	6100,3 - 6610,4
10	7173,8 $\pm$ 438,11 <sup>e</sup>	6431,2	8358	6981,8 - 7365,8
11	8055,8 $\pm$ 348,43 <sup>f</sup>	7381,5	8673	7903,1 - 8208,5

<sup>1</sup> Las letras distintas indican diferencias significativas,  $p < 0.05$

Se observa en la tabla que cuando aumenta el tiempo gestacional, la media del volumen total en mililitros (ml) del líquido amniótico así mismo incrementa ( $p < 0.0001$ ). Al test de Duncan's no aparecen diferencias significativas en las medias del volumen total del líquido entre los meses de gestación 5 y 6, 8 y 9, pero si existen diferencias significativas en el 4, 7, 10 y 11 ( $p < 0.05$ ). Las diferencias en el aumento del volumen total del líquido amniótico en mililitros en estos meses de gestación (primero y último tercio), son las esperadas fisiológicamente y con una producción en el fluido amniótico entre 3 a 5 litros, según Wintour *et al.*, 1977 y Arthur, 1996, citados por Bucca *et al.* (2005). Las proporciones se obtuvieron, al utilizar la ecuación de volumen total del líquido fetal en mililitros (ver Ecuación (4.1)) y muestran la cantidad de fluido amniótico normal producido en el transcurso del tiempo gestacional. Los valores calculados en mililitros con la fórmula, comunican de una manera más próxima a la realidad el volumen del fluido amniótico, que el expresado en milímetros (mm).

**Gráfico 5-5:** Media volumen total en mililitros (ml) del líquido amniótico en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación



El gráfico 5-5, sugiere un aumento de la media del volumen total del líquido amniótico al avanzar la edad gestacional. La variable volumen total del líquido amniótico y la variable independiente mes de gestación, establecen una regresión lineal positiva alta ( $r^2=0.73$ ), en donde el 73% del aumento total de la variable volumen total del líquido amniótico es explicada por el aumento del tiempo gestacional, con un coeficiente de correlación ( $r=0.85$ ) muy alto, el cual ratifica que el ajuste del modelo de la relación lineal entre el incremento del volumen total del fluido amniótico y el aumento del tiempo gestacional es bueno. Los valores del incremento del volumen total del líquido amniótico se pueden predecir por la Ecuación (5.5), donde  $x$  = mes gestacional. En cada mes gestacional, el volumen total del líquido amniótico por vía transabdominal incrementaría en promedio 479.38 mililitros. (ver Ecuación (5.5))

$$\text{Volumen total líquido amniótico transabdominal} = 2449.5 + 479.38x \quad (5.5)$$

La tabla 5-12 muestra la media de la profundidad en milímetros (mm) y desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95% de la

medida de la profundidad del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, desde 4 al 11 mes de gestación, con un transductor convexo transabdominal de 3.5 MHz .

**Tabla 5-12:** Media de la profundidad en milímetros (mm) del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media ± S.D. cuadrantes	Mínimo cuadrantes	Máximo cuadrantes	95% C.I.
4	28,4 ± 4,50 <sup>a</sup>	19,3	39,6	27,5 - 29,4
5	36,5 ± 5,30 <sup>b</sup>	25,1	45,1	35,3 - 33,6
6	39,1 ± 4,32 <sup>c</sup>	29,6	50,2	38,2 - 40,1
7	41,3 ± 4,94 <sup>d</sup>	30,3	53,1	40,2 - 42,4
8	46,7 ± 3,82 <sup>e</sup>	39,3	55,1	45,8 - 47,5
9	50,1 ± 5,29 <sup>f</sup>	40,3	59,6	48,9 - 51,2
10	55,3 ± 4,47 <sup>g</sup>	45,8	61,7	54,3 - 56,2
11	63,1 ± 7,70 <sup>h</sup>	50,1	76,3	61,4 - 64,8

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas, p<0.05

Cuando aumenta la edad gestacional, la media de la profundidad total en milímetros (mm) del líquido alantoideo también incrementa (p<0.0001). A la prueba de Duncan's, las medias de la profundidad del líquido alantoideo difieren significativamente en todos los meses de gestación (p<0.05). Las diferenciaciones en el aumento del líquido al aumentar el tiempo gestacional, seguramente se relacionan con el desarrollo fetal y a medida que aumenta su curva de crecimiento, origina la producción y acumulación de desechos metabólicos como orina especialmente, manifestado en el incremento del fluido alantoideo, comportamiento fisiológico referido por Wintour *et al.*, 1977 y Arthur, 1996, citados por Bucca *et al.* (2005), predominante al principio y al final de la gestación.

La tabla 5-13 expone la media de la profundidad total en mm y desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95% de la medida de la profundidad del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, desde 4 al 11 mes de gestación, con un transductor convexo transabdominal de 3.5 MHz.



**Tabla 5-13:** Media de la profundidad total en milímetros (mm) del líquido alantoideo en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media ± SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	113,9 ± 10,74 <sup>a</sup>	90,4	130,8	109,2 - 118,5
5	145,9 ± 12,21 <sup>b</sup>	121,5	164,4	140,6 - 151,3
6	156,5 ± 11,66 <sup>c</sup>	142,5	181,4	151,4 - 161,7
7	165,5 ± 10,96 <sup>d</sup>	142,4	181,8	160,6 - 170,3
8	186,7 ± 9,59 <sup>e</sup>	169,6	200	182,5 - 190,9
9	200,2 ± 12,62 <sup>f</sup>	173,3	217,2	194,7 - 205,8
10	221,2 ± 10,81 <sup>g</sup>	205,3	239,9	216,4 - 225,9
11	252,4 ± 9,91 <sup>h</sup>	241	273,1	248,1 - 256,8

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas, p<0.05

Al aumentar la edad gestacional, la media de la profundidad total (mm) del líquido alantoideo también incrementa (p<0.0001). A la prueba de Duncan's, las medias de la profundidad del líquido alantoideo difieren significativamente entre los meses de gestación (p<0.05). Estas diferencias advertidas en el aumento de la profundidad total en milímetros del líquido alantoideo, al aumentar los meses de gestación, se asemejan al comportamiento fisiológico esperado en una gestación normal. No obstante, la medida de la profundidad total del líquido designada en milímetros (mm), no es la apropiada para medirla cantidad de fluido alantoideo, producido en el transcurso del tiempo gestacional, que puede ser de un volumen de 8 a 15 litros, según lo reseñado por Wintour *et al.*, 1977 y Arthur, 1996, citados por Bucca *et al.* (2005).

La tabla 5-14 agrupa la media del volumen en milímetros (ml) y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confianza del 95% de la medida del volumen total del líquido alantoideo desde 4 al 11 mes de gestación, empleando el transductor convexo transabdominal de 3.5 MHz.

**Tabla 5-14:** Media del volumen total en mililitros del líquido alantoides en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación.

