

EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE CONSERVACIÓN EN RESINA POLIÉSTER  
(PLASTINACIÓN) APLICADA EN EL APARATO GENITAL DE LA HEMBRA  
BOVINA GESTANTE; COMO UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA EN EL  
PROCESO DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

NANCY KARINA VILÉS LÓPEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA  
PASTO - COLOMBIA  
2007

EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE CONSERVACIÓN EN RESINA POLIÉSTER  
(PLASTINACION) APLICADA EN EL APARATO GENITAL DE LA HEMBRA  
BOVINA GESTANTE; COMO UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA EN EL  
PROCESO DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

NANCY KARINA VILÉS LÓPEZ

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Médico Veterinario

Presidente:  
HÉCTOR GABRIEL ZAPATA HERRERA  
Médico Veterinario Zootecnista

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA  
PASTO - COLOMBIA  
2007

“las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son de responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1ro. Del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

IVAN FERNANDO CAVIEDES CASTRO  
Jurado Delegado

---

CARLOS HERNANDO TORRES UNIGARRO  
Jurado

---

HÉCTOR GABRIEL ZAPATA HERRERA  
Presidente

San Juan de Pasto, Noviembre 14 de 2007

**Dedicatoria:**

A Dios, quien me encaminó en la pasión por los animales, me rodea de buenas personas y siempre esta conmigo.

A mis padres Miguel Vilés Astorquiza y Nancy López Vásquez, quienes han sido el mejor aliento para mis logros y depositaron en mi toda su confianza para la realización de esta investigación.

## **AGRADECIMIENTOS**

HÉCTOR GABRIEL ZAPATA HERRERA. MVZ, Msc Morfología Humana, curso libre en Artes Plásticas y docente Anatomía Veterinaria de la Universidad de Caldas. Por su valiosa colaboración y apoyo en la realización de esta investigación, “la amistad mas transparente es la que nace de metas en común”.

CARLOS MOSQUERA QUIJANO. Ing. Agrónomo. Asesor Estadístico

IVAN FERNANDO CAVIEDES. MV. Esp. Reproducción Animal

HERNANDO TORRES. MD. Esp. Cirugía General

MONICA LILIANA BENAVIDES. Estudiante egresada Socióloga

GERMAN ZARAMA VASQUEZ. Escuela Superior de Artes Visuales Universidad de Ginebra (Suiza). Msc. Cultura y Desarrollo

BILLY VOSMEDIANO MUÑOZ. Estudiante Arquitectura

A mi Hermano CHRISTIAN VILÉS por compartir conmigo la pasión por el conocimiento y a su nueva FAMILIA por darme su cariño sincero.

A MIS PROFESORES, aquellos que me han ofrecido una amistad desinteresada y franca además de sus enseñanzas como maestros.

A TRABAJADORES Y FUNCIONARIOS de mi Facultad y mi Programa, por su amabilidad y colaboración.

A MI FAMILIA y todas las personas quienes voluntariamente contribuyeron para el desarrollo de esta investigación.

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	19
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	21
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	25
3. OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GENERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4. MARCO TEÓRICO	27
4.1 LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN	27
4.1.1 Desarrollo de la técnica	31
4.1.2 La técnica en el proceso de enseñanza/aprendizaje	36
4.1.3 Proceso	42
• Fijación	42
• Deshidratación	46
• Impregnación del polímero	47
• Curado	49
4.2 ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA BOVINA	49
4.2.1 Ovarios y trompa uterina	50
4.2.2 Útero	52

4.2.3 Vagina	55
4.2.4 Vestíbulo, vulva y vejiga urinaria	55
4.2.5 Vascularización e inervación	56
4.2.6 Parametrios (Ligamentos anchos)	59
4.3 GESTACIÓN BOVINA	61
4.3.1 Periodos de la gestación	61
4.3.2 Cambios en el aparato genital de la hembra bovina durante la gestación	63
• Endometrio	66
• Membranas fetales y placentación	66
• Embrión y feto	69
• Ligamentos anchos	78
• Arteria uterina	78
• Estructuras ováricas	79
5. DISEÑO METODOLÓGICO	82
5.1 LOCALIZACIÓN	82
5.2 POBLACIÓN OBJETO Y MUESTRA	82
5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	82
5.4 RECOLECCIÓN Y PLASTINACIÓN DE LOS ESPECIMENES	82
5.4.1 Productos utilizados	83
5.4.2 Procesos	85
6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	93

6.1 RESULTADOS OBTENIDOS DURANTE EL PROCESO DE PLASTINACIÓN	93
6.1.1 inyección de color y Fijación	93
6.1.2 deshidratación a temperatura ambiente con Thinner comercial	94
6.1.3 impregnación con el polímero	96
6.2 ACEPTACIÓN POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DEL MÉTODO DE PLASTINACIÓN COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE	98
6.2.1 Comportamiento del estudiante	98
6.2.2 Comunicación y aprendizaje	99
6.2.3 Aspecto físico de los especímenes preparados	100
6.2.4 Contribución del método	101
6.3 APRECIACIÓN DEL MÉTODO DE PLASTINACIÓN POR PARTE DE LOS DOCENTES DE MEDICINA VETERINARIA	102
6.3.1 Ajuste a la teoría	103
6.3.2 Comportamiento del estudiante	103
6.3.3 Comunicación y aprendizaje	103
6.3.4 Aspecto físico de los especímenes preparados	104
6.3.5 Contribución del método	104
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
7.1 CONCLUSIONES	106
7.2 RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXOS	113

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Promedios longitud de la cabeza del feto	71
Tabla 2. Día de la primera detección de características identificables en el concepto Bovino	75

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Identificación de características observadas por ultra-sonografía de estructuras fetales a lo largo de la gestación en bovinos	73
Cuadro 2. Características de las diferentes etapas de la gestación bovina	77
Cuadro 3. Cambios del feto durante la gestación bovina	77

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Gunther von Hagens, creador de la Plastinación	33
Figura 2. Exhibición de especímenes en Koerperwelten (Body Worlds) Cologne	34
Figura 3. Laboratorio de Plastinacion (Heidelberg-Alemania)	34
Figura 4. Exposición de especímenes plastinados	39
Figura 5. “Jinete Plastinado” por Gunther von Hagens	42
Figura 6. Sistema reproductor de la hembra bovina (vista lateral)	50
Figura 7. Infundíbulo, ovario y oviducto	52
Figura 8. Útero bovino	53
Figura 9. Vista caudal del tracto reproductivo de la hembra bovina	60
Figura 10. Examen rectal de vaca al término del cuarto mes de gestación	64
Figura 11. Examen rectal de vaca con preñez de 110 días	76
Figura 12. Arteria Uterina durante la gestación	79
Figura 13. Especímenes de útero bovino diseccionados después de una inyección con látex en arterias (rojo) y venas (azul)	80
Figura 14. Ovario con Cuerpo lúteo gestante	81
Figura 15. Espécimen fresco recolectado de la Central de Sacrificio (Manizales)	83
Figura 16. Localización de arterias en el espécimen para inyección de color	86
Figura 17. Disección del parametrio ventral	86
Figura 18. Visualización de la gran vascularización uterina en porción ventral de útero inyectado con resina poliéster	87

Figura 19. Arteria ovárica y uterina coloreadas con resina poliéster	87
Figura 20. Espécimen templado y en posición después de 15 días de deshidratación con thinner	88
Figura 21. Espécimen en proceso de impregnación con el polímero	88
Figura 22. Elaboración de un molde para feto	89
Figura 23. Conceptus real y replica de 40-45 días de gestación	89
Figura 24. Ovarios reales y replicas de los especímenes recolectados con Cuerpo lúteo de gestación	90
Figura 25. Ovario (vista craneal y dorsal) real y replica de cuerno no gestante con Folículo secundario y cuerpo albicans	91
Figura 26. Espécimen terminado y montado para exhibición como propuesta de herramienta didáctica	92
Figura 27. Colección de especímenes elaborados como propuesta de herramienta didáctica en los procesos de enseñanza/aprendizaje	92

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato de encuestas a docentes	114
Anexo B. Formato de encuestas a estudiantes	116
Anexo C. Información general de los especímenes recolectados	118
Anexo D. Toma de medidas en los especímenes para aproximación del tiempo de gestación	120
Anexo E. Costo aproximado de materiales para la elaboración de la colección de piezas anatómicas	121
Anexo F. Tabulación de resultados de encuestas a estudiantes	122
Anexo G. Tabulación de resultados de encuestas a docentes	125

## GLOSARIO

**CURADO:** endurecimiento de un polímero por medio de catalizadores específicos para cada tipo.

**DESHIDRATACIÓN:** procedimiento durante el cual el agua y los lípidos solubles del tejido son extraídos por una sustancia solvente.

**DOCENCIA:** actividad de los profesores concentrada en el aprendizaje de los alumnos que implica su presencia ante los grupos en clases teóricas, prácticas, clínicas, talleres y laboratorios, que forman parte de algún programa educativo de la institución y que tiene relación directa con algún tema de la especialidad o disciplina del docente.

**ESPÉCIMEN:** total o parte de estructuras que conforman un cadáver, órgano o tejido provenientes de un ser vivo.

**FIJACIÓN:** proceso mediante el cual, se mantiene la forma y se detiene toda reacción enzimática de un espécimen, evitando su descomposición.

**FRAGUADO:** proceso químico que genera el endurecimiento consistente de un aglomerante como cal, yeso u otras masas.

**IARC:** Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer.

**IMPREGNACIÓN:** procedimiento durante el cual, un polímero curable reemplaza al agente deshidratante.(diferencia de evaporación)

**INMERSIÓN:** sumergimiento del espécimen en una sustancia líquida.

**MOLDE:** pieza o un conjunto de piezas acopladas, interiormente huecas con la impresión del futuro sólido que se desea obtener, en el cual, se vierte la materia fundida, fluida o plástica que cuando se solidifica adquiere la forma del molde que lo contiene.

**NIOSH:** Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional. Estados Unidos:

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**PLASTINACIÓN:** procedimiento técnico moderno de preservación de material biológico, que consiste en extraer el agua y parte de lípidos del tejido por medio de

solventes deshidratantes y luego sustituirlos por resinas elásticas de silicona y rígidos de epóxicas o poliéster.

**POLÍMERO:** macromoléculas lineales o tridimensionales formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros, mediante enlaces químicos generalmente covalentes.

**REPLICA:** pieza moldeada, pulida y algunas veces coloreada; que conserva la forma del espécimen que se tomó en el molde.

**RESINA POLIÉSTER:** ( $C_{10}H_8O_4$ ) polímero sintético proveniente generalmente de fracciones pesadas del petróleo, que contiene el grupo funcional éster en su cadena principal. La resina sufre un proceso de polimerización o secado dando lugar a productos sólidos siendo en primer lugar líquidas.

**THINNER:** o adelgazadores. Sustancia solvente conformada por mezclas de disolventes verdaderos o activos, disolventes latentes o cosolventes y diluyentes.

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado inicialmente en la ciudad de Manizales (Colombia), en el laboratorio de Anatomía y Morfología de la Universidad de Caldas conjuntamente con el docente del área, Dr. Héctor Gabriel Zapata Herrera; donde se recolectaron 8 especímenes de útero bovino gestante, los cuales, fueron preparados mediante la técnica de plastinación “modificada” a consecuencia de las restricciones existentes en el país y limitaciones particulares para la consecución de algunos productos y equipos.

La segunda fase del estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño en la ciudad de Pasto (Colombia), para evaluar la técnica de plastinación como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza/aprendizaje, por medio de encuestas a estudiantes y docentes.

Para el desarrollo de ésta investigación se utilizó un muestreo de 103 estudiantes y 14 profesores pertenecientes al programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño para el periodo B de 2007. El análisis de datos se realizó mediante estadística descriptiva expresando los datos obtenidos en porcentajes.

El estudio reveló que el 100% de docentes y la mayoría de estudiantes que apreciaron la colección de especímenes plastinados, aceptan el método total o parcialmente como herramienta didáctica en los procesos de enseñanza/aprendizaje. De acuerdo a estos resultados y a los resultados obtenidos durante el proceso de plastinación, se pudo deducir que la técnica de plastinación “modificada”, se realizó de manera satisfactoria proporcionando unos especímenes limpios, sin olores desagradables, secos, no tóxicos y adecuados como propuesta de herramientas de docencia.

## **ABSTRACT**

This study was by first performed in Manizales city (Colombia), in the facilities of the Morphology and Anatomy Lab with the assessment given by Dr. Hector Gabriel Zapata Herrera, in which, eight specimens of bovine pregnant uterus were recollected to be prepared by a “modified” plastination technique, taking into account the existent country restrictions and the particular limitations to obtain some products and equipment.

In the second phase, the study took place in the Veterinary Medicine facilities of the University of Nariño in Pasto city (Colombia), to evaluate the carried out plastination technique as a proposal studying tool in the teach/learning process, it was made by polls to teachers and students.

For the developing of this research, a sample of 103 students and 14 teachers of the Veterinary Medicine Program (University of Nariño) for the 2007 B period was made. The data analysis was processed by descriptive statistic to show the results in percents.

The 100% of teachers and the majority of students who appreciated the plastinated collection of specimens, accepted enthusiastically the method as a useful tool in the teach/learning process. Furthermore, according to those results and the obtained results during the plastination process, it could assume that the “modified” plastination technique was satisfactory by giving a clean, odorless, dry, non toxic and appropriated specimen as a proposal tool in teaching.

## INTRODUCCIÓN

La preservación y el mantenimiento de cadáveres y especímenes anatómicos han conducido a la búsqueda de técnicas diferentes y al uso de sustancias distintas al formaldehído con el fin de minimizar los riesgos de exposición a vapores químicos y agentes biológicos; y de disponer de preparados anatómicos con mayor durabilidad, conservando las características anatómicas, facilitando la docencia y la investigación en la disciplina. Una de estas técnicas es la plastinación.

Olivares, Adaro y Valenzuela mencionan que: “Las técnicas anatómicas que actualmente se usan, en forma rutinaria, para fines docentes y de investigación (fijación en formalina, alcohol, etc.), si bien son económicas, adolecen de múltiples defectos, destacándose la corta vida media de los preparados anatómicos y en algunos casos la poca fidelidad con respecto al material vivo”<sup>1</sup>.

Hagens describe que:

La plastinación es una innovación reciente en el arte de preservar tejidos, descrita inicialmente por el Dr. Hunter von Hagens del Departamento de Anatomía de la Universidad de Heidelberg, Alemania, en la cual, el contenido de agua y lípidos es reemplazado por un polímero curable, primariamente silicona; [mediante cuatro pasos básicos: fijación, deshidratación, impregnación y curado]<sup>2</sup>.

Entre otros, Tiedemann, Hagens y Wilhelm señalan que: “Los especímenes preparados son permanentes, limpios, no- tóxicos, secos y permiten la manipulación sin los riesgos asociados con los vapores tóxicos y el uso de equipo protector para el estudio de la textura y otras propiedades de los tejidos”<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> OLIVARES, R; ADARO, L. y VALENZUELA, S. Plastinación, una nueva técnica anatómica [online]. Vol. 5 No. 3, Diciembre 1999 [cited febrero de 2007]. TECNOVET Chile; renglones 1-5. Disponible en: <http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/>

<sup>2</sup> HAGENS, Gunther. Heidelberg Plastination Folder, citado por STURDGESS, Ian. Plastination: Silicone Impregnation of Specimens (The standard S10 technique). [online]. (2000) Available from Biomedical Scientist; renglones 20-25. Disponible en: [http://www.ibms.org/index.cfm?method=science.general\\_science](http://www.ibms.org/index.cfm?method=science.general_science)

<sup>3</sup> HAGENS, Gunther; TIEDEMANN, K. y WILHELM, K. The current potential of plastination, citado por Ibid., renglones 24-27.

La enseñanza mediante alternativas didácticas que permitan una percepción de tejidos y órganos en su disposición tridimensional, es imprescindible para que tanto los estudiantes como sus instructores perciban un conocimiento más palpable y claro de las estructuras tan “evolutivamente perfectas” que se estudian en las ciencias biológicas y de la salud, permitiendo que de una forma mas cercana a la realidad se establezca la visualización, comprensión y análisis de la esencia de la vida, función y patología.

Es necesario y preciso que las Instituciones Universitarias como entes divulgadores del conocimiento, estén al tanto de los últimos adelantos en lo que corresponde a la academia y procesos de enseñanza, los cuales buscan facilitar el estudio, incentivar la investigación y agilizar el aprendizaje; para que el estudiante analice e integre sus conocimientos de una manera agradable y no solamente realice procesos de memorización.

El proceso de plastinacion realizado en la Universidad de Caldas por el profesor Héctor Gabriel Zapata Herrera debe considerarse como una variante de los procesos de plastinacion con resina poliéster descritos en la literatura, debido a que si bien la base del proceso es la misma, éste se llevo a cabo bajo las restricciones existentes en el país y las limitaciones de carácter particular para la consecución y utilización de productos para el proceso.

El objeto del presente trabajo fue presentar los resultados obtenidos con la técnica de plastinacion modificada en la elaboración de piezas de aparato genital de hembra bovina gestante y la evaluación de su utilidad como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza/aprendizaje en el programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño.

## 1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Según Vera y Zapata:

En los procesos de enseñanza/aprendizaje implementados en las instituciones de educación superior, los elementos didácticos mas usados han sido materiales bidimensionales como acetatos, diapositivas, gráficas, fotografías entre otras, o materiales tridimensionales; muchos de ellos elaborados o preservados en sustancias que se deterioran o pueden ser tóxicas para el medio ambiente y para quienes los manipulan<sup>4</sup>.

Por otra parte Jiménez e Isaza describen que:

En los últimos años, las dificultades para el transporte, la preservación y el mantenimiento de especímenes anatómicos han ido en aumento; entre ellas es importante mencionar la contaminación por vapores de formaldehído y otras sustancias químicas empleadas en la preservación, los riesgos biológicos relacionados con los cadáveres y algunas enfermedades como la tuberculosis, hepatitis y encefalitis descritas en la literatura, las enfermedades ocupacionales posiblemente asociadas a la exposición prolongada al formaldehído, la legislación nacional e internacional que cada vez es mas rigurosa con relación al transporte, la custodia y el destino final de los cadáveres humanos y especímenes anatómicos y la durabilidad de estos por la manipulación frecuente en el estudio. Estos aspectos fundamentales en el análisis de la problemática, motivaron la búsqueda de técnicas modernas y el uso de otras sustancias químicas durante todo el proceso de preservación de los cuerpos humanos y animales al servicio de la ciencia<sup>5</sup>.

La plastinacion ha demostrado ser una técnica importante en la conservación de especímenes, lo cual contribuye a la enseñanza de áreas como patología, anatomía y zoología, ya que permite reconocer y estudiar las estructuras que constituyen al organismo en su disposición tridimensional.

---

<sup>4</sup> VERA, Alejandro y ZAPATA, Gabriel. Replica e inclusión en resina poliéster de cortes coronales de cerebro humano adulto. Manizales, Colombia. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Área de Anatomía y Morfología Veterinaria. (2004); p. 7

<sup>5</sup> JIMENEZ, Ricardo e ISAZA, Oscar. Plastinacion, una técnica moderna al servicio de la anatomía. En: IATREIA. Vol.18. No.1. (Marzo de 2005); p. 100

Stuart y RW recalcan:

Los especímenes pueden durar años sin la necesidad de reemplazarlos, reduciendo substancialmente el número de especímenes necesarios para disecciones de laboratorio, no hay contaminación del medio ambiente y de los operarios; como sucede con el material conservado en formol y se previene la pérdida de información valiosa a causa de la descomposición de muestras biológicas almacenadas en lugares como anfiteatros o museos de investigación<sup>6</sup>.

Igualmente Roach afirma: “Como ayudas para la enseñanza, los órganos plastinados ofrecen ventajas sobre los órganos preservados en formaldehído, el método tradicional”<sup>7</sup>.

Complementa esta autora:

El formaldehído es desagradable y tóxico, muchas autoridades federales regulan su uso en los laboratorios y los órganos se deterioran rápidamente cuando se sacan del líquido. Los órganos plastinados no son tóxicos, extremadamente durables, secos y no tienen olor. Pueden ser marcados o si el cliente desea, diseccionados para exponer estructuras específicas<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> STUART, M. y RW, H. Plastinated specimenes can improve the conceptual quality of biology labs [online]. Washington: The American Biology Teacher, Febrero de 2002 [cited Agosto 2006]. Vol. 64 No. 2; p. 130. Disponible en:  
<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=109250696&sid=3&Fmt=3&clientId=57068&RQT=309&VName=PQD>

<sup>7</sup> ROACH, Mary. A New Student Aid: Plastic Body Parts, Made From the Real Things [online]. New York: The New York Times, Marzo 7 de 2000 [cited Agosto 2006]; p. F.7. ISBN 03624331  
Disponible en:  
<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=50792783&sid=1&Fmt=3&clientId=57068&RQT=309&VName=PQD>

<sup>8</sup> Ibid., p. F.7

La misma autora reporta en su entrevista: “El Dr. Glover afirma que se puede sostener y manipular el espécimen al mismo tiempo que estudia en un programa de computador, es una herramienta poderosa para el aprendizaje”.<sup>9</sup>

Bickley H. C. et al y Dawson T. P. et al señalan que: “Los grandes atributos de los especímenes plastinados se deben principalmente a las características que le dan los polímeros curables utilizados. Los especímenes son secos, sin olores fuertes y durables, presentando a la plastinación como una excelente herramienta para enseñanza e investigación”.<sup>10</sup>

Por lo tanto, gracias a esta técnica alternativa se podrían eliminar muchas inconformidades, como especímenes frescos contaminados, especímenes preservados en un frasco con formol; o las herramientas comunes en la academia como acetatos, diagramas, imágenes digitales, en fin, ayudas educativas que tienen un valor como soporte teórico, pero que en otras situaciones pueden llegar a ser poco útiles, poco representativas e insuficientes para lograr una buena transmisión del conocimiento, haciendo que muchos estudiantes no se vean gustosos de aprender, analizar, relacionar e investigar.

Cabe resaltar la importancia de la plastinación en el impacto ambiental, ya que con estos materiales se vería disminuido el número de animales destinados a disecciones anatómicas principalmente y el desecho de estos biológicos al ambiente, además se evitaría la exposición prolongada de los estudiantes, profesores y operarios a los vapores contaminantes del formol.

En laboratorio de Anatomía y Morfología de la Universidad de Caldas, se han realizado varios experimentos en conservación de tejidos por parte del docente del área Dr. Héctor Gabriel Zapata y estudiantes interesados en el tema. El docente afirma que: “el proceso en forma de variante, se ha realizado en estructuras duras tales como músculos, peces o animales pequeños; pero no se había estandarizado para tejidos blandos y órganos huecos, lo cual se logró con la ejecución de éste trabajo e implica una gran importancia”.\*

---

\* COMUNICACIÓN PERSONAL de Héctor Gabriel Zapata, MVZ. Msc en Morfología Humana, curso libre en Artes Plásticas y docente asociado en el área de Anatomía en el Departamento de Salud Animal Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. Febrero de 2007.

<sup>9</sup> Ibid., p. F.7

<sup>10</sup> BICKLEY.H.C. et al. Preservation of Pathology Specimens by Silicone  
DAWSON.T.P. et al. How do we teach Pathology ? Silicone Plastinated Pathology Specimens and their teaching potential, citados por STURDGESS, Op. cit., renglones 70-74

En el programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, generalmente se han empleado especímenes frescos, especímenes conservados en formol y se complementa con ayudas visuales.

## **2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué evaluación se obtiene de la técnica modificada de conservación en resina poliéster (plastinación) aplicada en aparatos genitales bovinos gestantes; como una herramienta didáctica en el proceso de enseñanza/aprendizaje?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la técnica de conservación en resina poliéster (plastinación) modificada, aplicada en el aparato genital de la hembra bovina en distintos estadios de gestación; como una herramienta didáctica en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir la técnica de plastinación con los materiales utilizados por el Dr. Héctor Gabriel Zapata para la elaboración de los especímenes.
- Estimar la utilidad de los especímenes preparados como una herramienta didáctica en el proceso de enseñanza aprendizaje.

## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN

Jiménez e Isaza anotan:

La preservación de cadáveres y especímenes anatómicos es un proceso descrito desde la antigüedad. Los egipcios aportaron al conocimiento médico y de la industria funeraria el uso de sustancias químicas y técnicas para embalsamar; son clásicas las descripciones anatómicas en las obras de Hipócrates, Galeno, Avicena, Vesalio, Leonardo da Vinci, entre otros, y las ilustraciones anatómicas de importantes artistas como el mismo da Vinci, Rembrandt y en la modernidad, Testur Latarget<sup>11</sup>.

Humanson afirma: “La sustitución del agua tisular por otros compuestos que permitan una mejor preservación y manejo de los organismos es un procedimiento de uso común en histología”<sup>12</sup>. Para Moyer y Polson: “en el caso de la conservación del organismo completo, las técnicas tradicionales son las taxidermias y el embalsamamiento”<sup>13</sup>; concluyendo Bradbury que: “se han ido mejorando permitiendo en la actualidad que las piezas preparadas puedan resistir varios grados de manipulación, desecación y vaciamiento por un periodo prolongado durante las disecciones, y pudiéndose guardar a temperatura ambiente logrando un lapso de hasta cinco años de uso continuo”<sup>14</sup>.

Sturdgess reporta que:

Para mejorar la presentación de los especímenes, los anatomistas han tratado de desarrollar una técnica para la preservación del tejido de manera que sea durable, seco y manipulable. El proceso de

---

<sup>11</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit., p. 99

<sup>12</sup> HUMANSON, J. Animal Tissue Techniques, citado por GUILLÉN, J. La plastinación, novedosa técnica de conservación de especímenes. En: Gaceta UNAM. No. 2626. 1992; p.24

<sup>13</sup> MOYER, J. Taxidermia practica  
POLSON, C. The disposal of the dead, citados por Ibid., p.24

<sup>14</sup> BRADBURY, A. Improved embalming procedure for long-lasting preservation of the cadaver for anatomy study, citado por Ibid., p.25

parafinación por Deegener y Berndt (1914); y Hochstetter y Schmeidel (1924), donde los especímenes eran secos y tenían una apariencia natural se acercó a este propósito, sin embargo, presentaban una limitada durabilidad, eran delicados, sensibles al calor e inflamables<sup>15</sup>.