Mes	<sup>1</sup> Media $\pm$ SD	Mínimo	Máximo	95% CI
4	5982,3 $\pm$ 564,00 <sup>a</sup>	4746	6867	5735,1 - 6229,5
5	7664,4 $\pm$ 641,37 <sup>b</sup>	6378,7	8631	7383,3 - 7945,5
6	8221,2 $\pm$ 612,61 <sup>c</sup>	7481,2	9523,5	7952,7 - 8489,7
7	8689,0 $\pm$ 575,88 <sup>d</sup>	7476	9544,5	8436,6 - 8941,4
8	9806,7 $\pm$ 503,49 <sup>e</sup>	8904	10500	9586,1 - 10027,4
9	10514,7 $\pm$ 662,87 <sup>f</sup>	9098,2	11403	10224,1 - 10805,2
10	11613 $\pm$ 567,57 <sup>g</sup>	10778,2	12594,7	11364,2 - 11861,7
11	13255,9 $\pm$ 520,77 <sup>h</sup>	12652,5	14337,7	13027,7 - 13484,2

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas,  $p < 0.05$

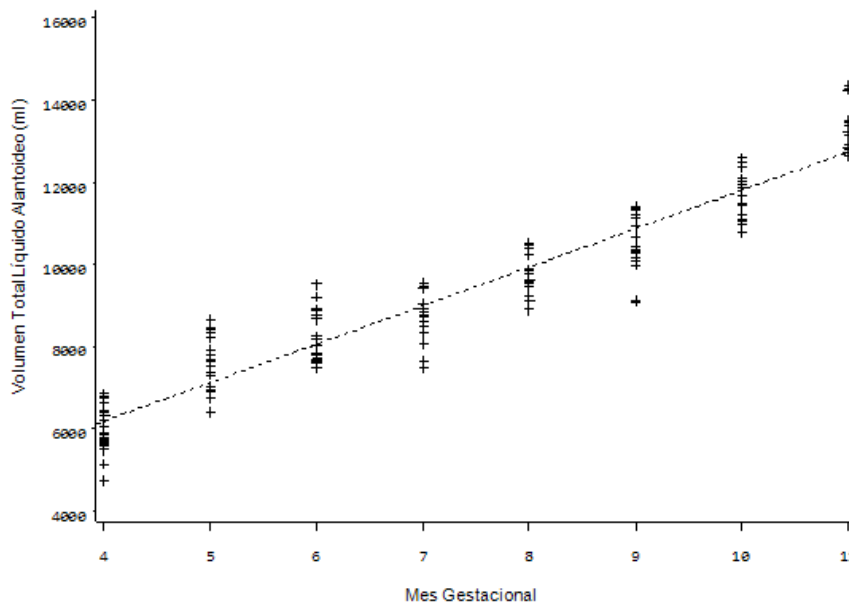
En la tabla se deduce que cuando incrementa el período de gestación, la media del volumen total en mililitros (ml) del líquido alantoideo también incrementa ( $p < 0.0001$ ). Al verificar con Duncan's reveló diferencias significativas en las medias del volumen total del líquido alantoideo entre todos los meses de gestación ( $p < 0.05$ ). Esta variación en el incremento del volumen total del líquido alantoideo en ml, al ascender el tiempo gestacional, son las esperadas fisiológicamente en la curva de desarrollo fetal equino. La cantidad de líquido alantoideoproducido en la gestación, según Wintour *et al.*, 1977 y Arthur, 1996, citados por Bucca *et al.* (2005), es de 8 a 15 litros. Los valores registrados en la tabla 5-14, del fluido alantoideo se obtuvieron al aplicar la ecuación de volumen total del líquido fetal en ml (ver ecuación (4.1)), estos resultados establecen con mayor precisión la cantidad de fluido alantoideoproducido en el transcurso del tiempo gestacional. Las estimaciones obtenidas para el volumen de los fluidos fetales expresadas en ml por esta fórmula, son más confiables que el emitido en mm, como quedó demostrado por los resultados relacionados en las tablas 5-5, 5-8, 5-11 y 5-14.

En el gráfico 5-6 se advierte un aumento mes a mes de la media del volumen total del líquido alantoideo al avanzar la edad gestacional. El volumen total del líquido alantoideo, muestra una regresión lineal positiva muy alta ( $r^2 = 0.91$ ) con la edad gestacional, donde el 91% del incremento del volumen total del líquido alantoideo expresado en ml, es explicado por el aumento de la variable tiempo gestacional y un coeficiente de correlación

( $r=0.95$ ) muy alto, reconociendo la representación de la correspondencia lineal del incremento del volumen total del fluido alantoideo con el aumento del tiempo gestacional y confirmando que el modelo es el adecuado para describir la relación que existe entre estas dos variables. Los valores del incremento del volumen total del líquido alantoideo se pueden pronosticar por la Ecuación (5.6), en el cual  $x$  = mes gestacional. Para cada mes gestacional, el volumen del líquido alantoideo por vía transabdominal aumentaría en promedio 936.38 mililitros. (ver Ecuación (5.6))

$$\text{Volumen total del líquido alantoideo transabdominal} = 2445.6 + 936.38x \quad (5.6)$$

**Gráfico 5-6:** Volumen total en mililitros (ml) del líquido alantoides en cuatro cuadrantes del útero, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas, del 4 al 11 mes de gestación



Recapitulando lo encontrado sobre el volumen del líquido amniótico y alantoides en los cuatro cuadrantes del útero por vía transabdominal, usando un transductor convexo de 3.5 MHz, la media del volumen total del líquido amniótico mostró un valor mínimo de  $4181.1 \pm 596.40$  mililitros (ml) y máximo de  $8055.8 \pm 348.43$  ml y en el líquido alantoides se determinó para la media del volumen total, un mínimo de  $5982.3 \pm 564$  ml, máximo de  $13255.9 \pm 520.77$  ml.

Al emplear la vía transabdominal en esta investigación, se registró en el líquido amniótico una elevación no muy manifiesta en los meses 5 al 6 y del 8 al 9, pero en el 4, 7, 10 y 11 mes de gestación fue notable su aumento. En el líquido alantoides, la media de la profundidad, la profundidad total y el volumen total incrementó del 4 al último mes de gestación. En la media de la profundidad del líquido amniótico, se encontró un mínimo de 19.9 mm, con un máximo de 38.3 mm y en el líquido alantoides un mínimo de 28.4 y máximo 63.1 mm, contrario a lo reportado por Reef *et al.* (1995) con 8 mm de mínimo y máximo de 149 mm, para el líquido amniótico y mínimo de 47 mm, con un máximo de 221 mm para el líquido alantoides. Para Bucca *et al.* (2005), el total de la profundidad de los fluidos amnióticos en su estudio, no presentó una relación significativa con la edad gestacional.

El volumen total (ml) del líquido amniótico y alantoides por ecografía transrectal y transabdominal, en los cuadrantes en que se dividió el útero de las yeguas criollas colombianas, mostró un incremento lineal con el tiempo gestacional, siendo este modelo apropiado para describir la relación que existe entre las variables. El volumen total de los líquidos fetales calculado en ml es más adecuado y aproximado a la realidad, que medir la profundidad en mm, porque el volumen refleja la producción fisiológica de los mismos que la sola medida en mm de la profundidad de los líquidos.

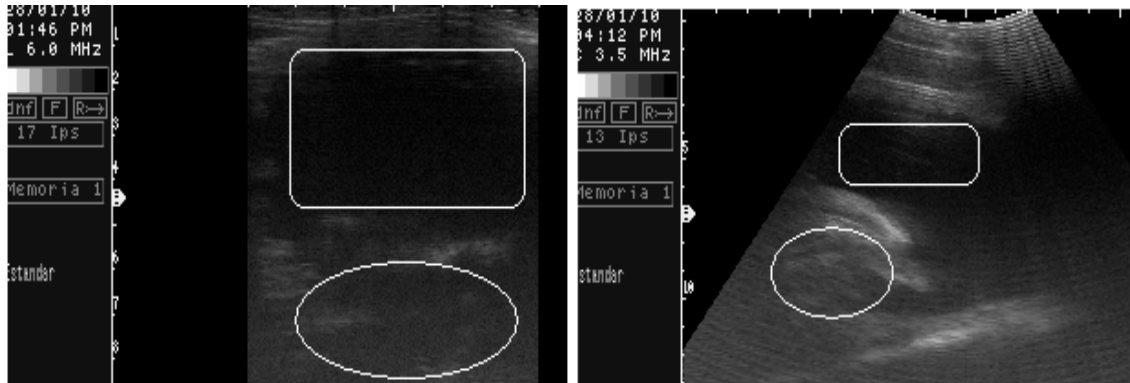
### **5.1.3 Ecogenicidad del líquido amniótico y alantoides**

Se realizó un total de 320 observaciones ecográficas de la ecogenicidad de los líquidos placentarios en cuatro cuadrantes del útero gestante, correspondiendo 160 por vía transabdominal con un transductor convexo de 3.5 MHz, y 160 a la vía transrectal con un transductor lineal de 6.0 MHz.