El mismo autor expresa que: “El método tradicional para preservar tejidos es visto ampliamente en museos y escuelas de enseñanza, con especímenes contenidos en frascos de vidrio con soluciones Kaiserling (KIII), formol o mezclas de formalina/glicerina, lo cual hace difícil el estudio y examinación de los mismos”<sup>16</sup>.

Hildebrand complementa

”En la mayoría de los cordados, las piezas son fijadas con una solución de formol comercial al 8 o 10 % que permite una preservación de alrededor de 4 a 5 años”<sup>17</sup>. Sin embargo, autores como Kaplan, Slinzynska, Obe y Beek entre otros, comparten: “Diversos estudios han demostrado que el formol es un poderoso carcinógeno ya que causa mutaciones en varios tipos de organismos primitivos y en cultivo de células de mamífero”<sup>18</sup>. Frolich, et, al: Por lo que “las autoridades sanitarias de EE.UU. regulan su uso de forma estricta, recomendando el uso de otros fijadores como es el fenoxietanol”<sup>19</sup>.

Para Perkins y col: “Las propiedades del HCHO [formaldehído] en los procesos de preservación y conservación de los tejidos se descubrieron en 1893. No obstante, en ese momento se desconocía su alto potencial tóxico”<sup>20</sup>.

---

<sup>15</sup> STURDGESS, Op. cit., renglones 11-17

<sup>16</sup> Ibid., p. 8-10

<sup>17</sup> HILDREBRAND, Anatomical Preparations, citado por GUILLEN, Op. cit., p. 25

<sup>18</sup> KAPLAN, W. D. Formaldehyde as a mutagen in drosophila.  
SLIZYNSKA, H. Cytological analysis of formaldehyde - induced chromosomal changes in drosophila melanogaster.  
OBE, G. BEEK, B. Mutagenic activity of formaldehyde, citados por Ibid., p. 24-25

<sup>19</sup> FROLICH, et al. Phenoxyethanol as a nontoxic substitute for formaldehyde in long-term preservation of human anatomical specimens for dissection and demonstration purposes, citado por Ibid., p.25

<sup>20</sup> PERKINS y col. Formaldehyde exposure in a gross anatomy laboratory, citado por MORET de ARCIA, Olga. Contribución al estudio de los Efectos Tóxicos del Formaldehído. Mérida, Venezuela.

La Hoja de Seguridad para el formol al 37% complementa: "El formaldehído es un agente carcinógeno en animales. Ratas sometidas a exposiciones a altas concentraciones de vapores de formaldehído desarrollaron células cancerosas en la cavidad nasal. Similares exposiciones no han producido dichas células en ratones o hámster"<sup>21</sup>.

Nuevamente La Hoja de Seguridad para el formol al 37%<sup>22</sup>, describe que La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha determinado que, de acuerdo con su criterio basado en evidencias sobre seres humanos, animales y otros datos, el formaldehído debe ser clasificado como carcinógeno del grupo 2A, es decir, como "probable carcinógeno para los seres humanos".

Según Ballenger:

En 1979, el Instituto de Toxicología Química Industrial de Estados Unidos, publicó uno de los primeros trabajos relacionados con la toxicidad del formaldehído, concluyendo que era capaz de inducir la aparición de carcinomas en la mucosa nasal de ratas en experimentación, y alertando al mismo tiempo del riesgo que representa para la salud. De acuerdo con este mismo autor, "el formaldehído es cancerígeno en ratas y ratones. Esto establece la misma posibilidad en humanos, especialmente si están expuestos al aldehído por un tiempo suficientemente largo y a concentraciones altas. Además, el HCHO puede ser un "facilitador" para otros agentes oncogénicos."<sup>23</sup>

Pos su parte la Organización Mundial de la Salud<sup>24</sup>, afirma que estudios realizados por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer(IARC) concluyen que

---

1990. Credencial de merito (categoría Profesor Titular). Universidad de los Andes. Facultad de Medicina. Departamento de Ciencias Morfológicas. Unidad Académica de Anatomía Humana.

<sup>21</sup> HOJA DE SEGURIDAD para el formol al 37%. Según 91/155/CEE [online]. Actualización 31 de julio de 1994 [cited Noviembre de 2006]. Disponible en: <http://www.complucad.com/formol137.htm>

<sup>22</sup> Ibid.,

<sup>23</sup> BALLENGER. Some effects of formaldehyde on the upper respiratory tract, citado por MORET de ARCIA, Op. cit.,

<sup>24</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. Cáncer Press Release [online]. 15 Junio de 2004. [cited febrero de 2007]. No. 153. Disponible en: <http://www.iarc.fr/>

el formaldehído es carcinógeno para los seres humanos de acuerdo a nuevas investigaciones de personas expuestas al formaldehído que han aumentado el peso global de la evidencia. El grupo de expertos ha determinado que ahora hay suficientes evidencias de que el formaldehído causa cáncer nasofaríngeo en seres humanos, un cáncer raro en países desarrollados. Además, se están haciendo investigaciones para determinar a la leucemia como nueva consecuencia de la exposición al formol, sin embargo, los estudios son aun insuficientes para clarificar la evidencia.

En adición Oostrom<sup>25</sup>, expresa que cuestionamiento acerca del potencial carcinogénico aun no ha sido respondido con autoridad, sin embargo el Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud (NIOSH) recomienda que “el formaldehído debe ser manipulado como un potencial carcinogénico para reducir la exposición del operario”.

Según la Hoja de Seguridad para el formol al 37%: “Al contacto con la piel y ojos la disolución de formaldehído es un irritante moderado para la piel y severo para los ojos, puede causar endurecimiento y cuarteamiento de la piel e irritación de parpados y daños permanentes en ojos. También puede causar dermatitis y sensibilización de la piel en algunos individuos”.<sup>26</sup>

Nuevamente Oostrom infiere que: “Otros efectos a pesar de las bajas concentraciones son la conocida dermatitis alérgica al contacto directo con la piel, necrosis del tracto gastrointestinal aun en concentraciones del 1%”<sup>27</sup>.

La autora Moret de Arcia manifiesta:

Las manifestaciones clínicas determinadas por la exposición al formaldehído dependen, por lo general, de concentraciones elevadas del compuesto, y los síntomas son inmediatos y severos. En los casos graves, la muerte ocurre generalmente dentro de las primeras 10 horas de exposición al aldehído. En el 50% de éstos la recuperación es rápida y el pronóstico es bueno, aunque en algunos pacientes y de modo muy excepcional, se detecta la presencia de úlceras gástricas. Entre los síntomas de intoxicación se tiene: fuerte olor de formaldehído en el aire expirado, vómitos, epífora, irritación de los ojos, edema pulmonar,

---

<sup>25</sup> OOSTROM, Karine. Fixation of Tissue for Plastination: General principles. Canada: [cited 23 enero de 2007]; p. 8

<sup>26</sup> HOJA de SEGURIDAD para el formol al 37%. Según 91/155/CEE, Op. cit.,

<sup>27</sup> OOSTROM, Op. Cit., p. 8

disnea, y en ocasiones se observa la aparición de una neumonía secundaria. Posteriormente se puede presentar irritación y constricción de la garganta, piel pegajosa, vértigo, dolor abdominal, diarrea, convulsiones, daño renal, hematuria, anuria, y, en casos extremos, colapso cardiovascular, shock secundario, acidosis metabólica, coma y muerte. Si el paciente muestra una mejoría de su sintomatología en las primeras 48 horas, el pronóstico es bueno<sup>28</sup>.

Según La Hoja de Seguridad para el formol al 37%: “la toxicidad crónica por inhalación de vapores de formaldehído irritan todas las partes del sistema respiratorio superior y también afectan a los ojos. La mayoría de los individuos pueden detectar el formol en concentraciones tan bajas como 0.5 ppm, y según va aumentando la concentración hasta el actual límite de Exposición Máximo, la irritación se hace más pronunciada”<sup>29</sup>.

Moret de Arcia compone: “La exposición al formaldehído puede producir cambios vegetativos y trastornos neurológicos caracterizados por indigestión, anorexia, pérdida de la memoria, irritabilidad, náuseas y cefaleas. Las personas sensibles al formaldehído presentan reacciones alérgicas como asma bronquial y dermatitis”<sup>30</sup>.

Concluye Guillén: “Esto motivó la búsqueda de nuevos métodos de preservación de los organismos, entre los cuales destacan los desarrollados por Gunter von Hagens (1979) que se basan en la impregnación de especímenes con resinas sintéticas”<sup>31</sup>.

#### 4.1.1 Desarrollo de la técnica.

Guillén afirma: “Desde finales de los años cuarenta se han utilizado los polímeros sintéticos para la preservación de los organismos, incluyéndolos en bloques gruesos de resina los cuales no son de fácil manejo siendo utilizados como material de exhibición y de museo, teniendo una preservación inadecuada de la coloración natural, hecho por el cual se llega a recurrir a la restauración con colorantes sintéticos”<sup>32</sup>.

---

<sup>28</sup> MORET de ARCIA, Op. cit.,

<sup>29</sup> HOJA de SEGURIDAD para el formol al 37%. Según 91/155/CEE, Op. cit.,

<sup>30</sup> MORET de ARCIA, Op. cit.,

<sup>31</sup> GUILLEN, Op. cit., p. 25

El mismo anota:

Recientemente, se ha descrito un método de impregnación con polímeros sintéticos, el cual permite un mejor manejo de los organismos preparados, tanto para la enseñanza como para estudios anatómicos, este método ha recibido el nombre de plastinacion referenciada por varios autores entre ellos Von Hagen, 1979; Bickley, 1981; Kramer y Von Hagen, 1983; Von Hagen, 1987; la cual a tenido un gran éxito en la conservación de cadáveres y estudios patológicos<sup>33</sup>.

Jiménez e Isaza comentan:

La técnica de plastinacion fue inventada por el anatomista alemán Von Hagens, quien comenzó a trabajar en su desarrollo desde la década de los 70s del siglo XX y entre 1980 y 1982 patentó en Europa y Norteamérica los productos diseñados en su laboratorio como la silicona, polímeros y resinas de tipo epoxido, así como los catalizadores y equipo necesario para la técnica, e igualmente la plastinacion como tal; a finales del siglo XX entrego sus conocimientos al servicio de la humanidad y se dedicó a la exposición en diferentes partes del mundo – Pekín, Londres, Berlín- de obras artísticas que muestran en su integridad la anatomía humana y animal<sup>34</sup>.

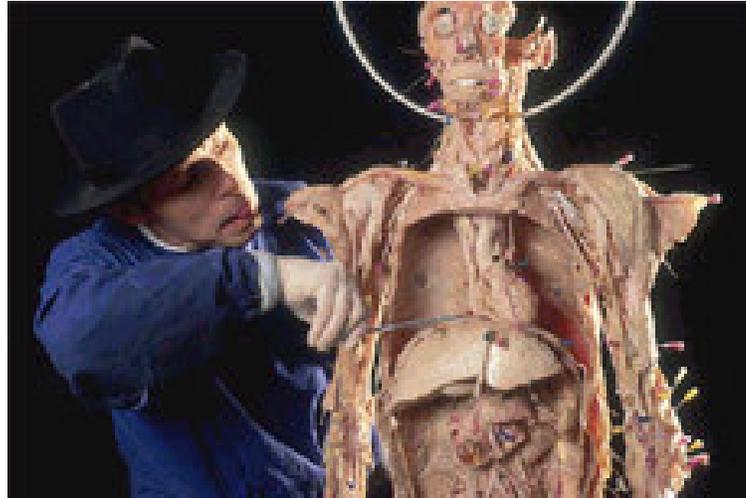
---

<sup>32</sup> Ibid., p.25

<sup>33</sup> Ibid., p. 25

<sup>34</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit., p.100

Figura 1. Gunther von Hagens, creador de la Plastinacion



Fuente: [www.bodyworlds.com](http://www.bodyworlds.com)

Grondin afirma que:

La plastinacion fue inventada en 1978 en la universidad de Heidelberg por el Doctor Gunther von Hagens, quien publicó el primer estudio describiendo éste revolucionario método en 1979. La técnica se expandió rápidamente por laboratorios humanos y veterinarios, primero en Europa y Norte América, y ahora es usada en más de 250 universidades y colegios alrededor del mundo. En abril de 1982 se realizó la primera “Conferencia Internacional en Plastinacion” en San Antonio, Texas. En 1986, participantes de la 3a Conferencia Internacional de Plastinacion crearon la “Sociedad Internacional para la Plastinacion”, inaugurando el “Journal of the Internacional Society for Plastinacion el 2 en enero de 1987. En julio de 1996, participantes de 20 países en la Universidad de Queensland, Australia, acudieron al 8va Conferencia Internacional en Plastinacion<sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> GRONDIN, Gilles. Plastination: A modern approach to chiropractic teaching. En: The Journal of the Canadian Association. Vol. 42. Iss. 2 (Junio, 2000); p. 6-7

Figura 2. Exhibición de especímenes en Koerperwelten (Body Worlds) Cologne.



Fuente: [www.nlb.gov.sg/CPMS.portal/](http://www.nlb.gov.sg/CPMS.portal/)

Castellanos, et al. complementa que: “Gunther Von Hagens, médico alemán de 55 años de edad, antiguo profesor de Anatomía de la Universidad de Heidelberg, Alemania, y actualmente profesor de la Universidad de Medicina en Dalian, China, es también fundador del Instituto de Plastinación en Heidelberg. Un megaproyecto para otro instituto de plastinación se desarrolla también ya en China”<sup>36</sup>.

Figura 3. Laboratorio de Plastinación (Heidelberg-Alemania)



Fuente: [www.bodyworlds.com](http://www.bodyworlds.com)

<sup>36</sup> CASTELLANOS, Maria et al. Evaluación de la técnica de plastinación aplicada a la hoja de la Rosa de Castilla (*Rosa gallica l.*). Iztacala: Facultad de Estudios Superiores UNAM. 1999.

Los mismos autores continúan diciendo:

La plastinación, hispanización de la voz alemana "plastination", término a su vez inventado por él mismo Von Hagens, es una técnica para la conservación de órganos y cuerpos que este médico patentó hace ya casi 25 años. El procedimiento aparentemente sencillo, esta basado en dos procesos de intercambio. Primero se reemplaza el agua del cuerpo por acetona, luego la acetona es a su vez reemplazada por una solución de sustancia plástica curable, un procedimiento que enlaza la anatomía con la moderna química de los plásticos<sup>37</sup>.

Según Sturdgess: "Durante la plastinacion, el agua del tejido y los lípidos son reemplazados por polímeros curables, y la clase de polímero usado determina las propiedades mecánicas (flexible o firme) y ópticas (opaco o transparente) del espécimen. La técnica envuelve cuatro pasos básicos: fijación, deshidratación, impregnación forzada con polímero y curación final del polímero"<sup>38</sup>.

Grondin afirma: "Desde 1994, se han usado especímenes plastinados en la Universidad de Québec a Trois-Rivieres en la enseñanza de anatomía, neuroanatomía, patología y radiología; siendo altamente apreciados por los estudiantes"<sup>39</sup>.

Strudgess dice: "A pesar de que la técnica no aun ampliamente conocida, está siendo usada en mas de 150 departamentos de anatomía, patología, ciencias forenses y biología alrededor del mundo"<sup>40</sup>.

Guillén afirma que: "En América latina no se han realizado estudios para llevar a cabo la plastinación de especímenes, y el único laboratorio que ha comenzado a realizar preparaciones de este tipo es el del departamento de plastinación y museografía médica de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la UNAM"<sup>41</sup>.

---

<sup>37</sup> Ibid.,

<sup>38</sup> STURDGESS, Op. cit.,

<sup>39</sup> GRONDIN, Op. cit., p. 6-7

<sup>40</sup> STURDGESS, Op. cit.,

<sup>41</sup> GUILLÉN, Op. cit.,

En contraste Castellanos et al. reportan: “La plastinación se practica en una gran cantidad de laboratorios en el mundo y en Latinoamérica en países como Venezuela, Brasil o México y permite el estudio y prevención de enfermedades”.<sup>42</sup>

Tal es el caso de los reportes realizados por Olivares Adaro y Valenzuela:

Las unidades de Anatomía de la Facultad de Ciencias Veterinarias y de Medicina, de la Universidad de Chile, están empeñadas en un trabajo conjunto, para estructurar un museo anatómico, que permita el óptimo aprendizaje de los educandos tanto de pre como de postgrado. Por otra parte permitiría realizar labores de extensión universitaria a colegios y otras instituciones interesadas en el tema, mediante visitas guiadas, prestación de servicios, asesorías o cualquier otra iniciativa de carácter formativo. Para ello la plastinación aparece como la técnica anatómica ideal para cumplir dicho objetivo, la cual no obstante ser mucho más costosa desde el punto de vista de su implementación en equipamiento e insumos, otorga piezas de gran belleza y de un grado de preservación admirable, razón por la cual se justifica plenamente una inversión en este sentido.<sup>43</sup>

Igualmente Jiménez e Isaza<sup>44</sup>, argumentan que en Colombia, los controles gubernamentales para la obtención y el manejo de la acetona y los altos costos de importación de la silicona y los polímeros recomendados para la plastinación, han dificultado la realización del proceso; a ello cabe añadir la carencia de una infraestructura adecuada”. No obstante, la Universidad de Antioquia ha comenzado a utilizar materiales disponibles en el país obteniendo buenos resultados.

#### 4.1.2 La técnica en el proceso de enseñanza / aprendizaje

Para Grondin: “La técnica de plastinación permite la preparación de especímenes “reales” que son secos, sin olores, durables y no tóxicos los cuales pueden ser usados en el salón de clase tanto como en el laboratorio. Estas características dan

---

<sup>42</sup> CASTELLANOS, et al, Op. cit.,

<sup>43</sup> OLIVARES, ADARO y VALENZUELA, Op. cit.,

<sup>44</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit., p.101

la oportunidad de manipular los especímenes sin el uso de equipo protector a profesores y estudiantes”<sup>45</sup>.

Roach<sup>46</sup>, entrevista a Dr. Judith Vander Woude profesora asistente de la escuela Calvin en Grand Rapids, Michigan, donde se utilizan modelos plastinados; quien resalta que “los estudiantes se asombran al ver una cosa real, resultando en algo absolutamente maravilloso”.

Stuart y RW argumentan:

Como científicos y docentes, nosotros tenemos la responsabilidad de preguntarnos porque no siempre logramos estimular a todos los estudiantes. Hay muchas razones, pero una alternativa que ha incrementado las percepciones del estudiante en nuestros cursos introductorios ha sido la adición de especímenes plastinados. Este material seco, sin olores y pre- diseccionado evita el disgusto de muchos estudiantes que se oponen a las disecciones en principio. Esto es frecuentemente por el limitado conocimiento de las diferencias filosóficas entre los objetivos de los derechos animales y cuidado animal, pero representa un problema común que debe ser mencionado<sup>47</sup>.

Para Rubiano, Aldana y Riascos<sup>48</sup>, en la actualidad se busca facilitar el aprendizaje del estudiante mediante recursos didácticos, sencillos y prácticos. El interés que surge inicialmente en el campo de la morfología humana permite que el alumno entre en contacto con las estructuras del cuerpo humano para identificarlas, describirlas y luego palparlas. Es así como los cadáveres solos, no son material suficiente para la comprensión de la anatomía. Sin demeritar la valiosa ayuda que nos brinda la disección, es obvio que no se puede llegar a ella, sin tener los conocimientos morfológicos necesarios.

---

<sup>45</sup> GRONDIN, Op. cit., p. 6-7

<sup>46</sup> ROACH, Op. cit.,

<sup>47</sup> STUART y RW, Op. cit.,

<sup>48</sup> RUBIANO, Miguel; ALDANA, Diego Y RIASCOS, Roy. Propuesta y Estandarización de la Técnica de Plastificación en encéfalos Humanos: Una técnica alternativa en la preservación de especímenes anatómicos para la docencia [online]. 2005, vol.14, no. 2. Revista de la Sociedad de Cirugía de Bogotá - Hospital de San José y la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Bogotá. Repertorio de Medicina y Cirugía; renglones 5-10. Disponible en: <http://www.fucsalud.edu.co/repertorio>

Nuevamente Stuart y RW señalan: “Los especímenes plastinados no tienen olor alguno, pueden durar años sin necesidad de reemplazo, reduciendo sustancialmente el número de especímenes necesarios para disecciones de laboratorio”<sup>49</sup>.

Olivares, Adaro y Valenzuela resaltan: “La plastinación puede ser usada con todo tipo de material biológico humano y animal, por lo que su potencial de uso a nivel universitario no solo se limita al estudio de la Anatomía Normal, sino también se puede explotar su aplicación en áreas tales como la Anatomía Patológica, Embriología, etc. Además, vale la pena mencionar que es de gran utilidad en la génesis de material de Museo”.<sup>50</sup>

Por otra parte Roach<sup>51</sup> afirma: En la Escuela Media de la Universidad de Michigan, están siendo usados órganos plastinados en conjunto con programas de “anatomía virtual”, se puede sostener el espécimen y estudiar en el computador al mismo tiempo; ésta es una poderosa herramienta para el aprendizaje.

Igualmente Bravo refiere: “Como una ayuda adicional para los estudiantes, un variado número de plastinados han sido fotografiados y esas imágenes digitales han sido animadas con el software Flash de Macromedia, para crear verdaderos módulos de auto instrucción, que hemos demostrado con estudios estadísticos son de gran utilidad en el aprendizaje de los alumnos”.<sup>52</sup>

Estudios de Douglass y Glover afirman:

El Public School District of Midland (Michigan), el Laboratorio de Plastinación de la Universidad de Michigan y la Corporación Dow Corning realizaron un test para evaluar la eficacia del uso de especímenes plastinados para enseñar la estructura anatómica en contraste con los especímenes húmedos tradicionalmente usados. Después de dos años de experiencia, el estudio reportó que los especímenes fueron aceptados con entusiasmo por estudiantes y profesores, y probaron ser muy efectivos como ayudas para los

---

<sup>49</sup> STUART y RW, Op. cit.,

<sup>50</sup> OLIVARES, ADARO y VALENZUELA., Op. cit.,

<sup>51</sup> ROACH, Op. cit.,

<sup>52</sup> BRAVO, Hermes. Plastinación, una herramienta Adicional para la Enseñanza de la Anatomía [online]. International Journal of Morphology. Vol.24 No.3 (Septiembre de 2006); p. 475-480. Disponible en: <http://www.scielo.cl> ISSN 0717-9502.

estudiantes, en el aprendizaje y comprensión de principios anatómicos. La respuesta de las encuestas fue sorprendentemente positiva.<sup>53</sup>

Nuevamente reportan Stuart y RW<sup>54</sup>, que el impacto acerca del uso de este tipo de material en diferentes instituciones educacionales ha sido tan significativo que se esta desarrollando un museo publico para exhibir estos especimenes. El objetivo es proveer un espacio en el cual, la gente del común aprenda aspectos de anatomía humana y desarrollo, también como el impacto de una enfermedad. Recientes artículos de periódico educan al público acerca de los beneficios de la plastinacion y la respuesta ha sido asombrosamente positiva.

Figura 4. Exposición de especimenes plastinados



Fuente: OLIVARES, R; ADARO, L. y VALENZUELA, S. Plastinacion, una nueva técnica anatómica. En: Revista TECNOVET. Chile. Vol.5. No. 3 (Diciembre 1999)

---

<sup>53</sup> DOUGLASS, Claudia y GLOVER, Roy. Plastination: Preservation technology enhances biology teaching. [online] Washington: The American Biology Teacher. Vol. 65, Iss. 7 (Septiembre, 2003); p.503. Dirección URL: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=434903161&sid=4&Fmt=4&clientId=57068&RQT=309&VName=PQD>. ISSN 00027685

<sup>54</sup> STUART Y RW, Op. cit.,

Douglass y Glover describen ventajas de los especímenes plastinados:

- Son secos y pueden ser manipulados sin guantes.
- No son tóxicos y no exudan gases o fluidos.
- Pueden ser llevados del laboratorio hacia el salón de clases para argumentar, asistir y revisar lecturas.
- Pueden ser diseccionados o seccionados para exponer estructuras difíciles y observar relaciones anatómicas.
- Pueden ser usados para desarrollar una biblioteca de especímenes únicos que demuestren patologías o defectos del desarrollo poco frecuentes.
- Pueden ser usados con rótulos y diagramas descriptivos para mejorar grandemente el aprendizaje del estudiante.
- Pueden ser marcados con alfileres para propósitos evaluativos.
- Pueden ser usados en combinación con materiales de software o imágenes digitalizadas para acompañar programas de aprendizaje individuales.
- Pueden ser fácilmente almacenados cuando no están en uso.
- Son durables y si son manipulados podrán resistir años de uso continuo<sup>55</sup>.

Jiménez e Isaza enuncian otras ventajas de los especímenes plastinados:

- Al cerrar completamente los recipientes en que se realiza, disminuye la exposición a vapores de sustancias químicas incluyendo el formaldehído.
- Por su acabado elimina por completo el riesgo de exposición a agentes biológicos y permite la manipulación sin necesidad de las medidas de bioseguridad del usuario final.
- Facilita la preservación durante más tiempo.

---

<sup>55</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

- Resiste con mayor facilidad el trato, a veces inadecuado, por parte de los diferentes usuarios.
- Es la técnica de preservación para la anatomía del siglo XXI.<sup>56</sup>

Otra característica sustentada por los estudios de Castellanos et. al., se refiere a que: “la técnica de plastinacion permite la conservación de estructuras microscópicas de tejido vegetal y que la tinción aplicada en técnica histológica resultó efectiva en la plastinacion”.

Para Douglass y Glover: “En adición a todos los beneficios descritos por estudiantes, profesores y autoridades de las instituciones, hay un beneficio igualmente importante que no debe ser sub- valorado. Ésta alternativa podría disminuir significativamente el numero de animales, la contaminación producida por el material biológico de desecho, y la discusión del estudiante con respecto al uso animal.”