El líquido amniótico, no presentó diferencias ecogénicas en la capacidad de los fluidos fetales para reflejar el ultrasonido al comparar las imágenes obtenidas al examen ecográfico transrectal como en el transabdominal en el mismo mes de gestación, e igualmente el líquido alantoideo en todo el periodo de gestación no cambió su grado 3 (Hipoecoico) de ecogenicidad (figura 5-5), por esa razón, se registró en una sola tabla

la frecuencia de la ecogenicidad del líquido amniótico del 4 al 11 mes de gestación en yeguas criollas colombianas (tabla 5-15).

**Figura 5-5:** <sup>1</sup>Ecografía transrectal y transabdominal del líquido amniótico y alantoides en yegua criolla colombiana gestante.



1 No se notan diferencias ecogénicas distintivas del líquido alantoides (rectángulo) entre la ecografía rectal y transabdominal e igualmente para el líquido amniótico (círculo). Ambas ecografías fueron realizadas en el mismo día, en una yegua en el quinto mes de gestación, con un transductor endorectal de 6.0 MHz y un transductor transcutáneo sectorial de 3.5 MHz

**Tabla 5-15:** Frecuencia de la ecogenicidad del líquido amniótico en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación

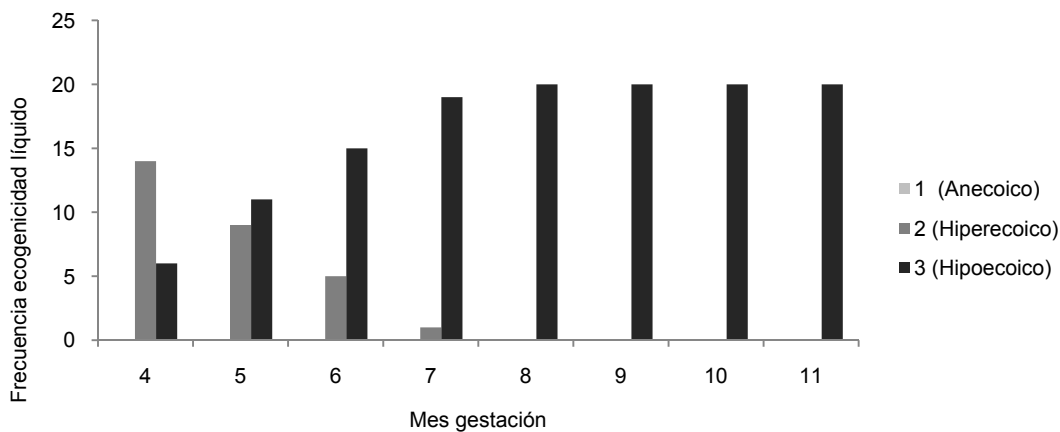
<sup>1</sup> Mes gestación	<sup>2</sup> Grado de ecogenicidad		
	1 (Anecoico)	2 (Hiperecoico)	3 (Hipoecoico)
4 <sup>a</sup>	0	14(70%)	6(30%)
5 <sup>b</sup>	0	9(45%)	11(55%)
6 <sup>c</sup>	0	5(25%)	15(75%)
7 <sup>d</sup>	0	1(5%)	19(95%)
8 <sup>d</sup>	0	0	20(100%)
9 <sup>d</sup>	0	0	20(100%)
10 <sup>d</sup>	0	0	20(100%)
11 <sup>d</sup>	0	0	20(100%)
Total Frecuencia	0	29(18.13%)	131(81.88%)

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas, p<0.05. <sup>2</sup> Porcentaje grado de ecogenicidad en el mes gestacional

En la tabla 5-15, se nota como el fluido amniótico en el mes 4 tiene una frecuencia del 70% de hiperecogenicidad y 30% de hipoecogenicidad, en el 5 un 45% es hiperecoico y un 55% hipoecoico y en el mes 6 de gestación disminuye al 25% la hiperecogenicidad y

aumenta al 75% la hipoecogenicidad, presentando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la frecuencia de los grados 2 (hiperecoico) y 3 (hipoecoico). Del 7 al 11 mes, no hay cambios significativos en la frecuencia de presentación (95 al 100%) del grado 3 (hipoecoico) de ecogenicidad (gráfica 5-11).

**Gráfica 5-11:** Ecogenicidad del líquido amniótico en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación



La ecogenicidad del fluido amniótico, en las yeguas criollas colombianas entre el 4 al 6 mes de gestación fluctúa entre los grados 2 (hiperecoico) y 3 (hipoecoico), permaneciendo a partir el mes 7 hasta finalizar la gestación hipoecoico (grado 3) y el líquido alantoides desde el inicio del mes 4 al 11 hipoecoico. Se notaron partículas ecogénicas flotando en los líquidos fetales desde el sexto mes, con incrementando en los últimos tres meses de gestación. El aumento de la ecogenicidad de los elementos flotantes se explica porque en la gestación temprana se deposita orina, saliva y secreciones nasofaríngeas fetales (Roberts, 1986) y al avanzar la preñez la piel del feto se escama contribuyendo más a ello (Vaala *et al.* 1994). Del mes 4 al 6 se presentó una variabilidad de ecogenicidad entre hiperecoico e hipoecoico y del 7 al último mes gestacional hipoecoico, contrario a lo descrito por Renaudin *et al.* (1997) encontrando entre el 4 al 10 mes de gestación la ecogenicidad entre hiperecoico e hipoecoico y al finalizar la gestación hiperecoico.

Igualmente el fluido alantoides fue hipoecoico toda la gestación, con componentes ecogénicos flotando en los líquidos fetales desde el cuarto mes hasta el final de la

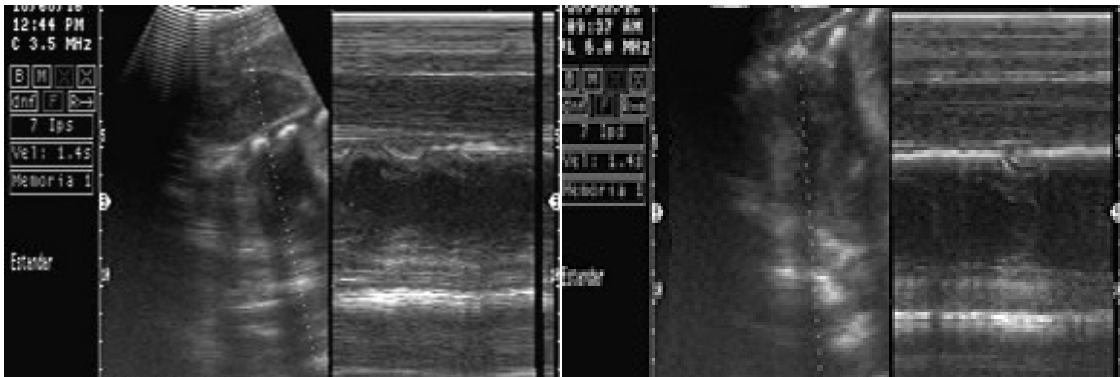
gestación. Reef *et al.* (1996), reportaron los líquidos fetales como anecoicos hasta avanzada la preñez, cuando incrementan partículas ecogenicas en suspensión. Bucca *et al.* (2005) detectaron fragmentos flotando en ambos fluidos, desde la mitad de la gestación al final de la misma.