Concluye Grondin<sup>57</sup>, a pesar de que la técnica de plastinacion tome tiempo, es un método valioso porque los preparados son permanentes y pueden ser procesados a un costo relativamente bajo. Han probado ser extremadamente útiles en la enseñanza de anatomía general, seccional, neuroanatomía, patología, cirugía, tanto como en investigación en embriología, ciencias morfológicas; en adición, comparados con los especímenes de los museos usuales preservados en frascos, los especímenes plastinados son muy atractivos, razón por la cual una exhibición en 1996 en Osaka, Japón reunió mas de 250.000 personas.

---

<sup>56</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit., p.104

<sup>57</sup> GRONDIN, Op. cit., p.5

Figura 5. “Jinete Plastinado” por Gunther von Hagens



Fuente: [www.bodyworlds.com](http://www.bodyworlds.com)

#### 4.1.3 Proceso

Grondin<sup>58</sup>, resume que primero, el espécimen biológico necesita ser fijado. Después, el agua y parte de grasa se sustituyen por un solvente intermedio (deshidratación). Por último (impregnación), el solvente será reemplazado por un polímero, el cual será curado para lograr un resultado seco y de fácil uso.

Oostrom<sup>59</sup> menciona que sin importar el tipo de espécimen o polímero utilizado, los cuatro pasos fundamentales son los mismos: Fijación, Deshidratación, Impregnación forzada y Curado.

- Fijación

Oostrom<sup>60</sup> describe dos razones para resaltar la importancia de fijar el tejido:

---

<sup>58</sup> GRONDIN, Op. cit., p.3.

<sup>59</sup> OOSTROM, Op. cit., p.3.

<sup>60</sup> Ibid., p.3.

1. Ningún tejido podría sobrevivir a los baños de acetona y siendo impregnado al vacío, ni mucho menos al curado. Pero muchas enzimas parecen estar intactas y biológicamente. Al fijar el tejido se desnaturalizan estas enzimas evitando el desagradable olor del tejido.

2. La incorporación química de un fijador dentro de la estructura molecular de un tejido hace al espécimen firme y más capaz de resistir la contracción durante los pasos siguientes.

Sturdgess señala que: “para muchos especímenes la fijación es sumamente necesaria para evitar toda actividad enzimática, debido a que muchas enzimas sobrevivirían todos los procesos siguientes y causarían olor de putrefacción en los especímenes plastinados”<sup>61</sup>.

Según Grondin:

Se puede usar cualquier método de fijación usando solución de formalina en concentraciones de 5 a 20%. Para mejorar la preservación del color, se recomienda usar la solución fría de Kaiserling (4 °C) con formalina al 5% para la fijación. Los especímenes son generalmente fijados por inyección a través de los vasos sanguíneos (si estos no son previamente llenados con material colorante), por infiltración (inyección en músculos) o por inmersión en la solución fijadora<sup>62</sup>.

El mismo autor continúa:

Dependiendo de la talla del espécimen y el método de fijación utilizado, este paso toma entre 1 y 3 semanas. Especímenes con alto contenido de grasa como cerebro, necesitan una mayor concentración de formalina y tiempo de fijación. Especímenes preservados por más de 10 años también pueden ser plastinados, a menos de que estén en soluciones que contengan glicerol. Estos tendrían que ser enjuagados fuertemente para remover todo el glicerol antes de ser plastinados<sup>63</sup>.

---

<sup>61</sup> STURDGESS, Op.cit.,

<sup>62</sup> GRONDIN, Op. cit., p.4

<sup>63</sup> Ibid., p.4

Para Jiménez e Isaza: “durante esta etapa se recomienda disecar según las estructuras que se quiera demostrar y el objetivo por el cual se va a realizar todo el proceso, así como el uso de soluciones de hierro u otras para la preservación del color natural del órgano o cadáver”<sup>64</sup>.

Grondin complementa: “El material colorante puede inyectarse para ilustrar el sistema vascular, no obstante esto solo se puede hacer con especímenes frescos, antes de la fijación”<sup>65</sup>.

Oostrom afirma: “Para la fijación se debe evitar el uso de glicoles, gliceroles o cualquier sustancia parecida porque estos interfieren con el curado del material. Se usan concentraciones fijadoras en un rango de 1-20% de formalina en agua, usualmente 5%. Es decir, que la solución comercial de formalina es diluida en agua”<sup>66</sup>.

El mismo autor<sup>67</sup> menciona cinco métodos para una buena fijación:

- inmersión: se consigue introduciendo el espécimen dentro del fijador. Es especialmente indicado para especímenes delgados tales como aortas. La baja temperatura (1-5°C) retarda la putrefacción y afecta la penetración del fijador. Además, esto favorece la preservación del color.
- Inyección: es la introducción del fijador vía vascular utilizando una cánula plástica o un pedazo de tubo flexible. En la mayoría de los casos se usan las arterias, rara vez las venas. Indicado para cuerpos enteros o extremidades.
- Perfusión: se define como el lavado a chorro constante del sistema vascular de cuerpos enteros, órganos o extremidades con fluido, el cual se inyecta en una arteria principal y es drenado a través de capilares y venas. La perfusión con agua se usa para evacuar la sangre de los vasos y siempre precede a la fijación para evitar el bloqueo de algún vaso y la fijación total. En el proceso de plastinación

---

<sup>64</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit., p.100

<sup>65</sup> GRONDIN, Op. cit., p.4

<sup>66</sup> OOSTROM, Op. cit., p.4

<sup>67</sup> Ibid., p.5-6

este paso es comúnmente usado en órganos tales como riñón, corazón e hígado.

- Infiltración: En plastinación, se define como “la inyección directa del fijador dentro del tejido”. No se usan los vasos y se emplea para especímenes muy gruesos para la inmersión (mas de 2-3mm) y no pueden ser inyectados, o su sistema vascular esta dañado o inyectado con material coloreado.
- Dilatación: en Heidelberg, éste termino significa la distensión de órganos huecos por aplicación del fijador bajo presión hidrostática. La ventaja de la dilatación es que se mantiene el tamaño natural del órgano. El fijador se difunde a través de la pared del órgano, fijándolo en su forma distendida. Puede ser usada para la fijación de corazones, riñones y pulmones.

Con respecto a la preservación del color, Ostrom<sup>68</sup> recomienda:

- Fijar por el menor tiempo posible: un insecto es fijado en cuestión de horas mientras que un espécimen grande deberá dejarse por un tiempo máximo de tres semanas. La fijación se termina cuando todas las células del espécimen estén en contacto con la suficiente concentración de formalina por una hora. La fijación a bajas temperaturas (5 °C) favorece la preservación de color, retarda la putrefacción y tiene un limitado efecto en la penetración del fijador.

- Fijación en frío: es la fijación y deshidratación simultánea de especímenes preenfriados a 5°C en una mezcla de 95 partes de acetona (en volumen) y 5 partes de formalina que se llevan a -25°C. la formalina se estabiliza con metanol al 10%. Es utilizada particularmente para peces y hongos.

- Fijación con solución Kaiserling: usada para cuerpos enteros que se cortaran en rebanadas y se plastinaran con Biodur S10, Biodur PEM 27 o Biodur E12. la composición de esta solución es: 3.00 gr. de acetato de potasio, 150 gr. de nitrato de potasio, 200 ml de formalina y 800 ml de agua desmineralizada. Para un cuerpo humano entero, se necesitara cerca de 20 litros de la mezcla.

---

<sup>68</sup> Ibid., p.5-6

- Deshidratación

Según Grondin: “Los diferentes polímeros usados no son miscibles con agua. Por tanto, los especímenes deben ser deshidratados totalmente para permitir la penetración del polímero. Este paso puede lograrse con baños de etanol, pero el proceso estándar es la sustitución helada con acetona a  $-25^{\circ}\text{C}$ ”<sup>69</sup>.

Sturdgess complementa:

Actualmente se usan dos métodos, la deshidratación en etanol y la deshidratación con el proceso estándar de sustitución en congelación con acetona a  $-25^{\circ}\text{C}$  con dos a tres cambios de acetona por cerca de tres a cinco semanas. El espécimen se congela inmediatamente a la inmersión en la acetona lo cual estabiliza su tamaño, reduciendo la retracción del tejido.

Grondin describe:

La sustitución con acetona lleva tiempo. El espécimen se congela inmediatamente al ser sumergido en acetona. Esto estabiliza su talla y la retracción se reduce considerablemente. Este proceso generalmente requiere 3 a 5 semanas, con 3 cambios de acetona. Finalmente, el contenido de agua debe ser menor del 1%. Los especímenes ricos en lípidos deben ser sumergidos en acetona a temperatura ambiente por una semana para eliminar los lípidos y ser impregnados. En la plastinación con resina epoxica se requiere un baño extra con metilene cloride para aumentar la transparencia.

Jiménez e Isaza<sup>70</sup> recomiendan la inmersión del preparado en baños de acetona por debajo de  $15^{\circ}\text{C}$ , con una concentración no mayor al 70%; semanalmente se cambia el baño aumentando la concentración por lo menos hasta un 99%, la cual se determina mediante un acetanometro, que no esta disponible en nuestro medio. La baja temperatura evita la contracción de los especímenes, denominada retracción.

---

<sup>69</sup> GRONDIN, Op. cit., p.5-6

<sup>70</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit., p.100

- Impregnación del polímero

Grondin describe:

Se han usado tres polímeros diferentes de acuerdo al objetivo del espécimen. El polímero mas ampliamente usado es echo de silicona y produce especimenes semi-flexibles y tridimensionales. El segundo grupo corresponde a la resina epoxica, la cual produce cortes transparentes y delgados de partes del cuerpo. El tercer grupo de polímero, hecho de resina poliéster es exclusivamente usado para la preparación de cortes opacos de cerebro. Ésta característica especial incrementa la el contraste entre el color gris y blanco de la sustancia<sup>71</sup>.

Jiménez e Isaza<sup>72</sup> argumentan que las siliconas se utilizan para preparados flexibles y los polímeros y epoxidos para realizar la inclusión de cortes axiales o sagitales de segmentos corporales útiles en la comparación con las imágenes de tomografía o la resonancia magnética.

Grondin menciona: “la impregnación con silicona usualmente lleva 3 o 4 semanas, mientras las resinas epoxicas y poliéster se impregnan en unos pocos días debido a las capas delgadas del producto (2.54mm)”<sup>73</sup>.

Bravo aporta: “la silicona es un polímero que proporciona preparados opacos con consistencia de goma rígida. Por lo tanto, se recomienda para disecciones bien ejecutadas, preparaciones que muestren las estructuras que se quiere destacar en primer plano o en niveles diferentes y que puedan ser removidas como un modelo desarmable”<sup>74</sup>.

Nuevamente Bravo<sup>75</sup> menciona que la resina poliéster es un polímero que se puede obtener en el mercado nacional (Chile) y proporciona preparados donde se aprecian varios planos, cuando son observados con minuciosidad. Las preparaciones son rígidas y fáciles de fracturar. Esta técnica es recomendada para cortes de diferentes segmentos corporales

---

<sup>71</sup> GRONDIN, Op. cit., p.4-5

<sup>72</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit., p. 100-101

<sup>73</sup> GRONDIN, Op. cit., p. 4-5

<sup>74</sup> BRAVO, Op. cit., p.477

<sup>75</sup> Ibid., p. 475-476

Grondin afirma:

La impregnación se denomina forzada, debido a que se realiza en una cámara de vacío donde los especímenes saturados en acetona se sumergen en un baño de polímero líquido. Al utilizar una bomba de vacío la acetona cambia de su fase líquida a vapor y es aspirada. La extracción de la acetona crea un vacío dentro del espécimen que fuerza la penetración del polímero en éste a un nivel microscópico. Debido a la alta presión del vapor de la acetona y baja presión del vapor del polímero, la bomba de vacío solo extrae la acetona. Este proceso se evalúa mediante observación de burbujas de gas en la superficie del polímero.

Para Sturdgess<sup>76</sup> la impregnación forzada es el intercambio al vacío de acetona (en el caso de sustitución en congelación) con el polímero; usando la diferencia en la presión de vapor de los fluidos y la estabilidad relativa de la estructura celular. Éste proceso se lleva a cabo por medio de una cámara de vacío a -25°C, al emplear silicona y, al aplicar el vacío, la acetona es extraída constantemente fuera del espécimen permitiendo la entrada del polímero, hasta que se alcanza un vacío final de 2 a 15mm de Hg.

Hagens y Weber describen que: “la velocidad de impregnación depende del espécimen y de la clase de polímero usado; la formación de burbujas de gas por medio de una ventana en el contenedor, es un indicador útil de la velocidad de impregnación”<sup>77</sup>.

Strudgess dice: “Finalmente, los especímenes pueden ser colocados en posición anatómica y arreglados para exposición o estudio”<sup>78</sup>.

---

<sup>76</sup> STURDGESS, Op. cit.,

<sup>77</sup> HAGENS, G. Heidelberg Plastination Folder.  
WEBER, W. Step by step introduction into the S10 Standard Technique for Plastination, citados por STURDGESS, Op. cit.,

<sup>78</sup> STURDGESS, Op. cit.,

- Curado

Grondin<sup>79</sup> expone que los especímenes se retiran del baño de polímero y se llevan a curado por procesos diferentes según el polímero usado; los especímenes impregnados con silicona necesitan una cámara de vacío saturada con un endurecedor gaseoso a temperatura ambiente. El curado para la resina epoxica se realiza a 45 °C y el curado final en horno toma cerca de una semana. El curado para resina poliéster se inicia con exposición de luz Ultravioleta por 45 minutos y se completa en un horno a 45 °C por 5 días.

Jiménez e Isaza<sup>80</sup> agregan que para la silicona se utiliza una cámara de vacío por un periodo de 3 días y luego se mantiene el espécimen hasta por 6 meses en un recipiente o bolsa sellados dependiendo del tamaño del espécimen. para cortes impregnados con polímeros o epoxidos se usa ultravioleta por 24 horas; eliminando durante esta etapa los restos de material utilizado. Finalmente, la dirección de las piezas que están en esta etapa pueda haberse llevado a cabo durante las etapas de deshidratación e impregnación.

#### 4.2 ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA BOVINA

Gloobe describe: “El aparato genital de la hembra esta integrado por los ovarios, tubas uterinas u oviductos y cuernos del útero como formaciones pares, y el cuerpo y cuello uterino, la vagina, el vestíbulo vaginal, la vulva y el clítoris como impares”<sup>81</sup>.

Según Dyce, Sack y Wensing: “la porción del tracto reproductor que esta situada en la pelvis es especialmente variable, dependiendo de la edad, el estado fisiológico, la fase de gestación y la historia anterior de la vaca”.<sup>82</sup>

Los mismos autores exponen que:

---

<sup>79</sup> GRONDIN, Op. cit., p.6

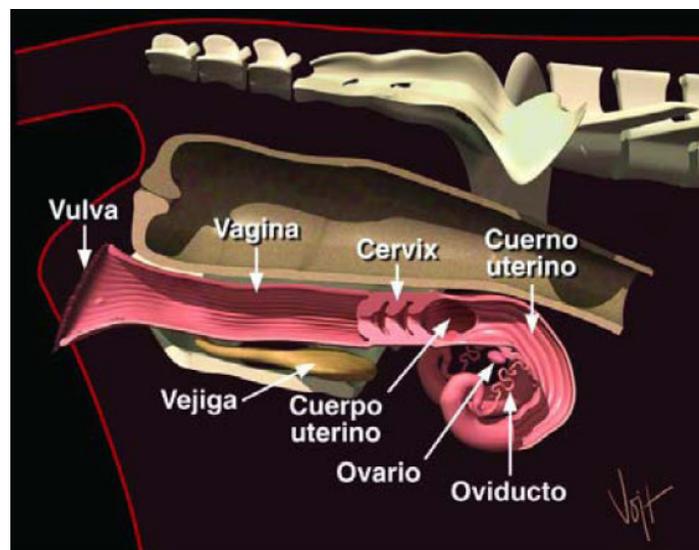
<sup>80</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit., p.100-101

<sup>81</sup> GLOOBE, Hanan. Anatomía Aplicada del Bovino. San José, Costa Rica: IICA. 1989. p.116

<sup>82</sup> DYCE, K.; SACK, W. y WENSING, C. Anatomía Veterinaria. 2da edición. México: McGraw Hill Interamericana. 1999. p.769

Las peculiaridades topográficas principales de los órganos reproductores femeninos de los rumiantes son consecuencia del descenso de los ovarios fetales, que es más considerable que en otras especies animales domésticas. Los ovarios adultos están situados en la parte más caudal del abdomen; como resultado de esto, los cuernos uterinos son arrastrados también caudalmente hacia sus fijaciones ováricas y, excepto durante la gestación avanzada, no adoptan posiciones más craneales en la cavidad abdominal.<sup>83</sup>

Figura 6. Sistema reproductor de la hembra bovina (vista lateral)



Fuente: DEJARNETTE, Mel y NEBEL, Ray. Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. USA: Select Reproductive Solutions by Select Sires. [online]

#### 4.2.1 Ovarios y oviducto

Dyce, Sack y Wensing afirman:

El ovario bovino es un órgano de consistencia firme, de forma irregular, aunque generalmente ovoide, y de tamaño sorprendentemente pequeño (4 x 2.5 x 1.5 cm aproximadamente) en comparación con el tamaño del animal. Está unido a la pared corporal inmediatamente antes de la entrada a la pelvis y al tracto genital por su inclusión en el ligamento ancho. El ovario se encuentra generalmente relacionado con

<sup>83</sup> Ibid., p.777

la parte ventral del cuerpo del ilion, a nivel aproximado en que el útero se bifurca, pero su posición se ve influenciada por la historia reproductiva anterior de la hembra. Los folículos y cuerpos lúteos pueden proyectarse desde cualquier parte de la superficie ovárica.<sup>84</sup>

Gloobe<sup>85</sup> describe que los ovarios están situados en la región sub-lumbar, a media altura, en la entrada de la pelvis. están sujetos por el mesovario, que arranca del peritoneo. Son cubiertos por un tejido fibroso llamado túnica albugínea, que presenta en su superficie muchas cicatrices y folículos a punto de romperse, o cuerpos lúteos. Si el ovulo es fecundado, el cuerpo lúteo se desarrolla y se hace mas grande y permanece durante toda la gestación (cuerpo lúteo gravidico).

Salazar anota que: “la vía mas común para examinar los ovarios en el animal vivo es la rectal por lo que su topografía no es tan determinante como la de otras viseras. La palpación del ovario se consigue por la referencia de los cuernos del útero a los que están fijados por el ligamento propio del ovario, mientras que el mesovario, los sujeta a la pared abdominal”.<sup>86</sup>

Según Dyce, Sack y Wensing:

La trompa uterina es bastante larga, pero debido a su trayecto flexuoso, su comienzo y su fin están situados bastante próximos entre si. El infundíbulo es de paredes bastante delgadas y se encuentra situado sobre la parte lateral del ovario en el borde libre del mesosalpinx. El segmento siguiente de la trompa adopta una disposición muy sinuosa en la pared lateral de la bolsa ovárica hasta que llega a unirse con el extremo del cuerno uterino; este segmento se divide, en sentido cráneo caudal, en ampolla e istmo, aproximadamente en proporción 2:1 con un diámetro mayor de la ampolla.<sup>87</sup>

---

<sup>84</sup> Ibid., p.777-778

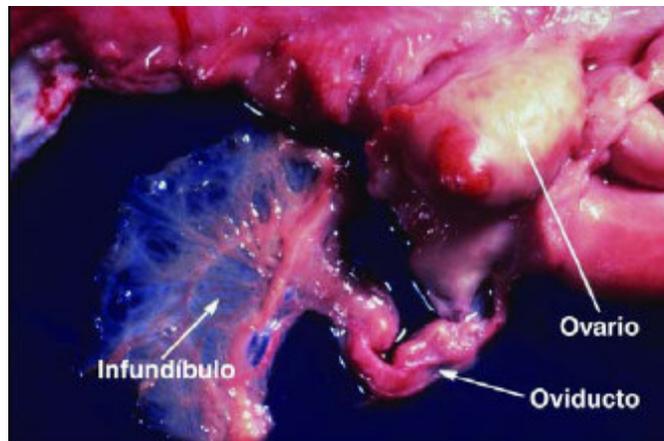
<sup>85</sup> GLOOBE, Op. cit., p.116

<sup>86</sup> SALAZAR, Ignacio. Anatomía practica del Ganado vacuno. Barcelona, España. Grass-latros. 1999. p. 100

<sup>87</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p. 778

Gloobe<sup>88</sup> sostiene que los tubos uterinos, salpinges y oviductos; son tubos músculo- membranosos muy estrechos, que discurren en forma serpenteada por el mesosalpinx. El extremo ovárico se ensancha y tiene forma de embudo; denominándose infundíbulo; su borde esta formado por prolongaciones irregulares llamadas fimbrias, situadas en la parte lateral del ovario en el margen libre del mesosalpinx. La porción media de la trompa es la ampolla y la ultima se llama istmo, con una relación 2:1.

Figura 7. Infundíbulo, ovario y oviducto



Fuente: DEJARNETTE, Mel y NEBEL, Ray. Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. USA: Select Reproductive Solutions by Select Sires. [online]

#### 4.2.2 Útero

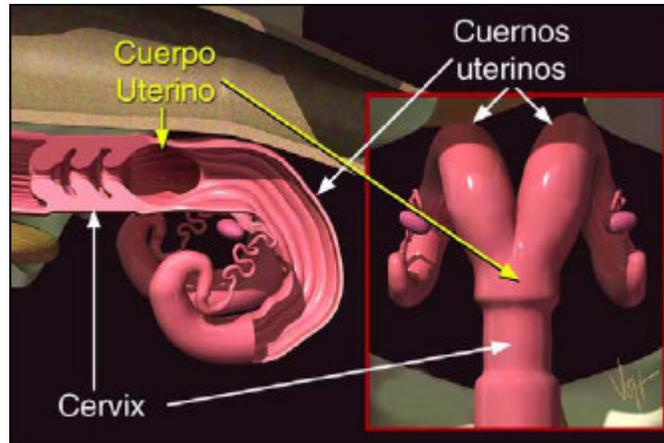
Gloobe<sup>89</sup> señala que el útero consta de dos cuernos, cuerpo y cuello. Se sitúa en la cavidad pélvica entre el recto (dorsal) y la vejiga urinaria (ventral); los cuernos uterinos pueden sobrepasar la cresta del pubis hacia el abdomen. En vacas que han tenido varias gestaciones, el útero se sitúa casi completamente en la cavidad abdominal y solo el cuello se encuentra sobre el pubis. Durante la preñez, el útero sufre una hipertrofia e hiperplasia considerable, que modifica su volumen, forma, dirección, situación y sus relaciones.

---

<sup>88</sup> GLOOBE, Op. cit., p.118

<sup>89</sup> Ibid., p.118

Figura 8. Útero bovino



Fuente: DEJARNETTE, Mel y NEBEL, Ray. Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. USA: Select Reproductive Solutions by Select Sires. [online]

Dyce, Sack y Wensing afirman:

La mayor parte del supuesto cuerpo esta formada por la fusión incompleta de las partes caudales de los cuernos, que se encuentran una al lado de la otra, rodeadas y revestidas por una serosa y una capa muscular comunes. La verdadera estructura se pone de manifiesto por la presencia de un surco dorsal que se hace mas pronunciado hacia el punto de bifurcación. En la zona en que los cuernos divergen, los tejidos superficiales ocupan espacio entre ellos, formando los ligamentos intercornuales dorsal y ventral que limitan un pequeño receso, abierto cranealmente y muy adecuadamente dispuesto para permitir la fijación del órgano por la introducción de un dedo durante el examen por vía rectal.<sup>90</sup>

Los mismos describen:

El verdadero cuerpo del útero es muy corto. El aspecto externo es poco informativo y su límite craneal es difícil de determinar por inspección externa. El límite caudal es más fácilmente detectable por la consistencia firme del cérvix, que se proyecta caudalmente hacia la vagina, donde esta rodeado por un fórnix anular. Cada uno de los cuernos mide aproximadamente 35 cm de longitud con su tercio caudal

<sup>90</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op.cit., p.778

incorporado en el falso cuerpo, el verdadero cuerpo mide escasamente unos 3 cm y el cérvix unos 8-10 cm de longitud.<sup>91</sup>

Según Gloobe: “el cuerpo del útero es cilíndrico, parece mayor de lo que es, ya que las porciones caudales de los cuernos están cubiertas por un peritoneo común (perimetrio). Su longitud es de cerca de 4 cm y el fondo corresponde a la porción craneal, de la cual divergen los cuernos uterinos y se comunican cada uno independientemente, por una abertura”.<sup>92</sup>

El mismo autor ilustra: “Los cuernos tienen una longitud de 34-45 cm; el diámetro disminuye hacia la extremidad libre (que conecta con el oviducto). El cuerno se encorva en forma espiral, primero hacia abajo y adelante y luego hacia atrás y arriba. En el lugar de divergencia, los dos cuernos se unen por medio de un ligamento intercornual dorsal y ventral”.<sup>93</sup>

Según Dyce, Sack y Wensing: “Las carúnculas de la vaca madura pero no gestante tienen, cada una de ellas, unos 15 mm de longitud y se proyectan por encima de la superficie que les rodea. Aproximadamente unas 40 están dispuestas en hileras mas o menos regulares en las partes mas anchas de cada cuerno, reduciéndose a una doble hilera en los extremos craneales de los cuernos”.<sup>94</sup>

Los mismos autores mencionan: “La luz del cérvix se cierra por una serie de proyecciones irregulares de su superficie que engranan entre si y que constituyen el resto de tres o cuatro pliegues circulares bastante mas regulares. El último de estos anillos se proyecta hacia la vagina. La mucosa cervical presenta también pequeños pliegues o crestas de orientación longitudinal, que hacen intersección con los anillos o pliegues circulares”.<sup>95</sup>

---

<sup>91</sup> Ibid., p. 778-779

<sup>92</sup> GLOOBE, Op. cit., p. 119

<sup>93</sup> Ibid., p.119.