## 5.2 Ultrasonografía del feto

### 5.2.1 Frecuencia cardiaca fetal

Se practicaron un total de 320 mediciones ecográficas de la frecuencia cardiaca (latidos por minuto; l/m) del feto en reposo, por vía transrectaly transabdominal respectivamente en modo B y M. No encontrando diferencias individuales en el número de latidos cardiacos por minuto al emplear ambas vías (figura 5-6). La vía transabdominal excita menos el feto al ubicar el tórax para determinar la tasa cardiaca y la endorectal provoca mayor movimiento fetal, dificultando su ubicación cardiaca.

**Figura 5-6:**<sup>1</sup> Ecografía transabdominal y transrectal en modo B y M del corazón fetal, en una yegua criolla colombiana



<sup>1</sup> Ecocardiograma en modo B-M, obtenido con un transductor transcutáneo sectorial 3.5 MHz y un transductor endorectal 6.0 MHz respectivamente, de un corazón fetal en una yegua criolla colombiana con 10 meses de gestación. Se halló una frecuencia cardiaca de 84 latidos por minuto con una velocidad de barrido de 1.4 por segundo, en ambos sonogramas. El cursor (.....) está posicionado al lado derecho, en el septum interventricular.

En la tabla 5-16 se establece la media de la frecuencia cardiaca fetal dada en l/my su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con un nivel de confiabilidad del 95%, utilizando un transductor lineal endorectal de 6.0MHz, en yeguas criollas

colombianas desde 4 al 11 mes de gestación. Se optó por el análisis de los resultados de la frecuencia cardiaca obtenida por vía transrectal porque en este trabajo no se presentaron cambios en la frecuencia por ecografía transabdominal.

En la tabla se aprecia que a medida que avanza el período de gestación, la media de la frecuencia cardiaca (l/m) disminuye ( $p < 0.0001$ ). Al contrastar con Duncan's aparecen diferencias significativas en las medias de la frecuencia cardiaca fetal entre todos los meses de gestación ( $p < 0.05$ ). Se observa que la frecuencia cardiaca fetal (FCF) decrece 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 cardiaco) y en el tallo cerebral en el área hipotalámica se encuentra el centro regulador de la frecuencia cardiaca, entonces se podría concluir 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.

**Tabla 5-16:** Media de la frecuencia cardiaca (l/m) del feto en reposo, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación

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

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas  $p < 0.05$

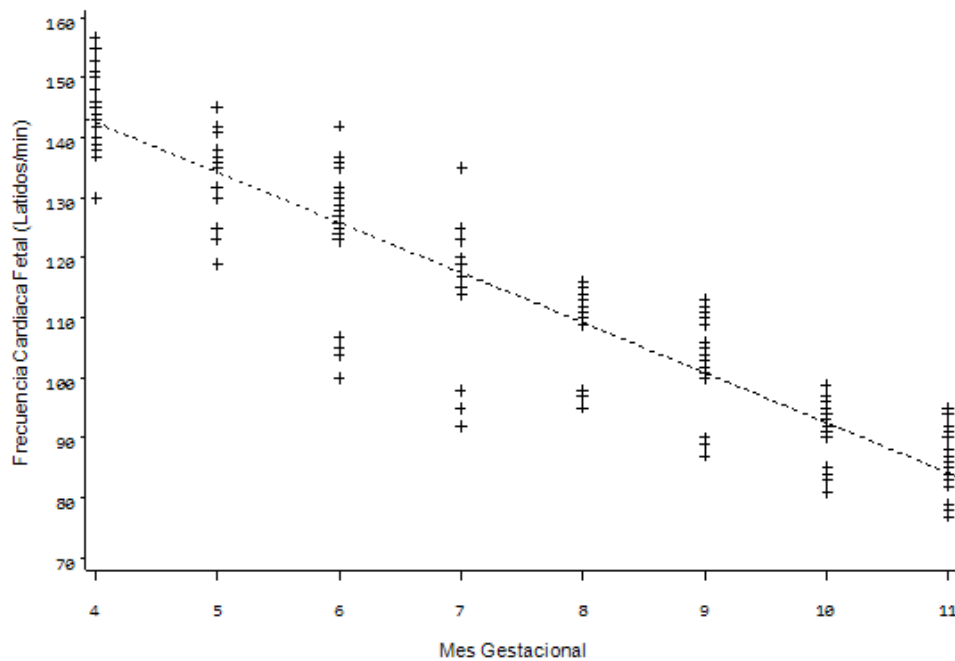
En el gráfico 5-7 se aprecia un decremento lineal mes a mes de la FCF, al incrementar el tiempo de gestación. La FCF, revela una regresión lineal negativamuy alta ( $r^2=0.85$ ) con la edad gestacional, donde el 85% del decremento dela FCF precisada en l/m, es expresada por el aumento de la variable tiempo gestacional y un coeficiente de



correlación ( $r=0.92$ ) muy alto, reconociendo la relación de la correspondencia lineal negativa del descenso de la FCF 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 cardiaca fetal al aumentar el tiempo de preñez se pueden presumir por la Ecuación (5.7), en el que  $x$  = mes gestacional. Al aumentar cada mes gestacional, la disminución de la frecuencia cardiaca en promedio sería de 8.35 latidos cardiacos por minuto. (ver Ecuación (5.7))

$$\text{Frecuencia cardiaca fetal (FCF)} = 176.15 - 8.35x \quad (5.7)$$

**Gráfico 5-7:** Frecuencia cardiaca (l/m) del feto en reposo, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación



En el cuarto mes de gestación, en las yeguas criollas colombianas del estudio, la media de la FCF en l/m fue de  $145 \pm 6.82$  y de  $86 \pm 5.28$  en el último mes de gestación, observándose un descenso lineal gradual de la frecuencia cardiaca al aumentar el tiempo gestacional, contrario a lo obtenido por Hendriks *et al.*(2009), para el día 100 una media de  $144.7 \pm 3.7$  l/m y para el 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) en el mes 6 de gestación, hallaron  $113 \pm 11.7$  l/m y al final de la preñez  $66 \pm 6.5$  l/m y Reef *et al.* (1995) en el último mes de gestación reportó 60 a 90 l/m. Curran *et al.* (1995) realizo un estudio entre el día 21 al

174 (aproximadamente mes 6) de gestación, obteniendo en este último 130 l/m. Los anteriores autores también reportaron una disminución de los latidos cardiacos al incrementar la edad de preñez.

### 5.2.2 Diámetro de la aorta fetal

Un total de 320 mediciones ecográficas del diámetro (mm) de la aorta fetal, por vía transrectal y transabdominal en modo B se realizaron respectivamente, no encontrando diferencias al emplear ambas vías (figura 5-7).

**Figura 5-7:**<sup>1</sup> Ecografía transrectal y transabdominal del diámetro de la aorta fetal, en yegua criolla colombiana con gestación normal.



1 Los sonogramas muestran el diámetro de la aorta fetal (7.1 mm) con sonda transrectal de 6.0 MHz y transabdominal de 3.5 MHz respectivamente, en una yegua criolla colombiana con cinco meses de gestación. Feto en plano sagital en presentación craneal con la columna vertebral paralela a la pared ventral del abdomen de la yegua.

En la tabla 5-17 se establece la media del diámetro en mm de la aorta fetal y su desviación estándar (SD), el valor mínimo y máximo, con una confiabilidad del 95%, usando un transductor lineal transrectal de 6.0 MHz, en yeguas criollas colombianas desde 4 al 11 mes de gestación. Se eligió los resultados obtenidos por esta vía para el análisis porque los valores encontrados fueron semejantes a los de la ecografía transabdominal.

A medida que el mes de gestación aumenta, la media del diámetro en mm de la aorta fetal también incrementa ( $p < 0.0001$ ). Al aplicar la prueba de Duncan's aparecen

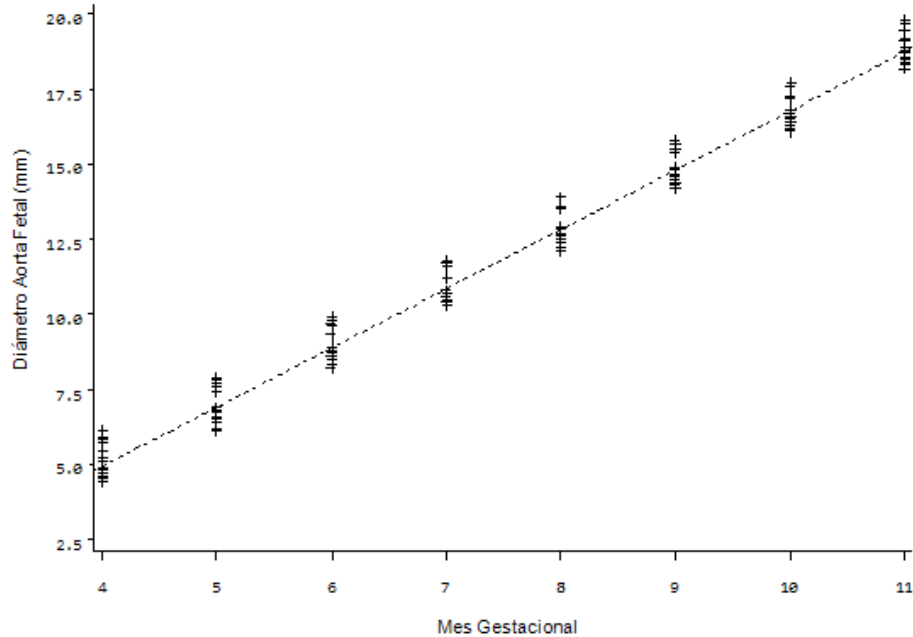
diferencias significativas en las medias del diámetro de la aorta fetal entre todos los meses de gestación ( $p < 0.05$ ), El diámetro de la aorta fetal aumenta a medida que incrementa el mes gestacional, concordando con el desarrollo de la talla fetal. Factiblemente esta variabilidad se relacione, porque al crecer el feto, mayor sería el gasto cardíaco y en la circulación fetal la aorta conduce la sangre oxigenada del ventrículo izquierdo a los tejidos en formación y también recibe la sangre no oxigenada de la arteria pulmonar, enviándola a la placenta para su oxigenación. En consecuencia el aumento cada vez mayor de la tensión y del volumen sanguíneo, requiere amplitud del diámetro aórtico en la medida que aumenta la talla fetal en el tiempo gestacional y puede ser un predictor del crecimiento y desarrollo fetal.

**Tabla 5-17:** Media del diámetro de la aorta fetal en mm, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación

Mes	<sup>1</sup> Media $\pm$ DS	Mínimo	Máximo	95% IC
4	5,0 $\pm$ 0,53 <sup>a</sup>	4,4	6,1	4,75 - 5,22
5	6,9 $\pm$ 0,52 <sup>b</sup>	6,1	7,9	6,66 - 7,12
6	8,9 $\pm$ 0,51 <sup>c</sup>	8,2	9,9	8,65 - 9,09
7	10,8 $\pm$ 0,47 <sup>d</sup>	10,3	11,8	10,64 - 11,05
8	12,8 $\pm$ 0,47 <sup>e</sup>	12,1	13,9	12,59 - 13,01
9	14,8 $\pm$ 0,47 <sup>f</sup>	14,2	15,8	14,57 - 14,98
10	16,7 $\pm$ 0,44 <sup>g</sup>	16,1	17,7	16,51 - 16,90
11	18,9 $\pm$ 0,43 <sup>h</sup>	18,2	19,8	18,66 - 19,04

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas,  $p < 0.05$

**Gráfico 5-8:** Diámetro en mm de la aorta fetal, por ecografía transrectal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación



En el gráfico 5-8 se aprecia un incremento lineal mes a mes del diámetro de la aorta fetal, al aumentar el tiempo de gestación. El diámetro aórtico fetal, refleja una regresión lineal positivacasi perfecta ( $r^2=0.98$ ) con la edad gestacional, donde el 98% del incremento del diámetro aórtico fetal determinado en milímetros, es producida por el aumento de la variable tiempo gestacional y un coeficiente de correlación ( $r=0.99$ ) casi perfecto, admitiendo la relación de la correspondencia o ajuste lineal positiva del aumento del diámetro aórtico fetal a medida que aumenta el tiempo gestacional y confirmando la aprobación del modelo lineal para describir la reciprocidad existente entre estas dos variables. Los valores del incremento del diámetro aórtico fetal al aumentar el tiempo de gestación se pueden deducir por la Ecuación (5.8), donde  $x$  = mes gestacional. Al aumentar cada mes gestacional, el incremento del diámetro de la aorta en promedio sería de 1.973 milímetros. (ver Ecuación (5.8))

$$\text{Diámetro de la aorta fetal} = -2.963 + 1.973x \quad (5.8)$$

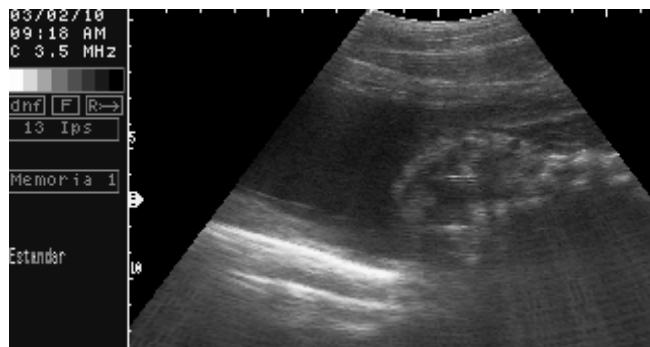
Las mediciones ecográficas del diámetro de la aorta fetal en mm, fueron iguales para las vías transrectal y transabdominal. En las yeguas criollas colombianas examinadas, la media del diámetro aórtico fetal (mm), para el mes 4 de gestación estuvo en  $5.0 \pm 0.53$  y para el último mes gestacional fue de  $18.9 \pm 0.43$  mm, mostrando un incremento lineal

con el aumento de la edad gestacional, diferentes a los valores de Bucca *et al.* (2005), en el 6 mes de preñez, la media se ubicó en  $10.28 \pm 1.7$  y  $25.7 \pm 1.05$  mm en el último mes, en la raza Standardbred y Reef *et al.* (1995) en las razas Thoroughbred y Standardbred, registró una media de  $22.8 \pm 2.20$  mm. Igualmente informaron de un aumento del diámetro al incrementar el tiempo de gestación.

### 5.2.3 Presentación fetal

Un total de 160 ecografías se realizaron, con un transductor convexo de 3.5 MHz, en el abdomen ventral en yeguas criollas colombianas, en plano sagital y transversal, para determinar la presentación fetal craneal o anterior (1), transversa (2), caudal o posterior (3), en cada mes gestacional (figura 5-8).