<sup>94</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p. 779

<sup>95</sup> Ibid., p.780

### 4.2.3 Vagina

Dyce, Sack y Wensing<sup>96</sup> describen que la parte final del tracto genital esta formada por la vagina y el vestíbulo, en proporción aproximada de 3:1 en longitud. El limite ente ambos esta marcado por la desembocadura de la uretra, que penetra ventralmente el tracto genital. La vagina es un segmento del tracto genital sin la presencia de estructuras especiales que la caractericen. Su luz esta normalmente cerrada por aproximación de sus paredes dorsal y ventral. Externamente, esta solo parcialmente revestida por peritoneo. Los dos tercios craneales si lo están y se corresponden con el receso peritoneal rectogenital. Caudalmente a este receso, el recto y la vagina están unidos por tejido conjuntivo y tejido adiposo que constituyen el septo rectovaginal. La cara ventral tiene un revestimiento peritoneal menos completo. El fórnix de la vagina constituye una vía alternativa para penetración en la cavidad peritoneal, debido a su revestimiento externo seroso que evita los vasos principales situados ventralmente y a los lados de la vagina.

### 4.2.4 Vestíbulo, vulva y vejiga

Según Dyce, Sack y Wensing: “El vestíbulo presenta una inclinación ventral hacia la abertura existente entre los labios de la vulva. Su capacidad de dilatación es menor que la de la vagina y sus paredes laterales están normalmente en contacto. Al abrir los labios, se encuentra el orificio uretral en posición ventral y entre éstos, esta una fosa en la que se dispone el glande del clítoris”<sup>97</sup>.

Gloobe describe que “la uretra desemboca en el meato uretral externo, estableciendo el limite entre la vagina y el vestíbulo. El meato esta situado en el piso de la vía genital y caudal a éste, se encuentra el divertículo suburetral”<sup>98</sup>.

El mismo autor menciona que: “lateralmente al meato urinario se encuentran los orificios de los canales de Garthner, que son los restos de los conductos primitivos del riñón. Además, de cada lado se encuentra la glándula de Bartolini, que en casos patológicos se transforma en un quiste”<sup>99</sup>.

---

<sup>96</sup> Ibid., p. 781

<sup>97</sup> Ibid., p. 782

<sup>98</sup> GLOOBE, Op. cit., p. 120

<sup>99</sup> Ibid., p. 120-121

Dyce, Sack y Wensing<sup>100</sup> aportan que craneolateralmente al orificio uretral se encuentran los orificios de las glándulas vestibulares mayores, uno de cada lado. Los labios de la vulva son redondeados pero no muy prominentes y su aspecto varía con la edad y con la historia obstétrica de la vaca. El clítoris es largo, delgado y presenta una flexura sigmoidea. La vejiga de la orina esta siempre en contacto con la parte craneal de la vagina y del cérvix y frecuentemente esta situada ventralmente al cuerpo y a los cuernos del útero.

Bellenda<sup>101</sup> resalta la importancia de la vejiga para la realización del examen ecografico, la cual se toma como referencia anatómica la vejiga al ingresar a la cavidad pelviana; y se localiza el útero inmediatamente por delante. En la exploración de la vaca, si el animal no está preñado, se visualizan una o varias secciones de cuernos y cuerpo uterino (durante la fase folicular los cuernos están más enrollados).

#### 4.2.5 Vascularización e inervación

Dyce, Sack y Wensing exponen:

La arteria ovárica es relativamente pequeña y vasculariza el ovario, la trompa uterina y la porción próxima del cuerno uterino; su rama uterina se anastomosa con las ramas mas craneales de la arteria uterina. Se distingue por el curso extremadamente sinuoso que describe a su paso por la porción más craneal del ligamento ancho. Esta en íntimo contacto con la vena ovárica, de disposición plexiforme, facilitando la transferencia de contracorriente de prostaglandinas desde la sangre venosa a la sangre arterial.<sup>102</sup>

Gloobe complementa:

Las arterias ováricas se originan de la aorta, poco antes de su bifurcación, luego la arteria ovárica desciende de la aorta abdominal hacia el borde del ligamento ancho y penetra por el hilio del ovario. En este punto emite una arteria colateral que llega a irrigar el oviducto y

---

<sup>100</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p.782

<sup>101</sup> BELLENDÁ, Omar. El Ultrasonido o ecografía aplicados a la Reproducción Animal. En: Guía Ganadera. [online][cited 12 de abril de 2007].

<sup>102</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p.783

luego el cuerno uterino. Es una rama arterial ovárico-uterina. Se llama también arteria uterina craneal que se anastomosa con ramas de la arteria uterina media.

Por su parte Dyce, Sack y Wensing describen:

La arteria uterina se origina a partir de la arteria iliaca interna junto con la arteria umbilical y es la mayor de las tres arterias destinadas al aparato genital; penetra en la cavidad pélvica en el interior del ligamento ancho. Su movilidad, permite que se desarrolle y manifieste una vibración especial (fremito) que tiene un especial valor en el diagnóstico de gestación por palpación rectal. Antes de llegar al útero, la arteria uterina se divide en ramas craneal y caudal, de las cuales parten, a su vez, otras seis ramas de menor tamaño. Estas últimas vascularizan las paredes uterinas por medio de una serie de otras ramas que discurren transversalmente sobre las caras dorsal y ventral del cuerpo y los cuernos uterinos; las ramas más desarrolladas coinciden en posición con las hileras de carúnculas. Esta disposición determina que el borde antimesometrial de los cuernos uterinos esté menos vascularizado que otras porciones de la circunferencia de la pared uterina; esto constituye un hecho de particular interés quirúrgico, puesto que las insisiones en este borde son menos sangrantes. Las ramas más caudales se anastomosan todavía en el ligamento ancho con ramas de la arteria vaginal.<sup>103</sup>

Shroeder señala: “La porción anterior del cuerno uterino y oviducto recibe sangre arterial de la A. Uterina anterior o craneal que es ramificación de la a. Espermática interna que también da una rama ovárica. La arteria uterina craneal no tiene importancia clínica en el diagnóstico de gestación, además no sufre engrosamiento o fremito, ni es vulnerable en el momento del parto”.<sup>104</sup>

Nuevamente Shroeder afirma: “La porción media del cuerno es irrigada por la A. Uterina media que se desprende de la A. Umbilical deslizándose por los ligamentos anchos y penetra al útero suministrando sangre arterial al perimetrio,

---

<sup>103</sup> Ibid., p.783

<sup>104</sup> SHROEDER WEISBACH, Hans. Fisiopatología reproductiva de la vaca. Colombia: Librería Medica Celsius. 1999. p. 260-265

miometrio y endometrio para finalmente terminar en arterias caruncular es responsables de la nutrición y oxigenación del útero, placenta y feto”.<sup>105</sup>

Según Dyce, Sack y Wensing: “La arteria vaginal sale de la iliaca interna en la parte caudal de la pelvis y discurre primero junto a la superficie dorso lateral de la vagina antes de cambiar de dirección hacia delante sobre la pared vaginal lateral. Puede palparse en el animal gestante. Desprende muchas ramas destinadas a los tejidos vaginales y vestibulares, irrigando también uretra y vejiga de la orina”.<sup>106</sup>

Para Gloobe: “la anastomosis entre las ramas de las tres arterias uterinas (craneal, media y caudal) sucede también con el lado contralateral, es decir, entre ramas de las arterias de las derecha y de la izquierda. La inervación deriva principalmente del sistema autónomo y del nervio pudendo que envía fibras tanto sensitivas como motoras a los músculos del tracto genital final”.<sup>107</sup>

Según Dyce, Sack y Wensing:

El plexo venoso es abundante y destacado, constituyendo una reserva de sangre que puede drenar en varias direcciones. El mayor vaso emisario corresponde a la vena ovárica (con ramas ovárica y uterina), que discurre por el borde craneal del ligamento ancho; las venas vaginales, generalmente dos a cada lado, son las segundas en importancia y se dirigen hacia las venas iliacas internas; la vena intermedia se denomina actualmente vena vaginal accesoria, puesto que la vena acompañante de la arteria uterina es insignificante. La inervación se da por los nervios de los sistemas simpático y parasimpático.<sup>108</sup>

Según Gloobe: “la vena ovárica se anastomosa con otras que proceden del cuerno del útero y forma el plexo pampiniforme, del cual se origina la vena ovárico-uterina. Esta ultima drena en el lado derecho en la vena cava caudal, y en el izquierdo en al vena renal izquierda o iliaca izquierda. Se presentan variaciones.

---

<sup>105</sup> Ibid., p.260-265

<sup>106</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p.783

<sup>107</sup> GLOOBE, Op. cit., p.120

<sup>108</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p.783

La inervación esta dada por nervios que derivan el plexo ovárico que acompaña a la arteria ovárica”.<sup>109</sup>

#### 4.2.6 Parametrios (Ligamentos anchos)

Gloobe<sup>110</sup> describe que es un pliegue peritoneal que se extiende a lo largo del cuerpo y cuernos uterinos y se inserta en la pared dorso lateral del abdomen. Contiene a las arterias, venas, vasos linfáticos y nervios conformando el parametrio.

Dyce, Sack y Wensing afirman:

Los ligamentos anchos, las principales sujeciones del tracto reproductor femenino, son unas láminas bilaterales que tienen un amplio origen en el techo abdominal y en las paredes de la pelvis. La parte craneal de cada uno cuelga verticalmente y suspende al ovario, a la trompa uterina y al cuerno del útero. La parte caudal pasa mas horizontalmente para unirse a la parte lateral del cuerpo del útero, el cuello y la parte craneal de la vagina; de esa manera las partes caudales derecha e izquierda con sus viseras incluidas dividen la cavidad pelvis en los espacios dorsal y ventral.<sup>111</sup>

Según los mismos autores: “Cuando se sigue distalmente desde su sujeción al techo abdominal, el mesovario, que sustenta al ovario, desprende un pliegue lateral (mesosalpinx) que pasa a la trompa uterina. El mesovario también sustenta una banda fibromuscular, el ligamento propio del ovario, que se extiende desde el polo caudal del ovario hasta la punta adyacente del cuerno del útero”.<sup>112</sup>

Para Gloobe el mesovario y el mesosalpinx forman parte del ligamento ancho del útero:

El mesovario es una hoja peritoneal relacionada con el ovario. A través de éste pasan los vasos sanguíneos, linfáticos y nervios hacia el hilio

---

<sup>109</sup> GLOOBE, Op. cit., p.120-121

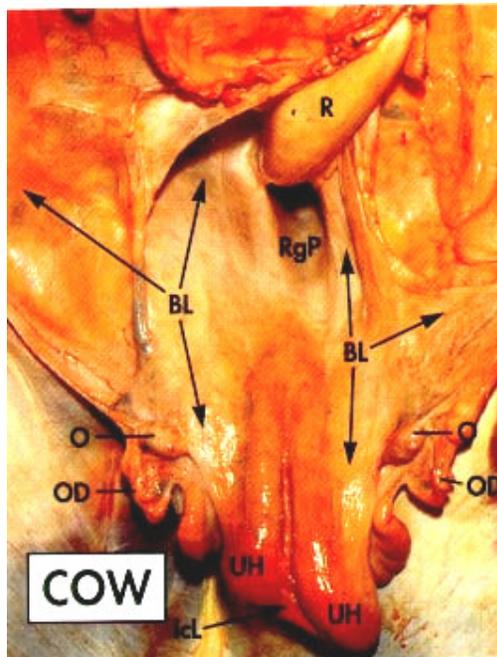
<sup>110</sup> Ibid., p.120-121

<sup>111</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p.783

<sup>112</sup> Ibid., p. 215

ovárico. Otro medio de fijación es el ligamento propio del ovario, que conecta la extremidad del cuerno uterino al ovario. El mesosalpinx es la parte peritoneal relacionada con el oviducto; es delicado y traslucido. Cubre el ovario craneolateralmente de modo que, generalmente, el ovario esta dentro de una bolsa ovárica. La entrada hacia la bolsa esta dirigida ventralmente.<sup>113</sup>

Figura 9. Vista caudal del tracto reproductivo de la hembra bovina. BL = Ligamento ancho; IcL = Ligamento intercornual; O = Ovario; OD = Oviducto; R = Recto; RgP = saco rectovaginal; UH = Cuerno uterino



Fuente: PL Senger. Pathways to Pregnancy and Parturition. 1997; p.16. Current Conceptions Inc. ISBN 0-9657648-0-X. [online]

Nuevamente Dyce, Sack y Wensing describen: “Un cordón de tejido fibroso y músculo liso, el ligamento redondo del útero, va desde la punta del cuerno del útero hacia el canal inguinal sustentado por un pliegue especial del peritoneo desgajado de la superficie lateral del ligamento ancho”.<sup>114</sup>

<sup>113</sup> GLOOBE, Op. cit., p.120.

<sup>114</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p.215

Para Gloobe: “El ligamento redondo del útero esta representado por el borde libre de un pliegue de peritoneo que va desde la superficie ventrolateral del ligamento ancho y termina insertándose en la vulva, después de pasar por el canal inguinal”.<sup>115</sup>

## 4.3 GESTACIÓN BOVINA

### 4.3.1 Periodos de la gestación

Según Shroeder:

La gestación o preñez es el lapso que transcurre desde la fecundación (concepción) hasta el parto o nacimiento del neonato. Se asume que el momento en que inicia la gestación es a partir de la unión del espermatozoide con el óvulo eclosionado y alojado en el infundíbulo salpingiano mediante una serie de procesos fisicoquímicos de ambos gametos. El crecimiento y desarrollo del nuevo ser dentro del aparato reproductivo de la hembra permite dividir la gestación en tres periodos; ovular, embrional y fetal.<sup>116</sup>

McDonald y Pineda describen: “De los tres periodos de gestación, el mas largo es el tercero, pero quizá el mas critico en la vida el nuevo organismo es el segundo; durante el cual ocurren la mayor parte de muertes embrionarias”<sup>117</sup>.

- Periodo ovular

Shoeder afirma: “Se extiende desde la fecundación hasta el 12avo día de gestación. Recibe este nombre porque durante la mayor parte de esta fase el cigoto conserva su estado original, salvo que el número de células en división mitótica ha llegado a 16. El periodo ovular comprende básicamente fecundación

---

<sup>115</sup> GLOOBE, Op. cit., p.120

<sup>116</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 247-283

<sup>117</sup> McDONALD, L y PINEDA, M. Endocrinología Veterinaria y Reproducción. 4ta edición. McGraw Hill Interamericana. 1991. p. 491

(fertilización, concepción), transporte oviductal, flotamiento intrauterino y sujeción endometrial”.<sup>118</sup>

Según McDonald y Pineda<sup>119</sup>, El periodo de huevo comienza con la ovulación y es seguido por la unión de los gametos macho y hembra que dan por resultado un cigoto. Durante el periodo ovular el cigoto en desarrollo expulsa su zona pelúcida y se vuelve un blastocisto que dura hasta que realiza su primera inserción floja al endometrio, el huevo subsiste a través de fluidos tubario uterinos y uterinos.

- Periodo embrional

Shroeder describe que:

“Se extiende del 13avo día post concepción hasta el día 45. se caracteriza por la formación inicial de la mayoría de las estructuras tisulares y las membranas placentarias. Al final de este periodo el embrión alcanza un tamaño de 2.5 cm de longitud y ocurre la orientación del blastocisto. En esta fase, la vesícula germinativa en desarrollo se dirige a la parte posterior del cuerno uterino ipsilateral del ovario que ovulo anidándose cerca de la bifurcación de los cuernos uterinos. Al final de este periodo la vesícula germinativa alcanza a tener de 8-10 cm de largo. La posición en la cual el blastocisto se adhiere (implantación) sobre el endometrio es fija y permanece durante toda la gestación, por lo tanto la posición sea superior (fisiológica) o inferior (patológica) y la presentación anterior, cefálica (fisiológica), posterior, podálica (patológica) y la transversa (patológica) no puede cambiar, llegando así el momento del parto. En los bovinos el disco embrional se pueda adherir en el lado antimesometrial del cuerno uterino, por lo tanto existe una estrecha relación entre el blastocisto y la pared uterina la que determina el lugar exacto de adherencia sobre el endometrio. Es un hecho que la naturaleza propende a una gestación cefálica (anterior) y a una posición dorsal (superior) en un todo con la curvatura mayor del cuerno uterino, la cual es superior”.<sup>120</sup>

---

<sup>118</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 247-283

<sup>119</sup> McDONALD y PINEDA, Op. cit., p. 491

<sup>120</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 247-283

Según McDonald y Pineda:

El periodo de embrión va desde el día 15 al 45 en el ganado bovino; desde el desarrollo del blastocisto hasta la diferenciación de órganos en los sistemas del embrión y formación completa de la placenta. Hacia el final del periodo el embrión esta firmemente insertado en el útero por la formación de la placenta que provee medios más específicos de obtener sustancias nutritivas y perder productos de desecho.<sup>121</sup>

- Periodo fetal

Shroeder describe: “Se extiende desde el día 45 post concepción hasta el momento de la expulsión del feto, tiempo durante el cual ocurre el desarrollo del feto y todas las estructuras formadas en el periodo embrional. Este periodo de gestación puede determinarse por palpación rectal sin producir efectos colaterales en el feto”.<sup>122</sup>

McDonald y Pineda afirman que: “el periodo del feto es el mas largo en todas las especies y en la vaca inicia alrededor del día 46 de gestación hasta el parto. Ocurren cambios macroscopicos en el útero, placenta y feto, el cual, tiene unos altos requerimientos nutritivos”<sup>123</sup>.

#### 4.3.2 Cambios en el aparato genital de la hembra bovina durante la gestación

Shroeder expone:

En todo diagnostico clínico de gestación existen signos y síntomas de preñez. Los síntomas son características tales como ausencia de celo, asimetría de cuernos, fluctuación y tono del útero, presencia cuerpo lúteo, entre otros, que también pueden presentarse en casos patológicos, por lo tanto no se usan para confirmar una preñez. Los signos son aquellas características palpables que determinan por si solos la gestación.<sup>124</sup>

---

<sup>121</sup> McDONALD, L y PINEDA, Op. cit., p.492

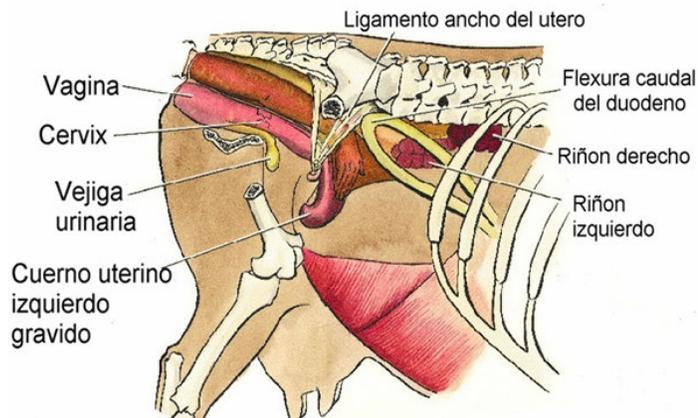
<sup>122</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 247-283

<sup>123</sup> McDONALD, L y PINEDA, Op. cit., p.492

<sup>124</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 247-283

Aspron<sup>125</sup> plantea que la palpación es el principal método para hacer el diagnóstico en el ganado bovino con base en la identificación de cambios asociados con la preñez que solo se encuentran en los animales gestantes, conocidos como signos positivos de gestación, y cambios que se presentan también en animales no gestantes, los signos auxiliares de gestación.

Figura 10. Examen rectal de vaca al término del cuarto mes de gestación



Fuente: [www.google.com/images/reproductivetratc/fotoDiag603.jpg/](http://www.google.com/images/reproductivetratc/fotoDiag603.jpg/)

Nuevamente Aspron define:

Entre los signos auxiliares están la presencia de cuerpo lúteo en un ovario, por lo general el del lado del cuerno grávido, aumento de tamaño del útero que causa asimetría de los cuernos uterinos, presencia de líquidos que fluctúan en el útero, adelgazamiento de la pared uterina ocasionado por la distensión del órgano por acumulo de líquidos, flacidez del órgano por acción de la progesterona, cambio de posición del útero debido al aumento gradual de peso e hipertrofia de la arteria uterina media al aumentar las necesidades de aporte sanguíneo del útero, acompañada de frémito o aumento en la presión sanguínea local en cada pulsación de la arteria. Estos signos se palpan en animales gestantes pero no son suficientes para el diagnóstico pues están también en otras condiciones normales o patológicas.<sup>126</sup>

<sup>125</sup> ASPRON, M. Curso de Actualización-Manejo Reproductivo del Ganado Bovino [online]. Ithaca, New York: International Veterinary Information Service. Abril 2 de 2004[cited 12 abril 2007] Disponible en: [www.ivis.org](http://www.ivis.org) No. C0601.0404.ES.

<sup>126</sup> Ibid.,

El mismo autor continúa:

Los cuatro signos positivos para el diagnóstico definitivo se encuentran únicamente en animales gestantes y son 1) deslizamiento de la membrana corioalantoidea, que se detecta desde los 32 días de gestación comprimiendo el cuerno y dejándolo resbalar entre los dedos a fin de sentir el paso de la banda fibrosa longitudinal de la membrana donde están contenidos sus vasos sanguíneos, 2) vesícula amniótica, que contiene al embrión y el líquido amniótico, palpable como una estructura fluctuante, turgente y ovalada, entre los 30 y 60 días de preñez, ejerciendo presión suave a lo largo del cuerno, 3) placentomas, formados por las carúnculas endometriales y los cotiledones placentarios, se sienten desde los 65 días como estructuras ovaladas múltiples en la pared uterina y 4) el feto, palpable desde los 50 días cuando la vesícula amniótica empieza a perder turgencia; puede palparse directamente o mediante peloteo haciendo movimientos repetidos de la mano contra el útero que provocan el rebote del feto hacia la mano.<sup>127</sup>

Shroeder afirma:

No es recomendable realizar una palpación rectal durante el periodo embrional, sin embargo, los signos de preñez durante éste periodo son el conceptus y deslizamiento de doble membrana corioalantoidea que común y erróneamente se la denomina “prueba o pellizcamiento de la doble membrana”, porque la segunda y aparente membrana que se escapa es la pared uterina. también se conoce como prueba de Rütters y Filman (1923), de Fincher, de Danelius y de Walton, en la cual, se palpa la banda firme de tejido conectivo de la membrana corioalantoidea, gracias al tipo de placentación bovina carunculo-cotiledonaria. El deslizamiento se determina en ambos cuernos a partir de los 30-32 días hasta los 90 días cuando el contenido uterino dificulta el deslizamiento.<sup>128</sup>

---

<sup>127</sup> Ibid.,

<sup>128</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 250

L. de Cabrera<sup>129</sup> describe que durante la examinacion es importante determinar la presencia de un cuerpo lúteo funcional y la evaluación del embrión junto con la visualización de los latidos del corazón.

- Endometrio

Según Shroeder: “El endometrio durante el periodo fetal de la gestación sufre cambios a nivel de la propia mucosa como vascularizacion intensa, desarrollo y circunvolución de las glándulas endometriales e infiltración leucocitaria”.<sup>130</sup>

- Membranas fetales y placentación

Shroeder manifiesta:

El bovino, como todos los animales domésticos, tiene una placenta que por su identidad se llama corioalantoides, el corion (unión del trofoblasto y capa inferior del mesodermo), de este modo los vasos fetales del alantoides entran en contacto con las arterias y venas situadas en el tejido conjuntivo corioalantoideo. Las vellosidades corionicas reciben el nombre de cotiledones, se interdigitan con otras estructuras de origen mulleriano repartidas sobre el endometrio, las carúnculas, para aproximar los vasos fetales alantoideos con los maternos, sin embargo, no a toda carúncula le corresponde un cotiledón, puesto que el numero de placentomas (unión del cotiledón con la carúncula) es menor al numero total de carúnculas, o sea que existen carúnculas libres que no reciben al cotiledón.<sup>131</sup>

Con respecto a los placentomas, el mismo autor afirma:

Durante la gestación los placentomas aumentan varias veces de tamaño original; los situados en el centro del cuerno uterino grávido (porción media) son mayores que los de las extremidades (ápex

---

<sup>129</sup> L. DE CABRERA, Jerónimo. Ultrasonografía Aplicada a la Reproducción Animal. En: Curso de Ultrasonografía Aplicada a la Reproducción Animal. Instituto De Reproducción Animal Córdoba (IRAC) Y CGR-Biotecnologías Reproductivas. Córdoba, Argentina. (Octubre de 2001); p. 23

<sup>130</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 256-257

<sup>131</sup> Ibid., p. 260

tubarico y porción útero cervical) y como normalmente la membrana corioalantoides invade el cuerno no gestante necesariamente los placentomas de este cuerno uterino crecen un tercio o la mitad de los del cuerno gestante guardando las mismas proporciones. A los 35-45 días se observan los placentomas al examen macroscópico y a partir de los 65 días pueden ser detectados por tacto rectal, completándose la formación entre los 90-120 días de gestación.<sup>132</sup>

Según Dyce, Sack y Wensing: “Contemporáneamente al desarrollo embrional, se desarrollan las membranas que constituyen la placenta”.<sup>133</sup>

Para Shroeder la placentación:

Comienza después de la formación de la vesícula blastodérmica y la gastrulación, cuando la zona pelúcida ha desaparecido alrededor de los 13 días de gestación. En los rumiantes, las membranas fetales extraembrionales (amnios y alantoides) se colocan uno encima del otro y la placenta es el resultado de la fusión de éstas. El tamaño y fusión cambia en el transcurso de la gestación, para luego ser expulsada una vez nacido el neonato. El bovino tiene una placenta de tipo semi-placenta epiteliocorial-sindesmocorial (cotiledonaria o múltiple) de transición o semidecidual, es decir, que al parto una parte del endometrio sufre alteración al desprenderse permitiendo que se de una regeneración caruncular.<sup>134</sup>

- Saco vitelino

Según Dyce, Sack y Wensing:

Esta formado por el endodermo extraembrionario el cual se coloca sobre la membrana interna del trofoblasto y proviene del intestino primitivo. El saco vitelino sale del cuerpo del embrión cuando se va formando el intestino mediante un tallo vitelino que se amplía formando el saco vitelino. Pronto las paredes del saco vitelino se ven vascularizadas para la absorción de nutrientes presentes en la leche endometrial mediante un corion especializado llamado viteliocorion el

---

<sup>132</sup> Ibid., p. 276

<sup>133</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p. 216

<sup>134</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 256-257

cual esta en contacto con el endometrio. El saco vitelino pierde rápidamente su función y es reemplazado definitivamente por la membrana corioalantoides. Entre el embrión y la zona extraembrionaria se forma una estrangulación llamada conducto onfaloentérico que comunica el intestino primitivo con el saco vitelino.<sup>135</sup>

Los mismos autores continúan:

El corion, es la capa más superficial y esta en contacto con el endometrio. La membrana mas profunda es el amnios. El saco alantoideo es un espacio formado por dos hojas de la membrana alantoides que está entre el amnios y el corion, conocida como la primera bolsa de aguas; esta conectada a la vejiga fetal por medio del uraco. El saco del amnios esta en contacto con el feto y se le denomina segunda bolsa de aguas, porque durante el parto es expulsada en segundo termino.<sup>136</sup>

- Amnios

Dyce, Sack y Wensing afirman:

Un pliegue de mesodermo y de ectodermo crecen por encima y sobre el embrión y se fusionan mediante la sutura amniótica alrededor del día 18avo localizándose en los dos cuernos al día 32 de gestación, de este modo el pliegue ectodérmico mira hacia la cavidad amniótica y el mesodérmico a la luz de la vesícula criónica, también llamado celoma extraembrionario. El líquido amniótico obra como amortiguador de órganos vecinos, choques externos, evita el desecamiento y adherencias del embrión con la membrana interna del amnios y permite la expulsión del feto por su carácter mucilaginoso. El amnios se comunica con el feto por el ombligo amniótico y existe la hipótesis de que el liquido amniótico es inicialmente orina fetal, para luego ser de consistencia mucoide, debido a secreciones del aparato respiratorio y cavidad bucal, mientras que la orina es recogida por el saco alantoideo.<sup>137</sup>

---

<sup>135</sup> DYCE, SACK y WENSING, Op. cit., p. 216-220

<sup>136</sup> Ibid., p.220-223

<sup>137</sup> Ibid., p.220-223

- Corion

Según Shroeder: “Es una membrana no vascular que inicialmente recibe el nombre de trofoblasto cuando el embrión es aun cigoto y se denomina trofoectodermo cuando se forman las capas germinales(gastrulacion), que después se une al mesodermo somático cuando se forma el amnios”<sup>138</sup>.