**Figura 5-8:**<sup>1</sup> Ecografía transabdominal mostrando la presentación fetal en una yegua criolla colombiana



<sup>1</sup>Feto en plano sagital, en presentación craneal, en una yegua criolla colombiana en el mes 4 de gestación, utilizando un transductor transabdominal sectorial de 3.5 MHz

En la tabla 5-18, se aprecia la tendencia de la frecuencia de presentación fetal, en los meses de gestación, donde en el mes 4, el 50% fue craneal, un 40% transverso y 10% caudal. En el mes 5, el 50% continuó craneal, un 25% transverso y el 25% restante caudal, para el mes 6, el 60% craneal y un 40% caudal, en el mes 7 presentó, un 80% craneal y 20% de fetos en posición caudal, existiendo diferencias significativas entre los anteriores meses de gestación ( $p < 0.05$ ). Desde 8 al 11 mes, la totalidad de los fetos adoptaron la presentación craneal o anterior (100%), sin cambios significativos en la frecuencia de presentación fetal (gráfico 5-14).

La movilidad del feto observada en la frecuencia de presentación decreció al avanzar el tiempo gestacional, posiblemente debido, a que en los cuatro últimos meses de la gestación (mes 8 al 11) aumenta su curva de crecimiento, presentando menor complejidad de los movimientos, disminuyendo la actividad fetal para acomodar su talla y miembros a un espacio más estrecho en el cuerno gestante. Entre el mes 4 y 6 de gestación, se registraron movimientos de rotación de 90 a 180 grados, acompañado de una gran actividad fetal, sucesos reflejados en la frecuencia de presentación transversa y caudal mostrada en la tabla 5-18.

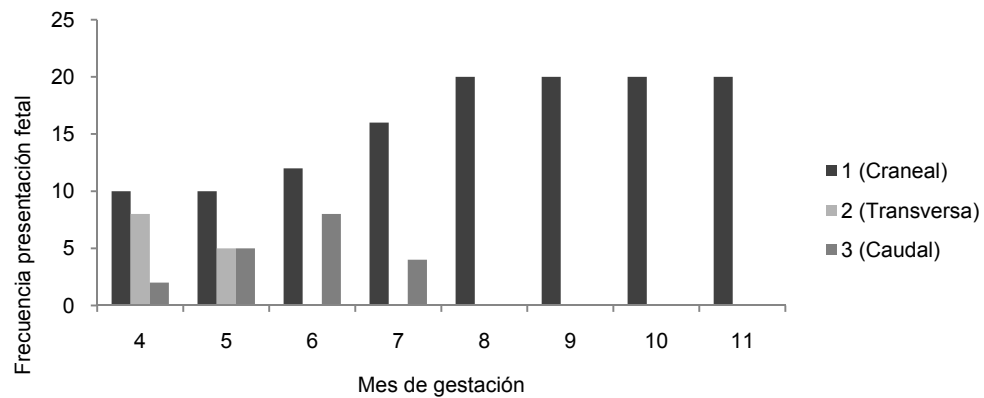
**Tabla 5-18:** Frecuencia presentación fetal, por ecografía transabdominal en yeguas criollas colombianas del 4 al 11 mes de gestación.

<sup>1</sup> Mes gestación	<sup>2</sup> Presentación		
	1 (Craneal)	2 (Transversa)	3 (Caudal)
4 <sup>a</sup>	10(50%)	8(40%)	2(10%)
5 <sup>a</sup>	10(50%)	5(25%)	5(25%)
6 <sup>a</sup>	12(60%)	0	8(40%)
7 <sup>ab</sup>	16(80%)	0	4(20%)
8 <sup>b</sup>	20(100%)	0	0
9 <sup>b</sup>	20(100%)	0	0
10 <sup>b</sup>	20(100%)	0	0
11 <sup>b</sup>	20(100%)	0	0
Total frecuencia	128(80%)	13(8.13%)	19(11.88%)

<sup>1</sup> Letras distintas indican diferencias significativas,  $p < 0.05$  <sup>2</sup> Porcentaje presentación fetal en el mes de gestación

Del octavo mes de gestación en adelante, el feto se localizó dirigido en el plano sagital en presentación craneal como lo describió Pipers *et al.* (1984), generalmente en decúbito dorsal, orientando la columna vertebral sobre la pared abdominal ventral de la madre y alrededor del decimo a onceavo mes, la columna vertebral se ubicó paralela a la pared lateral abdominal de la yegua, como lo refirió Ginther *et al.* (1993).

**Gráfico 5-14:** Frecuencia de presentación fetal, por ecografía transabdominal en yeguas criolla colombianas del 4 al 11 mes de gestación.



La frecuencia de la presentación fetal craneal o anterior en las yeguas criollas colombianas entre el 4 al 7 mes de gestación fue del 50% al 80%, definiéndose en un 100% a partir del mes 8 hasta el final de la preñez la aparición craneal longitudinal, estos datos divergen de los de Bucca *et al.* (2005), encontrando la presentación anterior o craneal a partir del mes 9 hasta finalizar la gestación. Ginther *et al.* 1993, reseña en 10 yeguas ponis, en los meses 2 al 5 de gestación, una presentación craneal del 35% al 43% y del 100% a partir del mes 7 al final de la gestación.





## **6. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1 Conclusiones**

La caracterización ultrasonográfica de la placenta y del feto en las yeguas criollas colombianas, permitirá descubrir las anomalías de la placenta o del feto antes de que se manifiesten los signos de aborto.

Las características ultrasonográficas de la unidad útero-placenta y del feto en yeguas criollas colombianas con gestaciones normales, difieren con las reportadas en hembras equinas de otras razas, en el ECUP, en la profundidad y volumen de los líquidos fetales, en la frecuencia cardíaca y el diámetro de la aorta fetal, pero coincide en la ecogenicidad de los fluidos y en la presentación fetal.

Los parámetros establecidos en la placenta y el feto en este estudio se pueden considerar normales y por consiguiente sirven para ayudar a detectar tempranamente, posibles anomalías de la placenta que involucren su unión con el útero (ECUP), o del feto, que reflejen alteraciones de su crecimiento, como el no aumento del diámetro de su aorta. También predecir la viabilidad fetal por la cantidad de fluidos fetales producidos, ellos son el reflejo de la salud del feto, un aumento o disminución es indicio de daño renal, problemas del tracto digestivo o pulmonar o anomalías prematuras del feto. Al conocer los rangos de los latidos cardiacos por minuto, se podrá identificar la bradicardia o taquicardia y en consecuencia determinar estrés o bienestar fetal.

### 6.1.1 Ultrasonografía de la placenta

- **Espesor conjunto de la unión útero-placenta (ECUP)**

Los parámetros obtenidos del ECUP, en las yeguas criollas colombianas de este trabajo, diverge de los publicados por otros autores en razas equinas diferentes e igualmente el ECUP incrementó mensualmente de manera continua en el tiempo gestacional, aumentando más en el último tercio de la gestación coincidiendo con la etapa de mayores requerimientos nutricionales para el crecimiento y maduración del feto. El ECUP, mostró aumentos significativos mes a mes en forma lineal, lo cual puede indicar que la edad gestacional participa en el desarrollo del ECUP.

- **Profundidad y volumen del líquido amniótico y alantoides**

La media de la profundidad, la media de la profundidad total y el volumen total del líquido amniótico y alantoides por ecografía transrectal y transabdominal, en los cuatro cuadrantes en que se dividió el útero gestante de las yeguas criollas colombianas, mostró un incremento lineal con el tiempo gestacional, siendo este modelo apropiado para describir la relación que existe entre las variables. El volumen total de los líquidos fetales dado en mililitros es más adecuado y aproximado a la realidad, que dar la profundidad en milímetros, porque el volumen refleja la producción fisiológica de los mismos que la sola medida en milímetros de la profundidad de los líquidos.