- Alantoides

Shroeder manifiesta:

Se forma a partir de una cavidad externa del intestino posterior, es llamado el “saco urinario” del feto y se comunica con la vejiga mediante el uraco. A los 23 días de gestación esta completamente formada. Es la más desarrollada de las membranas placentarias fetales y posee vasos alantoideos que discurren por una banda de tejido conectivo. Se invagina a través del ombligo y va ocupando la cavidad del celoma extraembrionario para cubrirse luego con la capa mesodérmica. Se extiende entre el amnios y el corion; y es cubierto por éste último para formar el alantocorion o membrana corioalantoides.<sup>139</sup>

- Conceptus y feto

Para Shroeder<sup>140</sup>, el conceptus (embrión + liquido amniótico +amnios) se determina a partir de los 28 días de gestación para hacerse menos aparente a partir de los 50 días de gestación.

Wolf y Gabaldi afirman que:

El conocimiento de la edad de feto es de fundamental importancia para el auxilio en el diagnostico clínico de las enfermedades causadas por aborto, además de ser un importante subsidio desde el punto de vista medico legal. De esta forma ya existen patrones biométricos fetales de los diferentes estadios de gestación para los grandes animales, analizados por ultra-sonido, basados en el tamaño y características generales de desarrollo.<sup>141</sup>

---

<sup>138</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 260-263

<sup>139</sup> Ibid., p.260-270

<sup>140</sup> Ibid., p. 260-270

Los mismos autores describen que:

A partir del día 30 es posible la medición ultrasónica de una variedad de parámetros, tales como distancia crown-roup (cabeza-grupa) y diámetros transabdominal, de la orbita ocular y cefálico. Estas medidas permiten la inferencia de la edad del conceptus in vivo por ultrasonografía, llamada fetometría ultra-sonica, pudiendo ser calculada por una ecuación de regresión, dependiendo del órgano medido. El órgano más frecuente usado para fetometría durante todos los estadios de gestación es la caja craneana, que es válida hasta el final del séptimo mes; ya que la distancia cabeza-grupa (distancia entre el hueso occipital a la primera vértebra de la cola) solamente puede ser medida por un breve periodo, debido al limitado tamaño de la imagen mostrada en la pantalla, a pesar de ser un de los más acertados para la determinación de la edad fetal. Entre tanto, podrían ser medidos otros órganos pero con dificultades y por periodos limitados.<sup>142</sup>

Según Fricke: “El feto bovino se puede ver desde el día 20 post-servicio y a través de toda la gestación, sin embargo, debido al tamaño en relación con el campo visual, el feto no puede ser visualizado en total después de los 90 días usando un transductor de 5.0 MHz de colección lineal”<sup>143</sup>.

Luc DesCôteaux y Carrière afirman:

La edad del embrión puede ser determinada midiendo su longitud en una curva cuadrática de crecimiento. El crecimiento del feto es más rápido después del día 50 de preñez que antes de este periodo. Muchos equipos de ultrasonido poseen características que permiten al veterinario medir la longitud del embrión y estimar su edad. La distancia entre la punta de la cabeza y la rabadilla del feto (longitud cráneo-rabadilla, o CRL) es la medida más utilizada para determinar la edad del embrión. Por ejemplo, a los 30-35 días el embrión mide entre 1-1.5 cm;

---

<sup>141</sup> WOLF, Alexandre y GABALDI, Helena. Acompanhamento Ultra-Sonográfico da Gestação em Grandes Animais – Parte II. FEA. En: CIÊNCIAS AGRÁRIAS SAÚDE. Andradina: Vol. 2, No. 2 (jul-dic de 2002); p 84

<sup>142</sup> Ibid., p. 86

<sup>143</sup> FRICKE, Paúl. Aplicaciones prácticas del ultrasonido para el manejo reproductivo en ganado lechero. [online] Wisconsin, Mádison: Departamento de Ciencia Lechera, Universidad de Wisconsin. [cited febrero 10 de 2007]; p.1-5

un embrión de 40 días mide entre 2-2.5 cm; un feto de 50 días tiene aproximadamente 4cm de longitud y uno de 60 días tiene 8cm.<sup>144</sup>

Zapata<sup>145</sup> expone la toma de longitud corporal desde el occipicio hasta la raíz de la cola o tuberosidad isquiática y la longitud de la cabeza desde el morro nasal hasta la protuberancia occipital externa u occipicio.

Tabla 1. Promedios longitud de la cabeza del feto

Semana gestacional	Longitud de la cabeza (cm)
14.5 (14-15)	8.68 ( 9.3-11.5)
16.5 (16-16.5)	12.6 (11.5-14)
19.1 (18.5 - 19.5)	14.3 (14-15)
21.1 (21-21.5)	16 (15-17)
22.8 (22.5-23)	17.3 (16-18)
24.8 (24-25.5)	19.45 (18.5-20.3)
26.4 (25.5-27.5)	20.9 (20-22)
29 (28.5-29.5)	24.4 (22.3-27)
31.1 (30-31.5)	23.8 (23-25)
33.25 (32.5-34.5)	22.5 (17-25.3)

Fuente: ZAPATA, Héctor Gabriel. Embriología de la girificación cortical en fetos de la especie *Bos taurus*, entre la semana Ontogénica quince(15) a la treinta y cinco (35) de vida gestacional. Santiago de Cali. 2001. 98 p.

Wolf y Gabaldi señalan que:

Es importante precisar que la óptima aproximación de la determinación de la edad fetométrica de fetos bovinos depende del estadio de gestación y de la accesibilidad de las partes del cuerpo fetal, pudiendo ser mejorada por la combinación de varios parámetros. El estomago y cascos son observados respectivamente a los 40 y 42 días, juntamente con el inicio de los movimientos de los miembros y la cabeza. Al día 35-40 de gestación inician los centros de osificación, donde: 51-55 días

<sup>144</sup> DESCÔTEAUX, Paúl y CARRIÈRE, Jean. Ultrasonography of the reproductive system of the cow: basic principles, practical uses and economic aspects of this diagnostic tool in dairy production [online]. CONGRESO MUNDIAL DE BUIATRÍA. (2006). Memorias del XXIV Congreso Mundial de Buiatría. Nice, Francia; p.1-3 Disponible en: <www.ivis.org>

<sup>145</sup> ZAPATA, Héctor Gabriel. Embriología de la girificación cortical en fetos de la especie *Bos taurus*, entre la semana Ontogénica quince (15) a la treinta y cinco (35) de vida gestacional. Santiago de Cali. 2001. Tesis de Grado (Magíster en Morfología). Universidad del Valle; p. 61-65

aparecen las costillas, 61-65 días la mandíbula, vértebras cervicales, torácicas, lumbares y sacras, huesos largos, a los 66-70 días la escapula, ilion e isquion, 71-80 días la cauda, 81-85 días las falanges y esternon, antes de la calcificación total, la cual se toma mas intensa alrededor de los 180 días de gestación.<sup>146</sup>

Bellenda<sup>147</sup> manifiesta que en gestaciones de 28-33 días, el embrión mide aproximadamente 1 cm, y se encuentra en uno de los cortes más amplios de cuerno gestante, dentro de un líquido oscuro y límpido, pudiendo identificarse los latidos cardíacos. Pero después del día 40, ya se pueden diferenciar estructuras como la cabeza, grupa, miembros y cordón umbilical.

Wolf y Gabaldi afirman:

Al día 22 de gestación es posible observar el embrión en forma de C y con un diámetro vesicular de 5mm, presentando un crecimiento en longitud del embrión de 1mm/día entre los días 20 a 50. Al día 25 de gestación el diámetro de la vesícula es de 10 mm alcanzando el cuerpo del útero. Al día 30 de gestación el diámetro de la vesícula es de 18-20 mm; ya puede ser visualizado en el cuerno uterino contralateral y el feto tiene una forma de L con 12 mm de tamaño, rodeado de una fina línea ecogenica (amnios). A los 29-33 días de gestación se visualizan las vesículas ópticas como áreas anecoicas a cada lado del cráneo, en los días 29-39 de gestación se identifican los miembros anteriores; y a los días 33-38 de gestación, los placentomas ya son visibles próximos al feto como elevaciones semicirculares.<sup>148</sup>

---

<sup>146</sup> WOLF, A y GABALDI, H, Op cit., p. 85-86

<sup>147</sup> BELLENDÁ., Op. cit.,

<sup>148</sup> WOLF, A y GABALDI, H, Op. cit., p. 86

Cuadro 1. Identificación de características observadas por ultra-sonografía de estructuras fetales a lo largo de la gestación en bovinos

Estrutura	Identificação	Características	Obs
<b>Coração</b>	<b>20 a 22 dias</b>	<b>Pulsatilidade</b>	
<b>Alantóide</b>	<b>23 a 27 dias</b>	<b>Membrana hiperecólica com fluido (vesícula)</b>	<b>Fluido hipocólico</b>
<b>Âmnion</b>	<b>30 dias</b>	<b>Membrana hiperecólica com fluido (vesícula)</b>	<b>Hiperecogenicidade com o tempo</b>
<b>Cabeça</b>	<b>5ª semana</b>	<b>Centros de ossificação</b>	<b>Movimento</b>
<b>Cordão umbilical</b>	<b>5ª semana</b>	<b>Linha sinuosa hiperecólica</b>	<b>Fácil visualização</b>
	<b>3º mês</b>	<b>2 artérias e 2 veias</b>	<b>Secção transversal</b>
<b>Coluna espinal</b>	<b>5ª semana</b>	<b>Linha hiperecólica</b>	<b>Secção sagital</b>
	<b>8ª semana</b>	<b>Vértebra individual</b>	<b>Secção transversal</b>
<b>Estômago</b>	<b>40 dias</b>	<b>Grande área anecólica</b>	<b>Determina posição fetal</b>
<b>Órbitas oculares</b>	<b>40 dias</b>		
<b>Cavidade craniana (ventrículos, cérebro e meninges)</b>	<b>50 a 60 dias até 7º mês</b>	<b>Cavidade arredondada</b>	<b>Secção transversal</b>
		<b>Cavidade oval</b>	<b>Secção sagital</b>
<b>Bexiga urinária</b>	<b>60 dias</b>	<b>Pequena área anecólica</b>	<b>Difícil localização</b>
<b>Estruturas oculares</b>	<b>70 dias</b>		
<b>Membros anteriores e posteriores</b>	<b>10ª a 12ª semana</b>	<b>Estruturas hiperecólicas</b>	<b>Mensuração entre finais da diáfise</b>
<b>Ossos pélvicos</b>	<b>11ª a 12ª semana</b>	<b>2 pares de estruturas lineares hiperecólicas paralelas ao eixo longitudinal do corpo</b>	<b>Visualização do cone pélvico</b>
<b>Câmaras cardíacas</b>	<b>90 dias</b>	<b>Válvulas e vasos</b>	<b>Movimento</b>
<b>Fígado</b>	<b>3º mês</b>	<b>Eco grosseiramente granular e grandes vasos sanguíneos</b>	
<b>Mandíbula</b>	<b>3º mês</b>		
<b>Rins</b>		<b>Hipocólico (anatomia própria)</b>	<b>Entre osso ilíaco e última costela</b>

Fuente: WOLF, Alexandre y GABALDI, Helena. Acompanhamento Ultra-Sonográfico da Gestação em Grandes Animais – Parte II. FEA. En: CIÊNCIAS AGRÁRIAS SAÚDE. Andradina: Vol. 2, No. 2 (jul-dic de 2002); p 84

Según los autores Luc DesCôteaux y Carrière:

Al día 25, el embrión bovino mide aproximadamente 1 centímetro (0.4pulgadas) de largo, con una forma recta que gradualmente cambia a forma de C aproximadamente al día 30 post- inseminación. A veces se dificulta localizar el embrión con la pequeña cantidad de líquido presente antes del día 30 de preñez. También, el embrión joven se

localiza muy cercano a la pared uterina y puede esconderse detrás de los pliegues endometriales. Se debe realizar un examen cuidadoso de la zona anecogenica, para descubrir al embrión ubicado entre los pliegues para un diagnostico temprano de gestación. Iniciando al día 30, la cantidad de líquido es generalmente suficiente para distender los pliegues y mover al embrión hacia el centro de la zona anecogenica del útero.<sup>149</sup>

Wolf infiere: “A partir del segundo trimestre de gestación la ultra-sonografía del feto gana importancia, pues todos los órganos pueden ser valorados. Además, entre el segundo y tercer trimestre, las características observables del ambiente uterino son los múltiples placentomas y la hiperecogenicidad (riqueza de células) del fluido amniótico e hipocogenicidad del fluido alantoideo”<sup>150</sup>.

Afirman los autores Luc DesCôteaux y Carrière<sup>151</sup> que es posible detectar una banda ecogenica (por reflexión especular) alrededor del embrión que representa el amnios; siendo especialmente evidente entre los días 30 y 60 de preñez. Los placentomas de 0.5 cm (0.2 pulgadas) de longitud pueden ser visibles inicialmente al día 35 y están localizados cerca al embrión. Al día 60, los placentomas miden 2 cm (0.8 pulgadas) y pueden encontrarse en una amplia superficie del cuerno grávido.

En contraste Wolf afirma que: “La vesícula amniótica puede ser visualizada por primera vez mediante ecografía desde el día 11.7 pos-ovulación, sin embargo un diagnostico preciso puede realizarse con un transductor de alta frecuencia al día 17 de gestación, donde mide 2-4mm de diámetro. Al día 19 de gestación hay una mayor expansión de la vesícula, por lo cual se presenta una distensión obvia del cuerno grávido en la misma zona donde apareció por primera vez”<sup>152</sup>.

Shroeder menciona que: “El saco placentario fetal completo tiene forma semilunar y ocupa ambos cuernos uterinos desde los 32-37 días de gestación y se puede identificar por palpación”<sup>153</sup>.

---

<sup>149</sup> DESCÔTEAUX y CARRIÈRE, Op. cit., p.11

<sup>150</sup> WOLF, A y GABALDI, H, Op. cit., p. 86-89

<sup>151</sup> DESCÔTEAUX y CARRIÈRE, Op. cit., p.6-9

<sup>152</sup> WOLF, A y GABALDI, H, Op. cit., p. 88-89

<sup>153</sup> SHROEDER, Op. cit., p.280

Dlaikan, Hernández y Cortes complementan:

Hasta los 36 días de la gestación, el cuerno no gestante, aún no ha participado en la implantación del conceptus. Cabe anotar, en este contexto, que es posible que la porción alantocoriónica que ocupa el cuerno no gestante, haya sufrido el proceso necrobiótico, pues de acuerdo con un estudio previo, en la vaca se inicia, aproximadamente a los 28 días de gestación. Teniendo en cuenta este autor, se define que la ubicación de las membranas antes de los 36 días es unicornual.<sup>154</sup>

Tabla 2. Día de la primera detección de características identificables en el concepto Bovino

Característica	Día de la primera observación	
	Promedio	Rango
Embrión	20.3	19 to 24
Latido cardíaco	20.9	19 to 24
Alantoides	23.2	22 to 25
Columna vertebral	29.1	26 to 33
Miembros anteriores	29.1	28 to 31
Membrana amniótica	29.5	28 to 33
Orbita ocular	30.2	29 to 33
Miembros posteriores	31.2	30 to 33
Placentomas	35.2	33 to 38
Pezuñas	44.6	42 to 49
Movimiento fetal	44.8	42 to 50
Costillas	52.8	51 to 55

Fuente: Adaptado de Curran et al., 1986 por FRICKE, Paúl. Aplicaciones prácticas del ultrasonido para el manejo reproductivo en ganado lechero. [online] Wisconsin, Mádison: Departamento de Ciencia Lechera, Universidad de Wisconsin.

Wolf y Gabaldi afirman: “El día 60 de gestación es caracterizado por la visualización pronunciada de las uniones (placentomas) uterinas dividiendo al

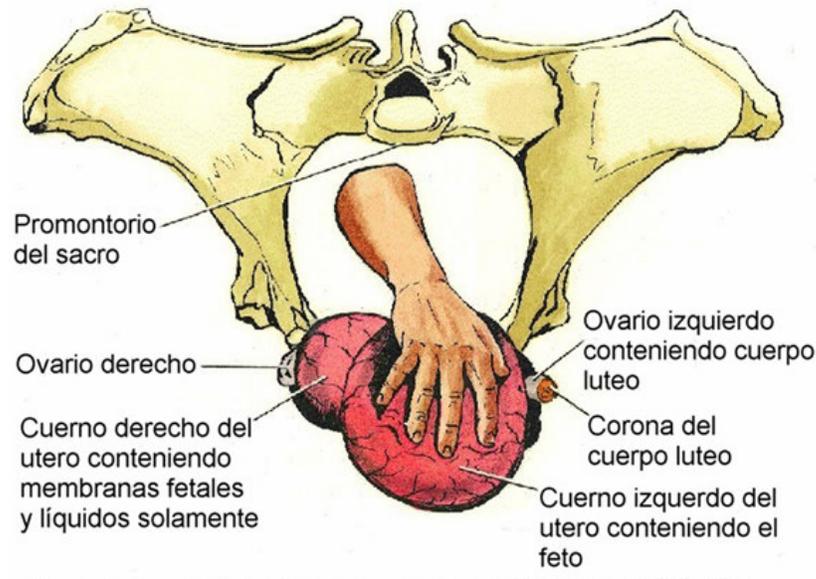
<sup>154</sup> DLAIKAN, H., HERNANDEZ, A. y CORTES, A. Modificación del epitelio de revestimiento del útero y desarrollo trofoblástico a los 21, 23, 28 y 36 días de la gestación en la vaca [online]. Arch. med. vet. 1999, vol.31, no.2 [citado 15 Abril 2007], p.197-203. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301732X1999000200006&lng=es&nrm=i so](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301732X1999000200006&lng=es&nrm=i so)>. ISSN 0301-732X.

útero preñado en pseudo-compartimentos, mas a los 70 días estos pliegues uterinos se retraen por el crecimiento del feto”<sup>155</sup>.

Fricke señala: “El feto puede palparse fácilmente a partir de los 90 días en adelante; entre los 120-180 días se determinan estructuras como cabeza; entre los 180-210 días se dificulta la palpación del feto debido a su localización abdominal inferior y a partir de los 210 días vuelve a hacerse fácil por el ascenso a la cavidad pelviana”<sup>156</sup>.

Wolf agrega: “En torno al 110 día, el útero asume una posición extrema de la cavidad abdominal, haciendo difícil la visualización del feto por ultrasonografía transrectal, mas puede ser observado por la vía transcutanea abdominal”<sup>157</sup>.

Figura 11. Examen rectal de vaca con preñez de 110 días



Fuente: [www.google.com/images/reproductivetratc/fotoDiag601.jpg/](http://www.google.com/images/reproductivetratc/fotoDiag601.jpg/)

Gloobe complementa que: “En los primeros meses de edad el feto está libre; luego adopta una posición fija. Cuando sus miembros se flexionan, su dorso se dirige hacia arriba y la cabeza hacia el cerviz (en un 95% de los casos)”<sup>158</sup>.

<sup>155</sup> WOLF y GABALDI, Op. cit., p.86

<sup>156</sup> FRICKE, Op. cit., p.12

<sup>157</sup> WOLF y GABALDI, Op.cit., p.85-56

Cuadro 2. Características de las diferentes etapas de la gestación bovina

Días	Diámetro (cm) cuerno grávido	Longitud (cm) vesícula amniótica	Longitud (cm) placentomas	Presencia frémito arterial	Posición útero
28		1.0		-	Cérvix pélvico
35	3.0	1.5		-	
42	5.0	2.5		-	
49	6.0	5.0		-	
60	7.5			-	
70	10.0		0.75	-	Comienza descenso
80	12.0		1.0	+	Descenso
90	14.0		1.5	+	
100	17.0		2	+	
120			2.5	+	
150			3.0	+	Piso abdomen
180			4.0	+	
210			5.0	+	Ascenso
240			6.0	+	
270			8.0	+	

Fuente: Asprón, MA. Curso de Actualización - Manejo Reproductivo del Ganado Bovino. En: International Veterinary Information Service. Ithaca, New York, USA. 2 abril de 2004

Cuadro 3. Cambios del feto durante la gestación bovina

Peso del feto en Kg.	Edad (fin del mes)	LCR (cm)	Aparición de pelo	Órganos	Placenta y placentomas (cm)
0-00.2	1mes	0.8-2.2	-	Cabeza y miembros reconocibles	Esbozo presente sin conexión placentaria
0.01-0.03	2mes	6-7	-	Esbozo ungular reconocible, fisuras palatina y del esternon se cierran.	Placentación en progresión, cotiledones tamaño

<sup>158</sup> GLOOBE, Op. cit., p.121

					semilla de lino
0.2-0.3	3mes	8-13	-	Escroto, esbozo mamario, diferenciación de partes abdominales.	Conexión placentaria completa
0.8-1	4mes	13-28	Pelusa fina en el ángulo del ojo	Cascos diferenciados y coloreados amarillo	6.5x3.5x2
1-3	5mes	25-35	Ángulos oculares, mentón, labios	Pezones formados, testículos bajan al escroto	7.5x4x2.5
3-8	6mes	25-50	Arcadas orbitarias, mentón, labios, párpados, bordes orejas, zona de los cuernos, punta de la cola.	Completas todas las formaciones. Continúa el crecimiento	8x4.5x2.5
8-15	7mes	42-60	Miembros hasta articulación del carpo y tarso		11x5x2.8
15-25	8mes	60-80	Pelo completo pero corto mas en región abdominal y umbilical		11x6-x3.5
20-45	9mes	65-85	Pelo mas largo y completo sobre ombligo y vientre		14x6.5x4.5

Fuente: Tomado de Ritche y Goetze 1990 por ZAPATA, Héctor Gabriel. Embriología de la girificación cortical en fetos de la especie *Bos taurus*, entre la semana Ontogenica quince(15) a la treinta y cinco (35) de vida gestacional. Santiago de Cali. 2001. 98 p.

- Ligamentos anchos

Según Shroeder: “Los ligamentos anchos se fortifican mediante un mayor desarrollo del tejido conectivo y músculo liso. A pesar de estos procesos los parametrios no logran sujetar los cuernos uterinos firmemente ya que su inserción en la matriz es en su curvatura menor”<sup>159</sup>.