Los resultados observados de los líquidos fetales en las yeguas criollas colombianas, mostraron un comportamiento fisiológico en el transcurso de la gestación, donde el líquido amniótico entre el 4 al 7 mes no es mucho lo que aumenta, para posteriormente hacerlo después de la mitad de la preñez hasta al final de la misma, tiempo en que el líquido alantoides también lo hace, predominando el aumento del alantoides en toda la gestación

- **Ecogenicidad del líquido amniótico y alantoides**

Los líquidos fetales no mostraron diferencias ecogénicas visuales, al emplear la vía endorectal y transabdominal.

La ecogenicidad del fluido amniótico, en las yeguas criollas colombianas desde el mes 7 hasta finalizar la gestación fue hipoecoico, e igualmente el líquido alantoides del mes 4 al 11, con partículas ecogénicas notorias flotando en ambos líquidos, hasta el final de la gestación.

## **6.2 Ultrasonografía del feto**

### **6.2.1 Frecuencia cardiaca fetal**

Se observó una relación lineal inversa negativa, en la medida en que la frecuencia cardiaca decrecía y el tiempo gestacional aumentaba. No se encontraron diferencias en el número de latidos cardiacos fetales por minuto al emplear las vías transrectal y transabdominal, observando que estainquieta menos al feto al ubicar el tórax para determinar la tasa cardiaca y la endorectal provoca mayor movimiento fetal, dificultando su ubicación cardiaca.

En el cuarto mes de gestación, en las yeguas criollas colombianas, la media de la frecuencia cardiaca en latidos por minuto (l/m) del feto en reposo fue de  $145 \pm 6.82$  y de  $86 \pm 5.28$  en el último mes de gestación.

### **6.2.2 Diámetro de la aorta fetal**

Las medidas ecográficas del diámetro de la aorta fetal, fueron iguales para las vías transrectal y transabdominal. En las yeguas criollas colombianas, la media del diámetro aórtico fetal, para el mes 4 de gestación estuvo en  $5.0 \pm 0.53$  milímetros y para el último mes gestacional fue de  $18.9 \pm 0.43$ , mostrando un incremento lineal positivo con el aumento de la edad gestacional.

Las diferencias encontradas en el diámetro de la aorta fetal, se puede deber al peso de la raza equinaseleccionada para este trabajo, cuyo peso es inferior a las razas usadas y reportadas en otras publicaciones. Según Adams-Brendmuehl *et al.* (1987), Reef *et*

*al.*(1996), el diámetro de la aorta está correlacionado con el peso fetal y el materno, con este último se puede predecir el diámetro de la aorta fetal y en consecuencia la talla como reflejo de su madurez, utilizando una ecuación de regresión.

### **6.2.3 Presentación fetal**

En las yeguas criollas colombianas, la presentación fetal craneal longitudinal, se definió a partir del mes 7 hasta el final de la preñez. Los resultados hallados, pueden sugerir, que si el feto equino está en presentación anterior en el último tercio de la gestación es inusual que adopte la presentación posterior o transversa.

## **6.3 Recomendaciones**

Realizar estudios del diámetro de la órbita, del área de la superficie biparietal, de la aorta fetal y el ECUP en la estrella cervical únicamente, con el fin de determinar si esos parámetros muestran un crecimiento lineal al aumentar el tiempo gestacional en las yeguas criollas colombianas.

Establecer parámetros de las etapas del desarrollo embrionario en las yeguas criollas colombianas tales como, área de circunferencia embrionaria y vesical, longitud cordón umbilical, forma vesícula embrionaria, volumen fluidos embrionarios, posición de la vesícula o embrión, migración de la vesícula embrionaria y latidos cardiacos en fase embrionaria.

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

Estudiar la incidencia de las anomalías morfológicas y funcionales de la placenta y el feto equino por ecografía.





# A. Anexo: Registro individual de yeguas

		Mes de Gestación							
Yegua:		4	5	6	7	8	9	10	11
F.C. (Lat/min)									
D.A.F.(mm)									
<b>Vía Transrectal</b>	ECUP (mm)	CrD							
		CD							
		CrI							
		CI							
		Prom							
	Profundidad Líquido Alantoideo (mm)	CrD							
		CD							
		CrI							
		CI							
		Prom							
		PTL							
		VT(mL)							
	Profundidad Líquido Amniótico (mm)	CrD							
		CD							
		CrI							
		CI							
		Prom							
		PTL							
		VT(mL)							

		Mes de Gestación								
		4	5	6	7	8	9	10	11	
Vía Transabdominal	Yegua:									
	ECUP (mm)	CrD								
		CD								
		CrI								
		CI								
		Prom								
	Profundidad Líquido Alantoideo (mm)	CrD								
		CD								
		CrI								
		CI								
		Prom								
		PTL								
		VT(mL)								
	Profundidad Líquido Amniótico (mm)	CrD								
		CD								
		CrI								
		CI								
		Prom								
		PTL								
		VT(mL)								

F.C. (Lat/min) = Frecuencia cardiaca feto en reposo

D.A.F.(mm) = Diámetro de la aorta fetal

ECUP (mm) = Espesor conjunto de la unión útero-placenta

CrD = Cuadrante craneal derecho

CD = Cuadrante caudal derecho

CrI = Cuadrante craneal izquierdo

CI = Cuadrante caudal izquierdo

Prom (mm) = Media de los cuadrantes

PTL (mm) = Suma de la profundidad líquidos de los cuadrantes

VT (mL) =  $PTLmm/10 \text{ mm} \times 50 \text{ ml} \times 10.5$



## Bibliografía

Adams-Brendemuehl C., Pipers F.S. (1987). Antepartum evaluations of the equine fetus. *J Reprod Fert Suppl.* 35:565-573.

Alberdi M. (2002). Aborto en yeguas. {En línea}. {22 de abril de 2009} disponible en: ([www.horsevet.com.ar](http://www.horsevet.com.ar)).

Allen W.R., Stewart F. (2001). Equine placentation. *Reprod. Fertil. Devel.* 13:623-634.

Allen W.R., Wilsher S., Turnbull C., Stewart F., Ousey J., Rosedale P.D. Fowden A.L. (2002a.). Influence of maternal size on placental, fetal and postnatal growth in the horse. I. Development in utero. *Reproduction* 123:445-453.

Benirschke K. (2001). Fetal consequences of amniotic fluid meconium. *Contemporary Obstetrics & Gynecology* 46:76-83.

Benirschke K. (1994). Obstetrically important lesions of the umbilical cord. *J. Reprod. Med.* 39:262-272.

Bracher V., Mathias S., Allen W.R. (1996). Influence of chorionic degenerative endometritis (endometrosis) on placental development in the mare. *Eq Vet J*; 28:180-188.

Brendemuehl J.P., Boosinger T.R., Bransby D.I. (1995). Effects of short-term exposure to and removal from the fescue endophyte *Acremonium coenophialum* at 300 days of gestation on pregnant mares and foal viability. *Biol Reprod Monograph Series 1: Equine Reprod.* VI,61-6.

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 (3): 542-557.

Caslick E.A. (1932). Notes on equine placentae. *Proc. Kentucky Vet. Med. Ass.* Pp. 54-56.

Córdova A. (2003). Factores de manejo relacionados con el aborto en yeguas. {En línea}. {5 de febrero de 2009} disponible en: (<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106/010611.pdf>).

Curran S., Ginther O.J. (1995). M-mode ultrasonic assessment of equine fetal heart rate. *Theriogenology.* 44:609-617.