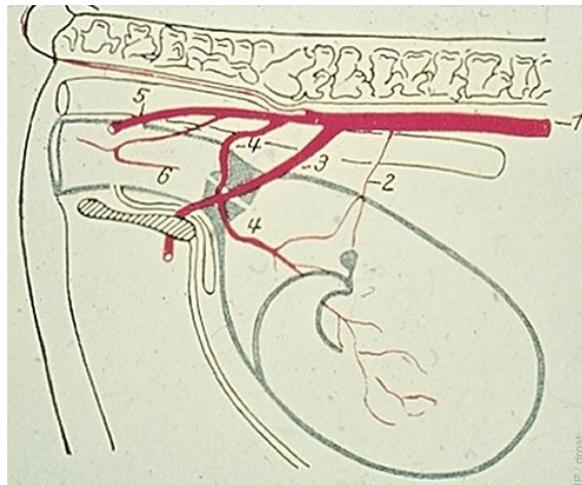
<sup>159</sup> SHROEDER, Op. cit., p. 286

- Arteria uterina

Shroeder describe que:

A medida que avanza la gestación aumenta el calibre de la arteria uterina inclusive en el cuerno no gestante, y por ende, aumenta el caudal sanguíneo produciendo el característico fremito con menor intensidad en el cuerno no grávido. El calibre y fremito también se da durante los primeros días del puerperio, igualmente en patologías ováricas como linfosarcoma, maceración y momificación fetal. Se palpa a partir de los 80 días pero se considera signo de preñez solo hasta los 180 días donde el fremito es verdaderamente ostensible.<sup>160</sup>

Figura 12. Arteria Uterina durante la gestación



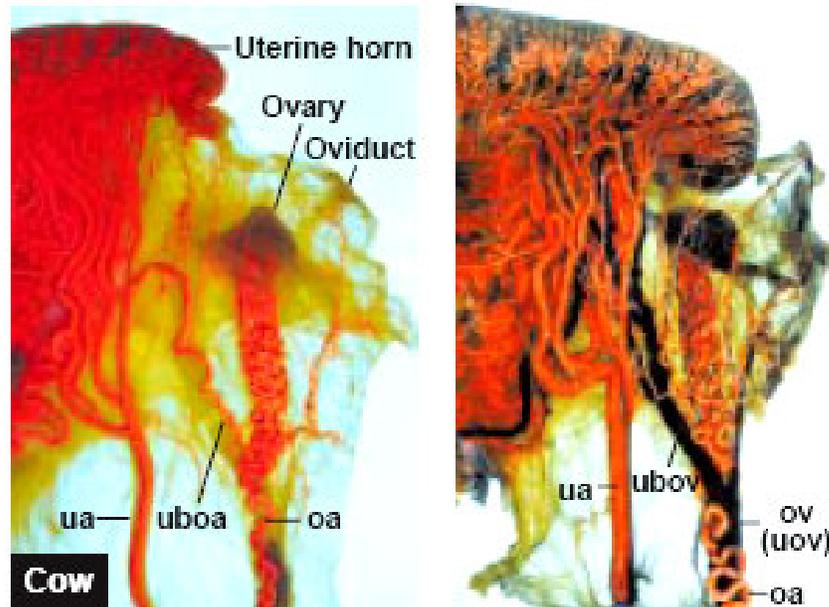
Fuente: THE DROST PROJECT SEARCH. "The Visual Guide to Bovine Reproduction". 2000. [online].

El carácter del flujo sanguíneo en la arteria uterina cambia de un pulso a un fremitus(Latín: murmullo), el cual es palpable desde el tercer mes de gestación. El diámetro de la arteria uterino del lado grávido aumenta de 3 mm a los 3 meses, 6 mm a los 4 meses, 9 mm a los 5 meses, 12 mm a los 6 meses. A los 7 meses de gestación la arteria uterina contralateral también comienza a engrosarse y es igualmente palpable. Leyenda: 1 = A. aorta dorsal; 2 = A. ovárica ; 3 = A. iliaca interna; 4 = A uterina; 5 = A pudenda; 6 = A vaginal.<sup>161</sup>

<sup>160</sup> Ibid., p.288

Gloobe<sup>162</sup> aporta que la arteria uterina también denominada arteria uterina media, es larga y voluminosa, cuyas tortuosidades son el testimonio de los fenómenos de adaptación al aumento de volumen uterino en la preñez.

Figura 13. Especímenes de útero bovino gestante diseccionados después de una inyección con látex en arterias (rojo) y venas (azul)



Fuente: GINTHER, O. Equine Pregnancy: Physical Interactions Between the Uterus and Conceptus. Animal Health and Biomedical Sciences. Wisconsin: University of Wisconsin. 1998. Vol. 44; p. 77-78.

Según Ginther:

“En especies con tránsito sanguíneo local (bovino), la arteria ovárica es tortuosa y esta en cercana aposición con la pared de la vena uteroovarica. En especies con tránsito sanguíneo sistémico (equino)) la arteria ovárica no esta en contacto con la vena uteroovarica. La presencia o ausencia de un tránsito útero-ovárico local se atribuye a diferencias en la anatomía vascular de cada especie. Figura 13. oa = arteria ovárica, oboa = rama ovárica de la arteria ovárica, oboe = rama

<sup>161</sup> THE DROST PROJECT SEARCH. “The Visual Guide to Bovine Reproduction”. [online]. 2000. [cited 13 abril 2007]. Disponible en: [http://drostproject.vetmed.ufl.edu/drost\\_bovine\\_contents.html](http://drostproject.vetmed.ufl.edu/drost_bovine_contents.html)

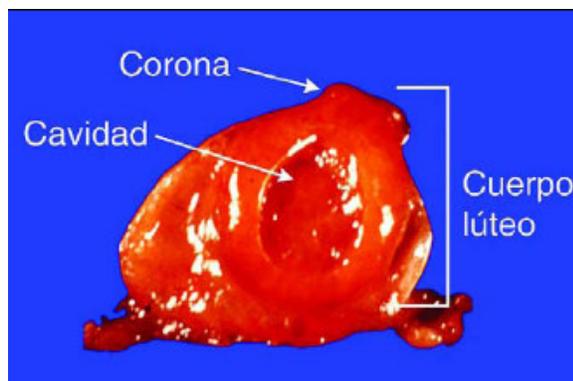
<sup>162</sup> GLOOBE, Op. cit., p.121

ovárica de la vena ovárica, ov = vena ovárica, ua = arteria uterina, uboa = rama uterina de la arteria ovárica, ubov = rama uterina de la vena ovárica, uov = vena uteroovarica, uv = vena uterina.”<sup>163</sup>

- Estructuras ováricas

Shroeder afirma que: “De la fosa de ovulación se origina durante los primeros 5 días un cuerpo hemorrágico (CH) con funciones progesterogénicas. Después se desarrolla un cuerpo lúteo (CL) el cual adquiere su máximo florecimiento al finalizar el periodo ovular para mantenerse activo durante toda la gestación. Se pueden formar uno o dos cuerpos amarillos y folículos estáticos en la superficie ovárica”<sup>164</sup>.

Figura 14. Ovario con Cuerpo lúteo gestante



Fuente: DEJARNETTE, Mel y NEBEL, Ray. Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. USA: Select Reproductive Solutions by Select Sires. [online]

Según Gloobe: “el tamaño de los ovarios varía mucho, según la edad y fase del ciclo estral. Asimismo, durante los primeros meses de gestación, el ovario en el cual se encuentra el cuerpo lúteo es mucho mas voluminoso que el ovario del lado opuesto”<sup>165</sup>.

<sup>163</sup> GINTHER, O. Equine Pregnancy: Physical Interactions between the Uterus and Conceptus [online]. Animal Health and Biomedical Sciences. Wisconsin: University of Wisconsin. 1998. Vol. 44; p. 77-78. Disponible en:<oig@ahabs.wisc.edu>

<sup>164</sup> SHROEDER, Op. cit., p.287

<sup>165</sup> GLOOBE, Op. cit., p. 116

## **5. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **5.1 LOCALIZACIÓN**

La recolección y proceso de conservación con resina poliéster (plastinación) de los especímenes fue realizado en la ciudad de Manizales; en la Central de Sacrificio de la Ciudad y en las instalaciones del Anfiteatro de Anatomía y Morfología Veterinaria de la Universidad de Caldas.

La evaluación y análisis de datos de encuestas sobre los especímenes elaborados como propuesta de herramienta didáctica se realizó en la ciudad de San Juan de Pasto, mediante encuestas a los estudiantes y docentes del Programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño.

### **5.2 POBLACIÓN OBJETO Y MUESTRA**

De acuerdo al registro de OCARA (Universidad de Nariño), los estudiantes matriculados en Medicina Veterinaria en los semestres 2, 4, 6 y 8 del periodo B de 2007, comprenden una población de 194 personas. Igualmente los docentes inscritos al programa de Medicina Veterinaria para éste periodo conforman una población de 17 profesores.

La muestra fue el total de la población de estudiantes matriculados y docentes inscritos al programa de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño para el periodo B de 2007, de quienes se logró encuestar a 103 estudiantes (53% de la población) y a 14 profesores (82.35% de la población).

### **5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

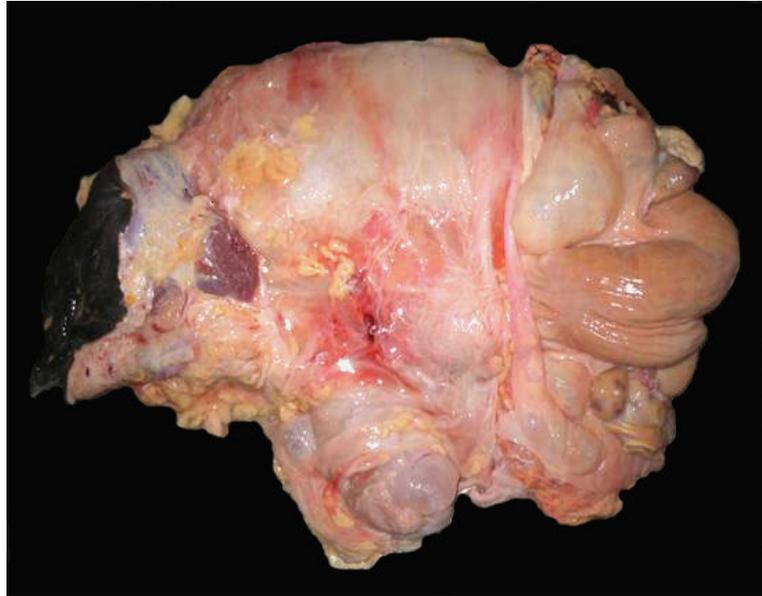
El proceso de recolección, análisis y presentación de resultados se realizó por medio de encuestas que expresan los datos en porcentajes.

### **5.4 RECOLECCIÓN Y PLASTINACIÓN DE LOS ESPECÍMENES**

Se recolectaron 8 aparatos genitales de hembra bovina que se encontraban aproximadamente entre los 30 a 120 días de gestación, teniendo en cuenta palpación y tamaño de placentomas, asimetría de cuernos, deslizamiento de membrana, presencia del feto y por ultimo la visualización de un Cuerpo lúteo 3 en el ovario ipsilateral al cuerno gestante; se registró demás estructuras presentes en

ambos ovarios. Los especímenes se lavaron con abundante agua para retirar restos de materia fecal y sangre. Se clasificó, enumeró y realizó la toma de fotografías en fresco del espécimen y de ovarios en posiciones dorsal, medial y lateral para la identificación registro de estructuras ováricas.

Figura 15. Especimen fresco recolectado de la Central de Sacrificio (Manizales)



En el laboratorio de Anatomía y Morfología de la Universidad de Caldas, conjuntamente con el profesor Héctor Gabriel Zapata, se realizó el proceso de “plastificación” o propiamente llamada “plastinación” en ocho especímenes de aparato genital de hembra bovina, ejecutando los cuatro pasos básicos del proceso de plastinación. Sin embargo, enunciaremos algunas variaciones en cada paso, teniendo en cuenta los límites tanto económicos como legales para la consecución de equipamiento y materiales para el proceso.

#### 5.4.1 Productos utilizados:

- Formol

Oostrom<sup>166</sup> define a la formalina como una solución saturada de gas formaldehído en agua, con una concentración comercial de 35-38%.

---

\* COMUNICACIÓN PERSONAL de Dr. Héctor Gabriel Zapata. MVZ. Manizales, Colombia. Enero de 2007.

La Hoja de Seguridad para el formol al 37%<sup>167</sup> describe químicamente al formol, formalina o metanal al 37%, como una disolución acuosa de formaldehído estabilizado, conteniendo 37% de formaldehído y aproximadamente un 1% de metanol. Dentro de las propiedades físico-químicas están:

Aspecto: Disolución incolora  
Olor purgante a formol  
pH: 3.0-4.5  
Punto de Ebullición: 99° C  
Punto de Inflamación: 85° C  
Presión de vapor a 25°C: 1.3 mm Hg  
Densidad a 25°C: 1.110-1.114 Kg/l  
Solubilidad: Miscible con agua en todas proporciones

La autora Moret de Arcia<sup>168</sup> describe entre las propiedades físico-químicas del formaldehído (HCHO) como un gas volátil, ligeramente más pesado que el aire, incoloro y muy soluble en agua. La solución acuosa de formaldehído al 37% se denomina formalina: ésta contiene además entre 10% y 15% de alcohol metílico (metanol) para inhibir su posterior polimerización a formaldehído.

- Thinner

Niño y Camargo<sup>169</sup> definen al Thinner como un adelgazador, líquido homogéneo, volátil, transparente, formado por una mezcla balanceada de disolventes verdaderos o activos (líquidos altamente volátiles capaces de disolver la nitrocelulosa y resinas sintéticas difíciles de poner en solución), disolventes latentes o cosolventes (líquido orgánico que con un disolvente activo ayuda a disolver resinas), diluyentes (disuelven resinas naturales) y retardadores (evitan la rápida evaporación del adelgazador); de tal forma que sea capaz de llevar la viscosidad de empaque de los productos a la viscosidad de aplicación

---

<sup>166</sup> OOSTROM, Op. cit., p.7

<sup>167</sup> HOJA DE SEGURIDAD para el formol al 37%. Según 91/155/CEE

<sup>168</sup> MORET de ARCIA, Op. cit.,

<sup>169</sup> CAMARGO ALBARRACIN, Jenny Milena y NIÑO PÉREZ, Rosa Mery. Caracterización del Thinner para la Industria de Pinturas de Uso Domestico en Santafe de Bogota D.C. por Cromatografía de Gases. Santafe de Bogota D. C.1999. p.19. Trabajo de Grado (Químico Farmacéutico). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Farmacia.

recomendada por el fabricante y que permite aplicarlos sin afectar la funcionalidad de los mismos.

Finalmente Niño y Camargo recomiendan que: “Los rangos de utilización de los componentes en la fabricación de thinner para la fabricación de pinturas basadas en nitrocelulosa, son los siguientes: Disolvente activo, 16-22%; Cosolvente, 12-16%; Retardador 3 -9% Diluyente 55 -60%”<sup>170</sup>.

- Resina poliéster

Palatal® CO P4<sup>171</sup> es un poliéster instaurado basado en ácido ftálico y glicoles estándar, disuelto en estireno. Esta resina es de reactividad media y alta viscosidad. Es miscible con estireno. Sin embargo la adición de estireno superior a 20% da como resultado un deterioro de las propiedades físicas. Palatal CO P4 no está preacelerado, por lo que se debe adicionar acelerante de cobalto o amina para el endurecimiento a temperatura ambiente. Para el curado de Palatal CO P4 se pueden utilizar los peróxidos comúnmente usados para las resinas de poliéster instaurado tales como peróxido de metiletilcetona (MEKP), ciclohexanona (CHP) y acetilacetona (AAP). Al usar acelerante de cobalto, el tiempo de gel se puede extender adicionando un inhibidor en base de t-butilcatecol.

#### 5.4.2 Procesos

- Inyección de color y Fijación:

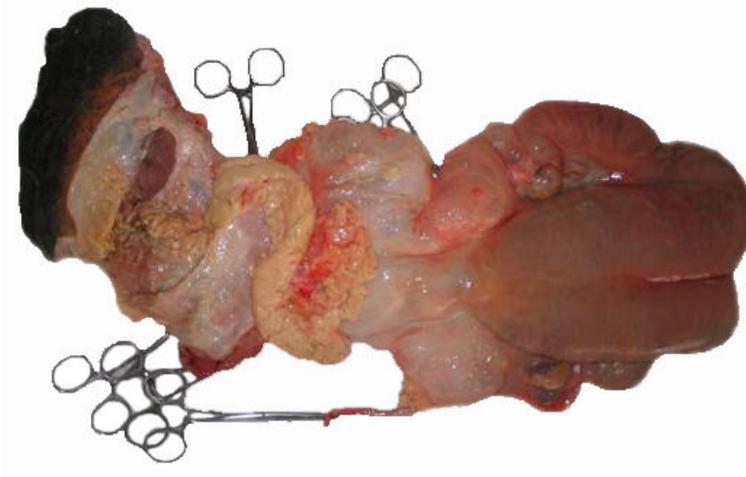
Antes de sumergir el espécimen en formol, se inyectó resina poliéster coloreada vía vascular localizando inicialmente los 4 cabos principales (arterias y venas uterinas y ováricas de cada lado). Luego se canalizaron las arterias uterinas medias, se inyectó previamente thinner para permitir una descongestión del vaso y se procedió a aplicar el producto.

---

<sup>170</sup> Ibid., p. 21

<sup>171</sup> DEPARTAMENTO PALATAL (Chile). Información Técnica: Palatal® CO P4. Santiago: BASF Chile, diciembre de 2000. 2 p.

Figura 16. Localización de arterias en el espécimen para inyección de color



La fijación se realizó por inmersión y dilatación en formol al 15% por 15 días, tiempo durante el cual se realizó disección de parametrios ventrales de cada cuerno para exponer la vascularización, disección de porción vaginal y recto, arterias/venas uterinas y ováricas de cada cuerno retirando la capa ventral del ligamento ancho y dejando la dorsal como referencia anatómica. Para la dilatación, se extrajo inicialmente el líquido alantoideo para evitar la dilución del formol.

Figura 17. Disección del parametrio ventral

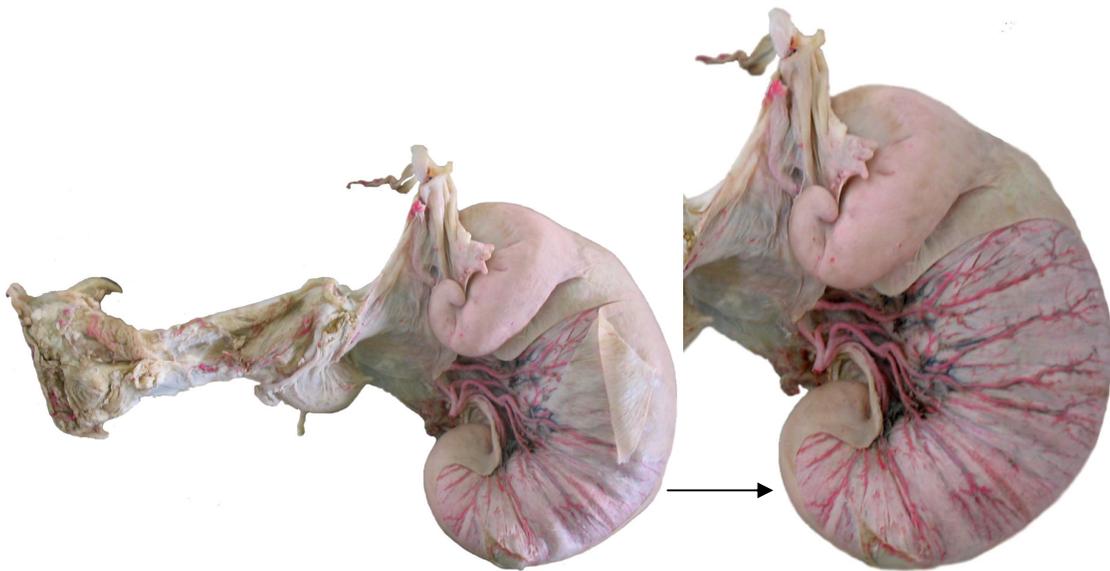


Figura 18. Visualización de la gran vascularización uterina en porción ventral de útero inyectado con resina poliéster

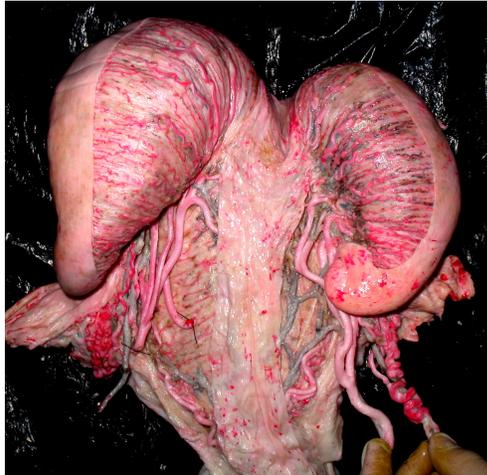
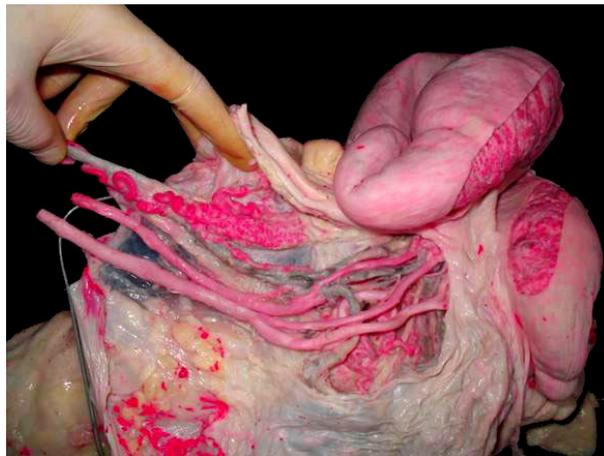


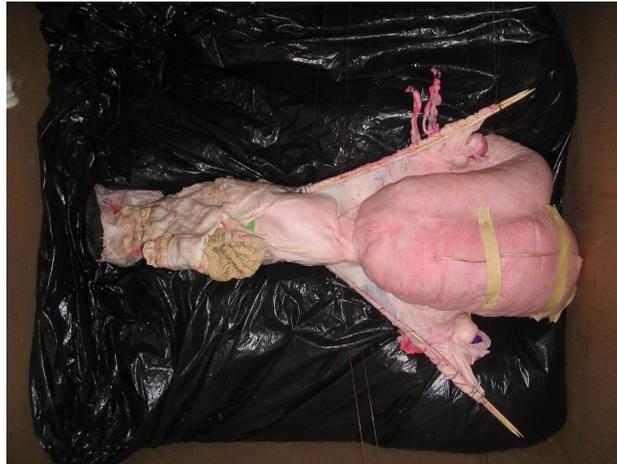
Figura 19. Arteria ovárica y uterina coloreadas con resina poliéster



- Deshidratación y posición:

Se sumergió los especímenes en thinner comercial (8 litros por útero), contenido en un tanque con tapa hermética por 15 días. A continuación se procede a secar por 1-2 días en un lugar oscuro y cerrado para evitar el aire y luz directos que quemarían la pieza, se utilizó una caja de cartón cerrada colocando el aparato genital en posición anatómica, igualmente la bolsa ovárica, ligamentos intercornuales, extensión del ligamento ancho, arterias/venas uterinas y ováricas fueron fijados en posición dorso-craneal.

Figura 20. Espécimen templado y en posición después de 15 días de deshidratación con thinner.



- Impregnación con el polímero:

Se realizó a temperatura ambiente con resina poliéster (palatal® CO P4) en proporción inicial de 3:1 de thinner/resina, aumentando gradualmente la cantidad de resina hasta lograr una proporción final de 1:1. Este proceso se realizó con la ayuda de un pincel grande, agregando capas a medida que el tejido se tornaba seco y con cambios de color.

Figura 21. Espécimen en proceso de impregnación con el polímero



- Replica de embriones, fetos, ovarios y placentomas de cada espécimen como elementos complementarios.

Se tomó molde de las estructuras utilizando Silicona para moldeo y se hizo el contramolde respectivo en yeso para darle estabilidad al molde de silicona. Cada replica se rotuló.

Figura 22. Elaboración de un molde para feto



Los embriones y fetos menores de 70 días fueron incluidos en resina poliéster para simular las vesículas amnióticas. Para lograr la vesícula con la medida de cada espécimen, se elaboraron vesículas en arcilla y se imprimieron en acrílico mediante termoformado para lograr el molde; que finalmente se vació con la resina incluyendo en ella los individuos replicados.

Figura 23. Conceptus real y replica de 40-45 días de gestación

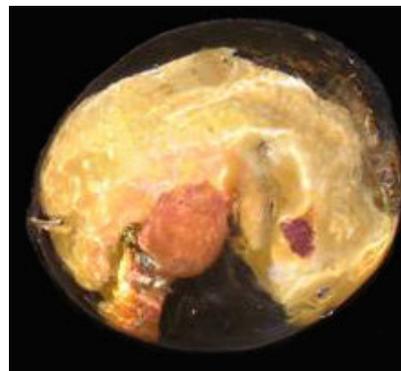
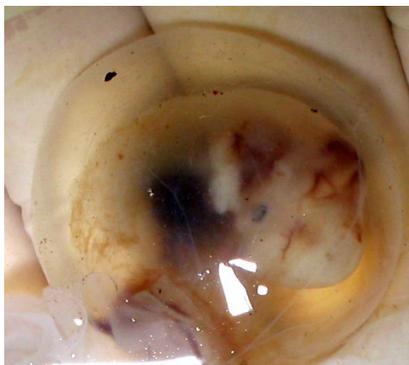
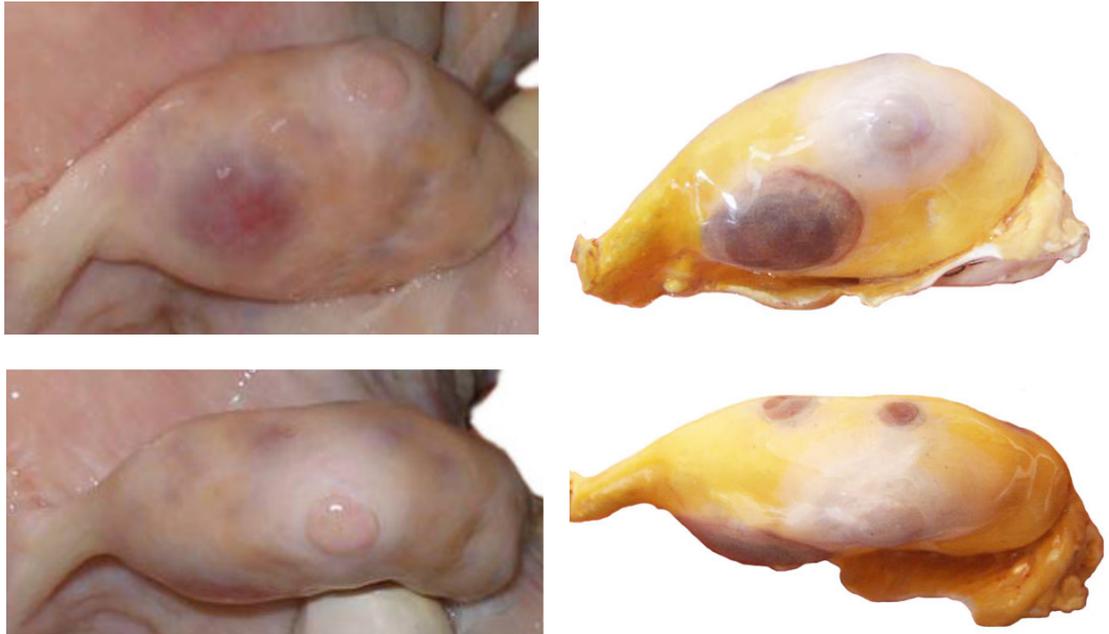


Figura 24. Ovarios reales y replicas de los especimenes recolectados con Cuerpo Lúteo de gestación



Figura 25. Ovario (vista craneal y dorsal) real y replica de cuerno no gestante con Folículo secundario y cuerpo albicans.



Finalmente se ensamblaron las estructuras respectivas para cada espécimen, el cual lleva una placa explicativa con la edad aproximada y las medidas del mismo. Todos los especímenes poseen una ventana en la curvatura mayor del cuerno grávido (de donde se extrajo el conceptus o feto) donde se logra visualizar la estructura interna del útero; cuatro de éstos poseen una ventana en la porción vaginal para la visualización del cerviz y fórnix vaginal. En los dos primeros especímenes de la colección (35-40 días y 40-45 días), las estructuras de cada ovario están enumeradas y se describen en la placa explicativa.

Figura 26. Especimen terminado y montado para exhibición como propuesta de herramienta didáctica.



Figura 27. Colección de especímenes elaborados como propuesta de herramienta didáctica en los procesos de enseñanza/aprendizaje.



## 6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 RESULTADOS OBTENIDOS DURANTE EL PROCESO DE PLASTINACIÓN

#### 6.1.1 Inyección de color y fijación

Al realizar la disección previa a la inyección de color, el daño de pequeños vasos no permitía una buena distribución debido a que éstos debían ser pinzados para evitar la salida del producto; por lo cual se trato de conservar el espécimen como se obtuvo de la central de sacrificio para evitar un mayor daño de vasos.

La anterior afirmación coincide con el estudio de Pavkov donde recomienda: “para mejores resultados en la inyección vía vascular, inyectar el espécimen antes de diseccionarlo, seguido de la separación de los órganos genitales internos y la posterior plastinacion; con el objetivo de evitar daño de numerosos vasos que evitan una distribución completa del producto”<sup>172</sup>.

La fijación en formol al 15% resultó satisfactoria. No se utilizó soluciones como Kaiserling, por lo cual el tejido se tornó pálido al sumergirlo en formol, sin embargo, debido a la inyección en fresco de resina coloreada, el tejido tomo un color rojizo representando la gran vascularización del aparato genital en gestación. Al cubrir el espécimen sumergido con paños para que la superficie flotante permanezca húmeda y proteger los contenedores de la luz directa; se evitó que los tejidos se quemen.

Tal proporción utilizada en el trabajo se ajusta a los trabajos de Sturdgess donde recomienda: “Los mejores resultados se consiguen con formaldehído en diluciones al 2-20% de la concentración comercial disponible al 35-40%”<sup>173</sup>.

En contraste, Bravo<sup>174</sup> describe que la fijación ideal para preparados en resina poliéster debe contener formalina, en concentraciones no mas allá de 5%, por períodos en lo posible cortos (una a dos semanas), para evitar el oscurecimiento de la muestra.

---

<sup>172</sup> PAVKOV, Mircea, et al. Quantitative Evaluation of the Utero-ovarian Venous Pattern in the Adult Human Female Cadáver with Plastination. [correo electronico]. En: World Journal of Surgery. Vol. 28(2004); p. 201-205

<sup>173</sup> STURDGESS, Op. cit.,

<sup>174</sup> BRAVO, Op. cit., p.475.

Debido al carácter de órgano hueco de los especímenes preparados, la inmersión y dilatación para la fijación de cada espécimen permitió que la pieza estuviera en mayor contacto con el fijador y mantuviera su forma, además se encontró que al extraer los líquidos placentarios antes de infiltrar el formol para la dilatación, hay una mejor fijación del espécimen en su interior.

De igual manera al proceso realizado, Oostrom<sup>175</sup> recomienda que para fijación de útero se debe lavar con agua toda la noche, infiltrar con 5-20% de formalina (aproximadamente 20ml) para estabilizar el tamaño natural y sumergir en formalina al 5% hasta fijar (chequear periódicamente para la preservación del tamaño).

Sturdgess también menciona: "La inmersión del espécimen solo es adecuada cuando éste es lo bastante delgado para una fijación rápida. Así, para otro tipo de especímenes se utilizara la inyección en el sistema vascular. Los órganos huecos tienen que ser dilatados durante la fijación"<sup>176</sup>.

Finalmente para Stuart y RW: "La flexibilidad y utilidad de los especímenes puede ser incuestionada al reducir la fijación de formalina estándar del 10% al 1-3% y la dilatación de órganos huecos durante el proceso de curado"<sup>177</sup>.

Por lo tanto, la fijación con formol al 15% por inmersión y dilatación resulta satisfactoria para los especímenes preparados, sin embargo, se podría evaluar una fijación al 5%.

#### 6.1.2 Deshidratación a temperatura ambiente con Thinner comercial

Este producto ha sido usado de manera satisfactoria en procesos de preservación de cadáveres animales realizados por el Dr. Zapata, considerado como producto alternativo en el proceso de deshidratación, en la preparación de los especímenes también tuvo un buen resultado, esto se debe a que el thinner posee en sus componentes sustancias utilizadas en el método tradicional de plastinación.

Esta afirmación se sostiene con el estudio de Niño y Camargo<sup>178</sup> donde describen lo que se denomina thinner o adelgazadores, el cual, está conformado por

---

<sup>164</sup> OOSTROM, Op. cit., p.7

<sup>176</sup> STURDGESS, Op. cit.,

<sup>177</sup> STUART, M y RW, Op.cit., p.130

<sup>178</sup> NIÑO y CAMARGO, Op. cit., p.20

disolventes verdaderos o activos, entre los cuales menciona la **acetona**; los disolventes latentes donde están los alcoholes como el **alcohol isopropílico, metanol, etílico e isobutanol**; en los diluyentes están el tolueno y **xilenos**; y los retardadores el mas utilizado es el butil celosove.

Los componentes del thinner descritos anteriormente han sido mencionados por diferentes autores como alternativa en el proceso de deshidratación. Tal es el caso de Jimenez e Isaza<sup>179</sup> quienes señalan que las dificultades para la obtención y manejo de la acetona en Colombia, por ser un insumo para el procesamiento de la cocaína, se superaron mediante el uso de alcohol isopropílico, el cual es de mas fácil acceso y mas económico; la retracción observada en los preparados se debió principalmente a la temperatura a la cual se llevo a cabo la deshidratación con este solvente; se espera que su empleo a bajas temperaturas permita obtener menor grado de retracción en los preparados anatómicos que se deseen plastinar.

De igual manera Bravo<sup>180</sup> desarrolla una variante que utiliza alcoholes de 70%, 80%, 90% y 100%, a temperatura ambiente, para luego incluir la preparación sin realizar una impregnación forzada. Esta técnica, ha sido muy útil para incluir en resina poliéster, cortes de cerebro y proporciona preparaciones opacas.

En ésta investigación se propone al thinner como una “nueva variante” que no había sido descrita por otros autores, el cual, tiene la propiedad de deshidratar el tejido debido a que entre sus componentes se encuentran las sustancias descritas comúnmente para la deshidratación en el proceso de plastinacion. A pesar de que el thinner también es un producto restringido, su consecución fue mucho más fácil que la de acetona, igualmente restringida en el país. Además su almacenamiento y manipulación representa mayores riesgos que el thinner, un producto de manejo más seguro debido a su componente retardador. Se describen otras razones que no permitieron el uso de la acetona tales como que se carecía de un refrigerador para llevar a cabo el proceso descrito por von Hagens, una cámara totalmente hermética para su almacenamiento seguro y finalmente las limitaciones económicas para su consecución.

Sin embargo, se debe tener en cuenta la anotación de Niño y Camargo respecto a la restricción del thinner:

El “THINNER” está incluido en el Estatuto Nacional de Estupefacientes, Ley 30, Resolución 0009 de febrero 18 de 1987, ya que debido a las

---

<sup>179</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit., p. 104

<sup>180</sup> BRAVO, Op. cit.,

características de sus componentes se ha venido usando en la extracción y purificación de sustancias estupefacientes. Además, su control presenta dificultades debido a que la única norma oficial vigente es la del Instituto Colombiano de Normas Técnicas, NTC 1102 de noviembre 25 de 1998; la cual no es clara cuando se refiere a las sustancias que pueden hacer parte en las formulaciones de thinner.<sup>181</sup>

### 6.1.3 Impregnación con polímero

La impregnación realizada a temperatura ambiente con resina poliéster fue satisfactoria, ya que al utilizar bajas proporciones de resina inicialmente, el producto lograba una mayor penetración en el tejido.

De manera complementaria, Bravo propone una técnica igualmente a temperatura ambiente:

En la técnica de von Hagens, se mezcla el polímero con el catalizador, por lo tanto, esta mezcla debe mantenerse a -20 C para evitar su endurecimiento. En el caso de la técnica con siliconas de Dow Corning, comercializadas por Corcoran Laboratorios, lo que se mezcla es el polímero con el crosslinker, por lo tanto, esta mezcla puede trabajarse a temperatura ambiente ya que no endurece. Para que esta mezcla pueda polimerizar se debe aplicar el catalizador indicado. Esta diferencia en la técnica que, pareciera de poca importancia, en la práctica significa que, al no tener que mantener la cámara de vacío en el interior de un refrigerador, no se interrumpe el proceso de deshidratación en acetona de las piezas anatómicas; proceso que obligatoriamente debe realizarse a -20 C, y que es la etapa que mas tiempo demanda en la técnica de plastinación.<sup>182</sup>

En adición a lo anterior Roach enuncia:

El Dr. Glover dice que podría plastinar un corazón humano en 24 horas, y se necesitaría una semana con el método de Von Hagens. El Dr. Von Hagens plastina en condiciones bajo- congelación para evitar el endurecimiento prematuro debido al catalizador; Dow Corning propone

---

<sup>181</sup> NIÑO y CAMARGO, Op. cit., p. 12.

<sup>182</sup> BRAVO, Op. cit.,

adicionar el catalizador después que el espécimen es impregnado con el polímero, así el proceso entero se puede realizar a temperatura ambiente.<sup>183</sup>

Por otra parte Bravo<sup>184</sup> señala que en el mercado nacional (Chile) existen siliconas que deben trabajarse a -20 C, mientras que otras pueden trabajarse a temperatura ambiente. Ha seleccionado estas últimas, ya que ello le permite procesar indistintamente preparados que van a impregnarse en silicona como en resina poliéster, material que también debe trabajarse a temperatura ambiente.

Igualmente Olivares, Adaro y Valenzuela describen: “La impregnación forzada es realizada a temperatura ambiente cuando se utiliza resina epóxica y resina poliéster o a -25 °C cuando se trabaja con silicona”<sup>185</sup>.

En el ensayo se observó mejores resultados al utilizar resina poliéster para la impregnación, debido a que el espécimen preparado en ensayos anteriores con resina epoxica resultó opaco y quebradizo.

Este hallazgo coincide con los trabajos de Bravo<sup>186</sup> donde infiere: “personalmente he descartado el uso de resinas epóxicas, por ser éstas 5 veces más caras que las poliéster, por ser más complicada su manipulación y por no mostrar, en mi experiencia, ventajas significativas como aquellas descritas en la literatura, por ejemplo, mayor transparencia”.

Cabe resaltar las anotaciones de Milkosova<sup>187</sup> donde describe que hay muchas causas de falla al preparar los especímenes; las fallas más comunes son contracción y cambios de color. Otras fallas son defectos visibles como deformación, superficies quebradizas, daño de arterias y nervios o superficies ásperas del espécimen. Las manchas en las superficies del órgano también son un daño común. En su estudio, concluyeron que las causas de estos defectos son: temperatura inapropiada de reacción de la mezcla, uso especímenes conservados

---

<sup>183</sup> ROACH, Op. cit.,

<sup>184</sup> Ibid.,

<sup>185</sup> OLIVARES, ADARO y VALENZUELA, Op. cit.,

<sup>186</sup> BRAVO, Op. cit.,

<sup>187</sup> MILKOSOVA, Maria

en formalina vieja con cambios de color, uso de especímenes mal fijados o especímenes con manchas secas en la superficie mostrando tiempo inapropiado del secado del material.

De acuerdo con las anteriores afirmaciones se puede considerar que la impregnación a temperatura ambiente con el uso de una resina poliéster sin pre-acelerante y con catalizador de Cobalto; se realizó bajo las condiciones señaladas por otros autores y mostró buenos resultados en los especímenes preparados, sin embargo, los especímenes mostraron cierto grado de retracción por la falta de una cámara de vacío en el proceso.

## 6.2 ACEPTACIÓN POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES DEL MÉTODO DE PLASTINACIÓN COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

### 6.2.1 Comportamiento del estudiante

El 83% de los estudiantes encuestados respondieron que se sentirían más cómodos al utilizar materiales plastinados como herramienta didáctica; un 16% de estudiantes elegirían las herramientas comúnmente usadas como audiovisuales, tejidos frescos y/o tejidos en formol.

Con respecto a la motivación que generan los materiales plastinados, el 97% de estudiantes respondió que se vería más interesado en aprender y estudiar con este tipo de herramientas en sus clases, de quienes:

Un 42% justificaron que estos materiales estimulan la memoria visual facilitando el aprendizaje. Un 22% calificaron al material como didáctico, novedoso e interesante; opiniones compartidas por Rubiano, Aldana y Riascos<sup>188</sup>. Un 13% afirmaron que el material sirve como una guía antes de la práctica y puede reutilizarse; propuesta compartida por Douglass y Glover<sup>189</sup>. Un 13% dijeron que la técnica proporciona un material higiénico que disminuye el riesgo biológico causado por el formol y/o tejidos frescos; coincidiendo con Olivares, Adaro y Valenzuela<sup>190</sup>; Grondin<sup>191</sup>; Douglass y Glover<sup>192</sup>; y los autores Jiménez e Isaza<sup>193</sup>.

---

<sup>188</sup> RUBIANO, ALDANA Y RIASCOS, Op. cit.,

<sup>189</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

<sup>190</sup> OLIVARES, ADARO y VALENZUELA, Op. cit.,

<sup>191</sup> GRONDIN, Op. cit.,

Un 6% afirmó que ofrece comodidad para usarlo dentro y fuera de clase, razón compartida por Grondin<sup>194</sup>. Un 5% menciona que la técnica es ecológica, evita el sacrificio de animales y ahorra tiempo que se gasta en disecciones, coincidiendo con los hallazgos de Stuart y RW<sup>195</sup>; y Douglass y Glover<sup>196</sup>.

La gran motivación que la propuesta causó en los estudiantes al visualizar y manipular los especímenes plastinados, puede deberse a que con estas nuevas herramientas el estudiante adquiere un comportamiento totalmente positivo hacia el estudio desarrollando entonces un aprecio e interés desde principios de su carrera.

Por lo tanto, la técnica de plastinación ofrece gran comodidad al estudiante con respecto a su percepción sobre la carrera, que se refleja en una mayor motivación para aprender y estudiar debido a que se evita el uso de materiales tóxicos y de apariencia desagradable que distraen el verdadero enfoque de la clase.

### 6.2.2 Comunicación y aprendizaje

El 96% de los estudiantes encuestados cree que los materiales preparados con esta técnica facilitan el intercambio y comunicación de conocimientos con sus profesores.

Un 61% considera que su aprendizaje con este método sería excelente y un 38% considera que su aprendizaje sería bueno.

Estos resultados se enriquecen con estudios de Stuart y RW<sup>197</sup>, donde reportaron que los estudiantes se interesan más en aprender con estas herramientas que solo memorizar.

---

<sup>192</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

<sup>193</sup> JIMENEZ e ISAZA, Op. cit.,

<sup>194</sup> GRONDIN, Op. cit.,

<sup>195</sup> STUART y RW, Op. cit.,

<sup>196</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

<sup>197</sup> STUART y RW, Op. cit.,

Otros autores igualmente mencionados en la revisión de literatura como Bickley, et al y Dawson, et al<sup>198</sup> coinciden con el trabajo en que la plastinación se convierte en una excelente herramienta para la enseñanza e investigación.

Se ha observado que muchas veces el estudiante no logra comprender totalmente la explicación del profesor, generando vacíos que después se pueden ver reflejados en el aprendizaje; por otra parte, el docente carece de herramientas didácticas adecuadas que le permitan dar una mayor espacialidad y tridimensionalidad al conocimiento emitido.

Por consiguiente, las herramientas didácticas preparadas mediante la técnica de plastinación, permiten que una comunicación mas clara entre el estudiante y docente facilite el intercambio de conocimientos en el proceso de enseñanza/aprendizaje. Sin embargo, el grado de responsabilidad del alumno es directamente proporcional al compromiso que él mismo adquiera para aprender.

### 6.2.3 Aspecto físico de los especímenes preparados

El 89% de estudiantes encuestados consideró agradable el material preparado por plastinación; un 10% de encuestados considero que su apariencia era regular. La mayoría aprecio el trabajo debido a que reconocen que el proceso fue dispendioso porque en el medio se carece de equipamiento y materiales más adecuados para la elaboración de las piezas, para una minoría el trabajo fue regular porque desconocen la técnica.

El 100% de estudiantes afirmó que se podían distinguir claramente las estructuras y cambios anatómicos en cada espécimen, entre sus razones, el 60% destacó que los especímenes estaban adecuadamente rotulados especificando el cambio para cada estadio de gestación; un 13% afirmó que las estructuras están bien conservadas y despejadas, poseen ventanas que permiten detallar estructuras internas; un 12% recalcaron que es el material real dispuesto de manera anatómica; un 11% resaltó que los especímenes están coloreados y se logran ver estructuras que en una disección no se aprecian claramente por daño o pérdida del tejido; finalmente un 5% afirmó que las replicas corresponden a la realidad del tejido fresco.

---

<sup>198</sup> BICKLEY.H.C. et al. Preservation of Pathology Specimens by Silicone  
DAWSON.T.P. et al. How do we teach Pathology? Silicone Plastinated Pathology Specimens and their teaching potential, citados por STURDGESS, Op. cit., renglones 70-74.

Según las anteriores respuestas, a pesar de que una minoría consideró inicialmente el proceso como regular; todos los encuestados reconocieron que con esta técnica se pueden visualizar, manipular y detallar estructuras y cambios que no habían sido percibidos claramente mediante otras ayudas didácticas.

De manera similar a las razones proporcionadas por los estudiantes, Douglass y Glover<sup>199</sup> sustentaron que los especímenes plastinados pueden ser usados con rótulos y diagramas descriptivos para mejorar el aprendizaje del estudiante. Además pueden ser diseccionados o seccionados para exponer estructuras difíciles y observar relaciones anatómicas.

Por consiguiente, la técnica de plastinación ofrece un material no solo de apariencia agradable, sino que permite al investigador visualizar de una forma clara, detallada y explicativa, las estructuras y cambios anatómicos en órganos y tejidos.

#### 6.2.4 Contribución del método

Frente a la pregunta sobre si los materiales preparados con la técnica de plastinación podrían reemplazar las herramientas didácticas tradicionalmente utilizadas tales como ayudas visuales, tejidos conservados en formol y/o tejidos frescos para una comprensión más dinámica de los temas; un 68% de los estudiantes encuestados aceptó la técnica como nueva herramienta didáctica y el 32% restante consideró que la técnica complementa más no reemplaza las ayudas didácticas existentes hasta el momento, propuesta compartida por Douglass y Glover<sup>200</sup>; Bravo<sup>201</sup> y por su parte Roach<sup>202</sup> que se refieren específicamente al uso del material plastinado en conjunto con programas virtuales. Otros como Rubiano, Aldana y Riascos<sup>203</sup> afirmaron que sin demeritar la valiosa ayuda que brinda la disección, es obvio que no se puede llegar a ella, sin tener los conocimientos morfológicos necesarios, lo cual se logra con la plastinación.

---

<sup>199</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

<sup>200</sup> Ibid.,

<sup>201</sup> BRAVO, Op. cit.,

<sup>202</sup> ROACH, Op. cit.,

<sup>203</sup> RUBIANO, ALANA y RIASCOS, Op. cit.,

De los estudiantes que aceptaron la técnica como reemplazo, un 64% afirmaron que la técnica sale de lo común y los materiales generados son creativos, dejando atrás la monotonía de las clases tradicionales; un 13% señaló que no hay exposición constante al formol ni olores desagradables; un 12% consideró que sería mas agradable y cómodo; y un 12% lo aceptó porque es el material real, justificaciones compartidas por autores como Roach<sup>204</sup>, Grondin<sup>205</sup>; y Douglass y Glover<sup>206</sup>.

Los estudiantes que consideraron la técnica como un complemento, justificaron que las disecciones y contacto con tejidos frescos son necesarios aún cuando representen un alto riesgo biológico, sin embargo, consideraron que evidentemente esta técnica representa un gran avance en la disposición de material didáctico para la enseñanza.

El 97% de los estudiantes encuestados consideró que con esta técnica se mejora la calidad en la enseñanza/aprendizaje del futuro medico veterinario.

Finalmente un 92% de los estudiantes encuestados cree que esta técnica puede usarse en áreas diferentes a las ciencias de la Salud, coincidiendo con autores como Stuart y RW<sup>207</sup>; Grondin<sup>208</sup>; y Olivares, Adaro y Valenzuela<sup>209</sup>.

Por consiguiente, la técnica de plastinacion podría aplicarse total o parcialmente en las clases de Medicina Veterinaria como herramienta didáctica incrementando la calidad en los procesos de enseñanza/aprendizaje, igualmente, la técnico podría usarse en áreas diferentes significando un avance global en los procesos de enseñanza/aprendizaje.

### 6.3 APRECIACIÓN DEL MÉTODO DE PLASTINACIÓN POR PARTE DE LOS DOCENTES DE MEDICINA VETERINARIA

---

<sup>204</sup> ROACH, Op. cit.,

<sup>205</sup> GRONDIN, Op. cit.,

<sup>206</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

<sup>207</sup> STUART y RW, Op.cit.,

<sup>208</sup> GRONDIN, Op. cit.,

<sup>209</sup> OLIVARES, ADARO y VALENZUELA, Op. cit.,

### 6.3.1 Ajuste a la teoría

El 100% de los docentes encuestados respondió que el material preparado tiene relación con los conceptos teóricos existentes. Se reconoce que el material plastinado al ser un material real, proporciona todos los elementos que se describen en la teoría. Por lo tanto se deduce que la técnica de plastinacion se ajusta totalmente a los conceptos teóricos existentes.

### 6.3.2 Comportamiento del estudiante

El 100% de los docentes consideró que éste tipo de herramientas son útiles para motivar y mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Hallazgos igualmente reportados por autores como Douglass y Glover<sup>210</sup>; Stuart y RW<sup>211</sup>; y Grondin<sup>212</sup>.

Debido a que la técnica de plastinacion motiva al estudiante, el docente se sentiría igualmente mas motivado a enseñar. Por lo cual, la técnica le permitiría al docente proporcionar clases más enriquecedoras y dinámicas.

### 6.3.3 Comunicación y aprendizaje

El 100% de los docentes encuestados aceptó a los materiales como facilitadores del intercambio de conocimientos con sus estudiantes y de igual manera respondió que el material podría mejorar el aprendizaje de los mismos.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Douglass y Gover<sup>213</sup> en el Public School District of Midland (Michigan), en conjunto con el laboratorio de Plastinacion de la Universidad de Michigan y la Corporación Dow Corning.

Se ha visto que el uso de materiales innovadores, puede ofrecer un ambiente mas agradable al hecho de aprender y enseñar, por lo cual, la técnica de plastinacion se considera como facilitadota del intercambio de conocimientos en los procesos de enseñanza aprendizaje.

---

<sup>210</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

<sup>211</sup> STUART y RW, Op. cit.,

<sup>212</sup> GRONDIN, Op. cit.,

<sup>213</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

#### 6.3.4 Aspecto físico de los especímenes preparados

El 100% de los profesores encuestados respondió que el material preparado tiene una apariencia agradable. Igualmente el 100% de los encuestados afirman que se pueden distinguir claramente las estructuras y cambios anatómicos en cada espécimen; justificando su respuesta en que son materiales tridimensionales que preservan su forma original, corresponden a la realidad en su momento y en la práctica son parámetros medios lógicos. Justificaciones mencionadas por autores como Douglas y Glover<sup>214</sup>; y Castellanos, et al.<sup>215</sup>, los últimos agregan que el material también resultó efectivo en secciones para técnicas histológicas en vegetales.

Por lo tanto, la técnica de plastinación proporciona materiales tridimensionales y reales en los que se puede distinguir con claridad y detalle las diferentes estructuras anatómicas.

#### 6.3.5 Contribución del método

El 100% de los profesores encuestados acogería los materiales plastinados como nueva herramienta didáctica para el aprendizaje; entre sus razones, al reemplazar las herramientas tradicionales, se disminuye el riesgo biológico, se considera ecológico; y los materiales son reales y explicativos.

Estos resultados son compartidos por Douglass y Glover<sup>216</sup>. En adición, el problema del riesgo biológico del formol también es reportado en estudios de la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC)<sup>217</sup>, el Instituto de Toxicología Química Industrial de Estados Unidos<sup>218</sup> y la OMS<sup>219</sup>, donde concluyen que el formaldehído es una agente cancerígeno para seres humanos.

---

<sup>214</sup> Ibid.,

<sup>215</sup> CASTELLANOS et al, Op. cit.,

<sup>216</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

<sup>217</sup> HOJA DE SEGURIDAD para el formol al 37%, Op. cit.,

<sup>218</sup> BALLENGER. Some effects of formaldehyde on the upper respiratory tract, citado por MORET de ARCIA, Op. cit.,

<sup>219</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, Op. cit.,

El 100% de los docentes encuestados respondió que la calidad en el proceso de enseñanza/aprendizaje sería mejor y además estas herramientas podrían usarse en áreas distintas a las ciencias de la Salud. Propuesta mencionada igualmente por Stuart y RW<sup>220</sup>; Grondin<sup>221</sup>; y Olivares, Adaro y Valenzuela<sup>222</sup>.