Davies, M.C.G., Newcombe, J.R., Holland, S.J. (2002). Factores affecting gestation length in the Thoroughbred mare. *Animal Reproduction Science*. 74: 175 – 185.

Dee M., Williams J.F., Geary A. (1987). Pregnancy diagnosis in the mare by immunoassay of estrone sulfate in serum and milk. *Journal Equine Veterinary Science*. 7 (1):20-23.

Dring L.A., Hintz H.F., Van Vleck L.D. (1981). Coat color and gestation length in Thoroughbred mare. *Journals Heredity*. 72 (1): 65-66.

ENA. (2008). Encuesta Nacional Agropecuaria. {En línea}. {25 de agosto de 2009} disponible en: ([http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/20095694411\\_ENA\\_2008.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/20095694411_ENA_2008.pdf)).

Espinal S., Montenegro E. (1963). Formaciones vegetales de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, 210 pp.

Giles R.C., Donahue, J.M., Hong C.B., Turtle P.A., Petrites-Murphy M.B., Poonacha K.B., Roberts A.W., Tramontin R.R., Smith B., Swerczek, T.W. (1993). Causes of abortion, stillbirth, and perinatal death in horses: 3,527 cases (1986-1991). *JAVMA* 203:1170-1175.

Ginther O. J., Griffin P. G. (1993). Equine fetal kinetics; presentation and location. *Theriogenology* 40: 1-11.

Hafez E.S.E. y Hafez B. (2002). Caballos. Capítulo 14, págs 199–216. Reproducción e inseminación artificial en animales. McGraw-Hill Interamericana. 7ª edición. México.

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. *Anim. Reprod. Sci.* Dec 24.

Hong C.B., Donahue J.M., Giles R.C., Petrites-Murphy M.B., Poonacha K.B., Roberts A.W., Smith B.J., Tramontin R.R., Tuttle P.A., Swerczek T.W. (1993a). Equine abortion and stillbirth in central Kentucky during 1988 and 1989 foaling seasons. *J. Vet. Diagn. Invest.* 5:560-566.

Jonker F.H. (2004). Fetal death: comparative aspects in large domestic animals. *Animal Reproduction Science*. 82-83: 415-430.

McGladdery A.J. (1999). Ultrasonographic diagnosis and management of fetal abnormality in the mare in late pregnancy. *Pferdeheilkunde*. 15:618-621.

Mcperson M.L. (2008). Treating the mare with placentitis: A clinical approach. *J. Equine Vet. Sci.* 28: 703-708.

Morris S., Kelleman A.A., Stawicki R.J., Hansen P.J., Sheerin P.C., Sheerin B.R., Paccamont D.L., LeBlanc M.M. (2007). Transrectal ultrasonography and plasma progesterin profiles identifies feto-placental compromise in mares with experimentally induced placentitis. *Theriogenology* Mar 1; 67(4): 681-691.

- Palmer E., Thimonier J., Lemon M. (2003). Early pregnancy diagnosis in the mare by estimation of the level of progesterone in the peripheral blood. *Livestock Production Science*. 1 (2): 197-206.
- Perez C., Rodriguez I., Mota J., Dorado J., Hidalgo M., Felipe M., Sanz J. (2003). Gestation length in Carthusian Spanish bred mares. *Livestock Production Science* 82 (2-3): 181-187.
- Phelan J.P., Smith C.V., Brausson P., Smal M. (1987). Amniotic fluid volume assessment with the four-quadrant technique at 36-42 weeks gestation. *J Reprod Med*; 32:540.
- Pipers F.S., Adams-Brendemuehl C.S. (1984). Techniques and applications of transabdominal ultrasonography in the pregnant mare. *J Amer Vet Med Assoc*. 185:766-771.
- Powell D.G., Troppman A., Tobin T. (2003). Proceedings of the First Workshop on Mare Reproductive Loss Syndrome. Kentucky Agricultural Experiment Station, Lexington, KY. eds.
- 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 Vet. J.* 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. *Vet Rad and Ultrasound*; 36:533-541.
- Renaudin C, Troedsson M.H.T., Gillis C., King V.L., Bodena A. (1997). Ultrasonographic evaluation of the equine placenta by transrectal and transabdominal approach in pregnant mares. *Theriogenology*. 47:559- 573.
- Roberts S.J. (1986). Veterinary Obstetrics and Genital Diseases. *Theriogenology*. In: Roberts S.J. ed., North Pomfret, Vt, 3rd ed. 162:38-50.
- Ryan P., Bennet-Wimbush K., Vaala W.E., Bagnell C.A. (1999). Relaxin as a biochemical marker of placental insufficiency in the horse: A review. *Pferdeheilkunde*. 15:622-628.
- Santschi E.M., LeBlanc M.M. (1995). Fetal and placental conditions that cause high-risk pregnancy in mares. *Comp Cont Educ Pract Vet*; 17:710-720.
- Schoon D., Schoon H-A., Klug E. (1999). Angiosis in the equine endometrium: Pathogenesis and clinical correlations. *Pferdeheilkunde* 15:541-546.
- Schott II H.C. (1991). Assessment of Fetal Well-Being. In: McKinnon AO & Voss JL. *Equine Reproduction*, Philadelphia: Lea & Febiger. 964 - 975.

- Smith K.C., Blunden A.S., Whitwell K.E., Dunn K.A., Wales A.D. (2003). A survey of equine abortion, stillbirth and neonatal death in the UK from 1988 to 1997. *Equine Vet. J.* 35:496-501.
- Sobiraj A., Bostedt H. (1985). Direct and indirect methods on the diagnosis of pregnancy in mares. *Tierarztl Prax.* 13 (3): 313- 323.
- Souza A.M., Winter G.H.Z., Garbade P., Wolf C.A., Jobim M.I., Gregory R.M., Mattos R.C. (2010). Ultrasonographic evaluation of the Criollo mare placenta. *Animal Reproduction Science.* S121: S320-S321
- Stabenfeldt G.H., Daels P.F., Munro C.J., Hughes J.P., Lasley B.L. (1991). An oestrogen conjugate enzyme immunoassay for monitoring pregnancy in the mare: Limitation of the assay between Days 40 and 70 of gestation. *J Reprod Fert Suppl:* 44: 37-43.
- Stewart D.R., Addiego L.A., Pascoe D.R., Haluska G.J., Pashen R. (1992). Breed differences in circulating equine relaxin. *Biol Reprod.* 46:648-652.
- Troedsson M.H.T., Renaudin C.D., Zent W.W., Steiner J.V. (1997). Transrectal ultrasonography of the placenta in normal mares and in mares with pending abortion: A field study. In: *Proceedings of the Am Assoc Eq Pract;*43:256-258.
- 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. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 10:237-265.
- Valera M., Blesa F., Dos Santos R., Molina A. (2006). Genetic study of gestation length in andalusian and arabian mares. *Animal Reproduction Science.* 95 (1-2): 75-96.
- Waldridge B.M., Salazar T., Stanton M.B. (2007). Techniques to assess fetal well-being. *Compendium Equine.* Nov-Dec p.324-336.
- Whitwell K.E. (1975a.). Morphology and pathology of the equine umbilical cord. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 23:599-603.
- Whitwell K.E., Jeffcott L.B. (1975b.). Morphological studies on the fetal membranes of the normal Singleton foal at term. *Res. Vet. Sci.* 19:44-55.
- Wilsher S., Allen W.R. (2003). The effects of maternal age and parity on placental and fetal development in the mare. *Equine Vet. J.:* 35:476-483.
- Winter G., Rubin M., De la Corte F., Silva C. (2009). Gestational length and first post partum ovulation of creoles mares on a Stud Farm in Southern Brazil. *J. Equine Vet. Sci.* 27 (12): 531-534.