Los docentes han observado que el impacto que causaría la técnica en el proceso de enseñanza/aprendizaje no solo sería para el Médico Veterinario o afines; sino que la técnica proporcionaría una extensión hacia la sociedad en general. Estos resultados son compartidos por autores como Olivares, Adaro y Valenzuela<sup>223</sup>.

Por consiguiente, de acuerdo a las nuevas ayudas pedagógicas puede considerarse a la técnica de plastinación como la herramienta didáctica del siglo XXI, la cual no solamente se ha introducido en las ciencias biológicas mejorando la calidad en los procesos de enseñanza aprendizaje, sino que se globaliza en todo tipo de áreas.

Finalmente, cabe mencionar que los resultados estadísticos tanto de estudiantes como docentes obtenidos en éste trabajo, son compartidos por Douglass y Glover<sup>224</sup> en su estudio "Plastinación: Tecnología de preservación que incrementa la enseñanza en biología".

---

<sup>220</sup> STUART y RW, Op. cit.,

<sup>221</sup> GRONDIN, Op.cit.,

<sup>222</sup> OLIVARES, ADARO y VALENZUELA, Op. cit.,

<sup>223</sup> Ibid.,

<sup>224</sup> DOUGLASS y GLOVER, Op. cit.,

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- La fijación con formol al 15% por 15 días resultó satisfactoria para los especímenes de útero bovino plastinados.
- Por su composición y resultados, se propone al Thinner como nueva alternativa en la deshidratación del tejido para plastinación.
- El uso de resina poliéster en proporción ascendente y a temperatura ambiente es satisfactoria para la plastinación de especímenes de útero bovino, aunque el tejido muestra cierto grado de retracción, los especímenes exhiben claramente estructuras y cambios anatómicos.
- La resina poliéster proporciona especímenes semi-transparentes y con un mejor acabado comparada con la resina epoxica.
- La mayoría de estudiantes encuestados se mostraron atraídos y sorprendidos con la técnica de plastinación en el proceso de enseñanza/aprendizaje, por lo cual, se acepta la técnica como ayuda didáctica que incrementa la posibilidad de aprender, interactuar y adquirir mayor seguridad al momento de enfrentar la práctica y la clínica.
- Todos los docentes encuestados aceptaron la técnica de plastinación como alternativa en los procesos de enseñanza aprendizaje, ya que la consideran educativa, dinámica, ecológica, real y aplicable incluso en áreas ajenas a su profesión.
- La técnica de plastinación sigue demostrando ser un proceso tanto “artístico como científico”, donde el estudiante y docente tienen la oportunidad de deleitarse con el estudio y aprovechar de manera significativa sus clases.
- La técnica de plastinación evita la exposición a sustancias y materiales que representan un alto riesgo biológico para estudiantes, docentes y operarios.
- La técnica de plastinación es una herramienta didáctica novedosa y útil, que tanto sola como en conjunto con otras herramientas existentes, es aplicable en todo tipo de áreas académicas y niveles de educación como colegios, institutos técnicos, universidades, escuelas de postgrados, exhibiciones públicas, en fin.

## 7.2 RECOMENDACIONES

- No despejar ni diseccionar el espécimen a plastinar antes de inyectar resina poliéster vía arterial.
- Realizar la fijación del tejido con formol conservando una temperatura de 1-5°C.
- Ensayar una fijación con formol en concentraciones no mayores a un 5% y evaluar los resultados sobre el espécimen a plastinar.
- Implementar el uso de cámara de vacío para los procesos de deshidratación e impregnación del polímero, teniendo en cuenta la consecución previa de resina poliéster precurada.
- Realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de la eficacia del Thinner como producto utilizado en el proceso de deshidratación.
- Analizar el grado de retracción del tejido impregnado a temperatura ambiente.
- Evaluar la técnica de plastinacion como: “herramienta de extensión a la sociedad”.
- Implementar la técnica de plastinacion en las Instituciones educativas como herramienta didáctica para incrementar la calidad en los procesos de enseñanza/aprendizaje.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASPRON, M. Curso de Actualización-Manejo Reproductivo del Ganado Bovino [online]. Ithaca, New York: International Veterinary Information Service. 2 abril de 2004 [cited 12 abril de 2007]. Disponible en: <[www.ivis.org](http://www.ivis.org)>. No. C0601.0404.ES.
- BELLENDÁ, Omar. El Ultrasonido o ecografía aplicados a la Reproducción Animal. [online]. guía Ganadera. [cited 12 abril de 2007]. Disponible en: <http://www.ecografiavet.com>
- BRAVO, Hermes. Plastinacion, una herramienta Adicional para la Enseñanza de la Anatomía [online]. International Journal of Morphology. Vol.24 No.3 (Septiembre de 2006); p. 475-480. Disponible en: <http://www.scielo.cl> ISSN 0717-9502.
- CAMARGO ALBARRACIN, Jenny Milena y NIÑO PÉREZ, Rosa Mery. Caracterización del Thinner para la Industria de Pinturas de Uso Domestico en Santafe de Bogota D.C. por Cromatografía de Gases. Santafe de Bogota D. C.1999. p. 12-44. Trabajo de Grado (Químico Farmacéutico). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Farmacia.
- CASTELLANOS, Maria et al. Evaluación de la técnica de plastinacion aplicada a la hoja de la Rosa de Castilla (*Rosa gallica L.*). Iztacala: Facultad de Estudios Superiores UNAM. 1999.
- DEJARNETTE, Mel y NEBEL, Ray. Anatomía y fisiología de la reproducción bovina [online]. USA: Select Reproductive Solutions. [cited 10 de febrero 2007], 6 p. Disponible en: [www.selectsires.com](http://www.selectsires.com) SS 135-0106-5.0
- DEPARTAMENTO PALATAL (Chile). Información Técnica: Palatal® CO P4. Santiago: BASF Chile, diciembre de 2000. 2 p.
- DESCÔTEAUX, Paúl y CARRIÈRE, Jean. Ultrasonography of the reproductive system of the cow: basic principles, practical uses and economic aspects of this diagnostic tool in dairy production. [online]. En: CONGRESO MUNDIAL DE BUIATRIA. (2006). Memorias del XXIV Congreso Mundial de Buiatria. Nice, Francia. 13 p. Disponible en: <http://www.ivis.org>
- DLAIKAN, H.; HERNANDEZ, A. y CORTES, A. Modificación del epitelio de revestimiento del útero y desarrollo trofoblástico a los 21, 23, 28 y 36 días de la gestación en la vaca. Arch. med. vet. [online]. 1999, vol.31, no.2 [citado 15 Abril 2007], p.197-203. Disponible en:

<[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X1999000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X1999000200006&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0301-732X.

DOUGLASS, Claudia y GLOVER, Roy. Plastination: Preservation technology enhances biology teaching. [online] Washington: The American Biology Teacher. Vol. 65, Iss. 7 (Septiembre, 2003); p.503. Dirección URL: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=434903161&sid=4&Fmt=4&clientId=57068&RQT=309&VName=PQD>. ISSN 00027685

DYCE, K.; SACK, W. y WENSING, C. Anatomía Veterinaria. 2da edición. México: McGraw Hill Interamericana. 1999. 952 p.

FRICKE, Paúl. Aplicaciones prácticas del ultrasonido para el manejo reproductivo en ganado lechero. [correo electrónico]. Wisconsin, Mádison: Departamento de Ciencia Lechera, Universidad de Wisconsin. [cited febrero 10 de 2007]. 15 p. Disponible en: <[fricke@calshp.cals.wisc.edu](mailto:fricke@calshp.cals.wisc.edu)>

GINTHER, O. Equine Pregnancy: Physical Interactions Between the Uterus and Conceptus. [online]. Wisconsin: University of Wisconsin, Animal Health and Biomedical Sciences. 1998. Vol. 44; p. 77-78. Disponible en: <[ojg@ahabs.wisc.edu](mailto:ojg@ahabs.wisc.edu)>

GLOOBE, Hanan. Anatomía Aplicada del Bovino. San José, Costa Rica: IICA. 1989. 226 p.

GRONDIN, Gilles. Plastination: A modern approach to chiropractic teaching. [online]. Toronto: The Journal of the Canadian Association. Vol. 42, Iss. 2 (Junio, 2000); p.107, 6 pgs. Documento URL: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=32494153&sid=2&Fmt=4&clientId=57068&RQT=309&VName=PQD>

GUILLÉN, J. La plastinacion, novedosa técnica de conservación de especímenes. En: Gaceta UNAM. No. 2626. 1992; p. 24-25

HOJA DE SEGURIDAD para el Formol al 37%. Según 91/155/CEE [online]. Actualización 31 Julio de 1994 [cited noviembre de 2006]. Disponible en: <http://www.complucad.com/formol37.htm>

JIMÉNEZ, Ricardo e ISAZA, Oscar. Plastinacion, una técnica moderna al servicio de la anatomía. En: IATREIA. Vol. 18. No. 1 (Marzo de 2005); p. 99-106.

L. DE CABRERA, Jerónimo. Ultrasonografía Aplicada a la Reproducción Animal. En: Curso de Ultrasonografía Aplicada a la Reproducción Animal. Instituto De Reproducción Animal Córdoba (Irac) Y CGR-Biotecnologías Reproductivas. Córdoba, Argentina. Octubre de 2001; 118 p.

McDONALD, L y PINEDA, M. Endocrinología Veterinaria y Reproducción. 4ta edición. Interamericana McGraw Hill. 1991. p. 491-497.

MIKLOŠOVA Maria, MIKLOŠ, Vojtech. Plastination with silicone method s 10 – monitoring and analysis causes of failure. [correo electrónico]. Republica Eslovaca: BIOMED PAPER. Vol.2. No.148. (Septiembre 20 de 2004); p. 237-238. Disponible en: <Vojtech.Miklos@tuke.sk>

MORET de ARCIA, Olga. Contribución al Estudio de los Efectos Tóxicos del Formaldehído. Mérida, Venezuela. 1990. Credencial de merito (Categoría Profesor Titular) Universidad de los Andes. Facultad de Medicina. Departamento de Ciencias Morfológicas. Unidad Académica de Anatomía Humana.

OLIVARES, R; ADARO, L. y VALENZUELA, S. Plastinacion, una nueva técnica anatómica [online]. Vol. 5 No. 3, Diciembre 1999 [cited febrero de 2007]. TECNOVET Chile; renglones 1-5. Disponible en: <http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/>

OOSTROM, Karine. Fixation of tissue for Plastination: General Principles. [correo electrónico]. Canada: [cited 23 enero de 2007]. Voorstraat 72 bis 3512 AS Utrecht the Netherlands; p. 3-11

PAVKOV, Mircea, et al. Quantitative Evaluation of the Utero-ovarian Venous Pattern in the Adult Human Female Cadaver with Plastination. [correo electrónico]. En: World Journal of Surgery. Vol. 28(2004); p. 201-205. Disponible en: <genetica@universia.net.co>

PL, Senger. Pathways to Pregnancy and Parturition [online]. 1997. [cited enero de 2007]. Current Conceptions Inc. Fig. 2-7; p. 16 . ISBN 0-9657648-0-X. Disponible en: <http://www.ag.auburn.edu>

ROACH, Mary. A New Student Aid: Plastic Body Parts, Made From the Real Things [online]. New York: The New York Times, Marzo 7 de 2000 [cited Agosto 2006]; p. F.7 ISBN 03624331. Disponible en: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=50792783&sid=1&Fmt=3&clientId=57068&RQT=309&VName=PQD>

RUBIANO, Miguel; ALDANA, Diego Y RIASCOS, Roy. Propuesta y Estandarización de la Técnica de Plastificación en encéfalos Humanos: Una técnica alternativa en la preservación de especímenes anatómicos para la docencia [online]. 2005, vol.14, no. 2. Revista de la Sociedad de Cirugía de Bogotá - Hospital de San José y la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Bogotá. Repertorio de Medicina y Cirugía [aproximadamente 7 pantallas]. Disponible en: <http://www.fucsalud.edu.co/repertorio>

SALAZAR, Ignacio. Anatomía practica del Ganado vacuno. Barcelona, España. Grass-Iatros. 1999. p. 100-102; p. 127-131.

SHROEDER WEISBACH, Hans. Fisiopatología reproductiva de la vaca. Colombia: Librería Medica Celsius. 1999. p. 234-298.

STUART, M. y RW, H. Plastinated specimenes can improve the conceptual quality of biology labs [online]. Washington: The American Biology Teacher, Febrero de 2002 [cited Agosto 2006]. Vol. 64, No. 2; p. 130. Documento URL: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=109250696&sid=3&Fmt=3&clientId=57068&RQT=309&VName=PQD>

STURDGESS, Ian. Plastination: Silicone Impregnation of Specimens (The standard S10 technique). [online]. 2000, Available form Biomedical Scientist; renglones 20-25. [aproximadamente 3 pantallas] Documento URL: [http://www.ibms.org/index.cfm?method=science.general\\_science](http://www.ibms.org/index.cfm?method=science.general_science)

THE DROST PROJECT SEARCH. "The Visual Guide to Bovine Reproduction". [online]. 2000. [cited 13 abril 2007]. Disponible en: [http://drostproject.vetmed.ufl.edu/drost\\_bovine\\_contents.html](http://drostproject.vetmed.ufl.edu/drost_bovine_contents.html)

VERA, Alejandro y ZAPATA, Gabriel. Replica e inclusión en resina poliéster de cortes coronales de cerebro humano adulto. Manizales. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Área de Anatomía y Morfología Veterinaria. 2004; 14 p.

WOLF, Alexandre y GABALDI, Helena. Acompanhamento Ultra-Sonográfico da Gestaçao em Grandes Animais – Parte II. FEA, Andradina: CIÊNCIAS AGRÁRIAS SAÚDE. Vol. 2, No. 2 (jul-dic de 2002); p 84-89.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. Cáncer Press Release [online]. 15 Junio de 2004. [cited febrero de 2007]. No. 153. Disponible en: <http://www.iarc.fr/>

ZAPATA, Héctor Gabriel. Embriología de la girificación cortical en fetos de la especie *Bos taurus*, entre la semana Ontogenica quince(15) a la treinta y cinco (35) de vida gestacional. Santiago de Cali. 2001. 98 p. Tesis de Grado (Magíster en Morfología). Universidad del Valle.

# **ANEXOS**

Anexo A. Formato de encuesta para docentes

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA

No.	Fecha:	
-----	--------	--

NOMBRE DEL ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

OBJETIVO: Conocer el punto de vista de los docentes de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño, con respecto a los especímenes plastinados de aparato genital de hembra bovina en distintos estadios de gestación; como una herramienta didáctica en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

I. AJUSTE A LA TEORÍA

1. ¿Cree usted que el material preparado tiene relación con los conceptos teóricos existentes?

- a. Sí   
b. No

II. COMPORTAMIENTO DEL ESTUDIANTE

2. ¿Considera que este tipo de herramientas son útiles para motivar y mejorar el aprendizaje de los estudiantes?

- a. Sí   
b. No

III. COMUNICACIÓN Y APRENDIZAJE

3. ¿Cree que este tipo de materiales facilitarían el intercambio y comunicación de conocimientos con sus estudiantes?

- a. Sí   
b. No

4. Cree que el aprendizaje del estudiante al usar este material en conjunto con sus clases sería:

- a. Excelente
- b. Bueno
- c. Malo

#### IV. ASPECTO FÍSICO GENERAL

5. Las estructuras del material preparado tienen una apariencia:

- a. Agradable
- b. Regular
- c. Mala

6. ¿Se pueden distinguir claramente estructuras y cambios anatómicos en cada espécimen?

- a. Sí
- b. No  Porque: \_\_\_\_\_

#### V. CONTRIBUCIÓN

7. ¿Cree que los materiales preparados con esta técnica podrían reemplazar herramientas didácticas tradicionalmente utilizadas tales como ayudas visuales, tejidos conservados en formol y/o tejidos frescos; para una comprensión más dinámica de los temas?

- a. Sí
- b. No  Porque: \_\_\_\_\_

8. ¿Cree usted que con esta técnica se puede mejorar la calidad en la enseñanza/aprendizaje del futuro Médico Veterinario?

- a. Sí
- b. No

¿Para usted éste tipo de herramientas podrían usarse en áreas diferentes a las ciencias de la Salud?

- a. Sí
- b. No

Anexo B. Formato de encuesta para estudiantes

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA

No.	Fecha:
-----	--------

NOMBRE DEL ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_

OBJETIVO: Conocer la opinión de los estudiantes de Medicina Veterinaria de la Universidad de Nariño con respecto a los especímenes plastinados del aparato genital de la hembra bovina en distintos estadios de gestación como una herramienta didáctica en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

I. COMPORTAMIENTO ESTUDIANTIL

1. Con cual material didáctico se sentiría usted mas cómodo:

- a. Herramientas tradicionales(audiovisuales, tejidos frescos, tejidos en formol)
- b. Material plastinado

2. ¿Usted se sentiría mas motivado al aprender y estudiar con este tipo de materiales en sus clases?

- a. Sí
- b. No

Porque: \_\_\_\_\_

II. COMUNICACIÓN Y APRENDIZAJE

3. ¿Cree que este tipo de materiales facilitarían el intercambio y comunicación de conocimientos con sus profesores?

- a. Sí
- b. No

4. Considera que su aprendizaje al usar este tipo de material en conjunto con las clases sería:

- a. Excelente
- b. Bueno
- c. Malo

### III. ASPECTO FÍSICO GENERAL

5. Las estructuras del material preparado tienen una apariencia:

- a. Agradable
- b. Regular
- c. Mala

6. ¿Se pueden distinguir claramente estructuras y cambios anatómicos en cada espécimen?

- a. Sí
- b. No  Porque: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### IV. CONTRIBUCIÓN

7. ¿Cree que los materiales preparados con esta técnica podrían reemplazar herramientas didácticas tradicionalmente utilizadas tales como ayudas visuales, tejidos conservados en formol y/o tejidos frescos; para una comprensión más dinámica de los temas?

- a. Sí
- b. No  Porque: \_\_\_\_\_

8. ¿Cree usted que con esta técnica se puede mejorar la calidad en la enseñanza/aprendizaje del futuro Medico Veterinario?

- a. Sí
- b. No

9. ¿Para usted éste tipo de herramientas podrían usarse en áreas diferentes a las ciencias de la Salud?

- a. Sí
- b. No

### Anexo C. Información general de los especímenes recolectados

Especímen	Útero	Estructuras		Otras observaciones
	cuerno grávido	ovario derecho	ovario izquierdo	
1	Izquierdo	F2	CL3, F3, CL1	Placentomas palpables Feto de macho: Cascos formados y amarillentos, feto desarrollado totalmente, huesos de la cabeza no fusionados. Escroto y pene visibles. Ausencia de pelo.
2	Derecho	CL3, F2	Varios F1	Placentomas palpables Feto de macho: Cascos formados y amarillentos, escroto y pene distinguibles, Esbozos de los cuernos. Feto totalmente desarrollado, huesos de la cabeza mas aproximados. Ausencia de pelos.
3	Derecho	CL3, CL accesorios	F2, varios F1	Placentomas palpables Feto de hembra: Cascos formados y amarillentos, elevación mamaria evidente, vagina en posición anatómica. Esbozos de los cuernos. Feto totalmente desarrollado, huesos de la cabeza mas aproximados. Ausencia de pelos.
4	Derecho	CL3	Varios F1	Placentomas palpables Feto de hembra: Esbozo mamario, vagina ubicada pero protuberante. Esbozo de cuernos, cascos formados y huesos de la cabeza separados.
5	Izquierdo	F2, CL accesorios, C.Albicans, varios F1	CL3, F1, F2	<b>No</b> se palpan placentomas en superficie uterina. Deslizamiento de doble membrana positivo. La placenta aun no ocupaba cuerno no grávido. Embrión: dedos distinguibles.
6	Derecho	CL3, F2, varios F1	F2, varios F1	<b>No</b> se palpan placentomas en superficie uterina Deslizamiento de doble membrana positivo Placenta con invasión parcial en cuerno no grávido. Feto: dedos distinguibles, orejas, morro nasal, costillas.
7	Izquierdo	F2, CL accesorios	CL3, varios F1, CL accesorios C albicans, varios F1	<b>No</b> se palpan placentomas y al abrir, se observa que no se han conformado Deslizamiento de doble membrana positivo, ligera asimetría, algo de contenido uterino. El embrión esta calcificado y sin amnios, probablemente en proceso de reabsorción embrionaria.

8	Derecho	CL3, varios F1, F2	C accesorios , varios F1	Primeros placentomas palpables, aun hay deslizamiento de doble membrana. Feto de macho: formado totalmente, dedos formados sin casco, escroto y tubérculo genital en posición del pene.
---	---------	--------------------------	--------------------------------	--

Anexo D. Toma de parámetros en los especímenes para aproximación del tiempo de gestación.

Característica #especímenes	Longitud del útero(cm)		Diámetro del útero (cm)		Placentomas(largo x ancho x alto cm)	Conceptus (longitud y diámetro en cm)		Feto (longitud y diámetro en cm)		
	Grávido	No grávido	Grávido	No grávido		Diámetro vesícula	Longitud embrión	Longitud LCR	Longitud cabeza	Diámetro torácico
1	62	53	5.4	3.4	(1)1.4 x 0.9 x 0.3 (2)1.4 x 0.7 x 0.3 (3)1.4 x 0.7 x 0.2	-	-	8	5	2.2
2	63	55	9.5	5	(1)2.3 x 1.8 x 0.6 (2)2.5 x 1.7 x 0.8 (3)3.1 x 2.2 x 0.7 (4)2.7 x 2.3 x 0.9 Dos pequeños: (5)1.3 x 0.8 x 0.4 (6)1.7 x 1.1 x 0.4	-	-	14	9	4.9
3	78	59	10.2	3.6	(1)2.9 x 2.1 x 1 (2)3.1 x 2.1 x 1 (3)2.4 x 1.7 x 0.7 (4)2 x 1.3 x 0.5 (5)2.3 x 1.6 x 0.6	-	-	15	9.7	5.4
4	74	53	7.3	5.3	(1)1.8 x 1.1 x 0.4 (2)1.7 x 1.3 x 0.4	-	-	9	6.5	3.1
7	49	37	5.1	4.1	No palpables	3.1	2.25	-	-	0.9
8	53	49	5.5	3.6	No palpables	4.6	3.2	-	-	1.3
9	56	51	4.1	3.5	No palpables 1.8 Estaba rota	1.8 Estaba rota	1.6	-	-	0.7
10	69	43.5	5.3	4.2	No palpables 1.5 x 1.2 x 1.8 1.5 x 1.5 x 0.4 Cerca al feto : 1.1 x 0.9 x 0.4 2 x 1 x 0.4	7	6.5	-	-	1.5

Anexo E. Costo aproximado de materiales para la elaboración de la colección de especímenes.

MATERIALES	VALOR TOTAL
Formol (30Lts)	72.000
Thinner (15 gal)	180.000
Resina poliéster( 4kg)	31.400
Laca mate (2 latas)	17.600
Meck (1fco)	3.500
Cobalto	3000
Yeso(10kg)	31.497
Kit Silicona para moldeo (1Kg)	100.000
Pinturas vinílicas(1 caja)	8.000
Plastilina	6.000
Jeringas	5.000
Pinceles y brochas	20.000
Canecas de plástico (4)	50.000
Bases de madera (8)	120.000
Placas explicativas(8)	60.000
Guantes de látex(2 cajas)	24.000
Cuchillas de bisturí(x20)	3.040
Aguja hipodérmica 16''(x100)	8.200
Alfileres (1 caja)	2.500
TOTAL =	745.737

Anexo F. Tabulación de resultados de encuestas a estudiantes

Pregu nta	1		2		3		4			5			6		7		8		9	
	A	B	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	A	B	A	B
#encu esta																				
1	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
2		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
3		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
4		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
5		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
6		1	1		1			1			1		1		1		1		1	
7		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
8		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
9		1	1		1		1			1			1			1	1		1	
10		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
11		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
12		1	1		1			1			1		1		1		1		1	
13		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
14		1	1		1		1			1			1		1		1			1
15		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
16		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
17		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
18		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
19		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
20		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
21		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
22		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
23		1	1		1		1				1		1		1		1		1	
24		1	1		1		1			1			1			1	1		1	
25		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
26		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
27		1	1		1			1		1			1			1	1		1	
28	1		1		1		1			1			1			1		1	1	
29	1			1	1			1		1			1			1	1		1	
30	1		1		1		1				1		1		1		1		1	
31		1	1		1			1		1				1		1	1		1	
32		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
33		1	1		1			1		1			1			1	1		1	
34		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
35	1			1	1		1			1			1		1		1		1	
36		1	1		1		1			1			1		1		1		1	
37		1	1		1			1		1			1			1	1			1
38		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
39		1	1		1			1		1			1		1		1		1	
40		1	1			1	1				1		1		1		1		1	
41	1		1		1		1			1			1			1	1		1	

42		1	1		1		1		1		1		1		1	
43		1	1		1		1		1		1		1		1	
44		1	1		1		1		1		1		1		1	
45		1	1		1		1		1		1		1		1	
46	1		1		1		1		1		1		1		1	
47		1	1		1		1		1		1		1		1	
48		1	1		1		1		1		1		1		1	
49	1		1		1		1		1		1		1		1	
50	1		1		1		1		1		1		1		1	
51	1		1		1		1		1		1		1		1	
52		1	1		1		1		1		1		1		1	
53		1	1		1		1		1		1		1		1	
54		1	1		1		1		1		1		1		1	
55		1	1		1		1		1		1		1		1	
56		1	1		1		1		1		1		1		1	
57		1	1		1		1		1		1		1		1	
58		1		1	1		1		1		1		1		1	
59		1	1		1		1		1		1		1		1	
60		1	1		1		1		1		1		1		1	
61		1	1		1		1		1		1		1		1	
62		1	1		1		1		1		1		1		1	
63		1	1		1		1		1		1		1		1	
64		1	1		1		1		1		1		1		1	
65		1	1		1		1		1		1		1		1	
66	1		1		1		1		1		1		1		1	
67		1	1		1		1		1		1		1		1	
68		1	1		1		1		1		1		1		1	
69		1	1		1		1		1		1		1		1	
70		1		1	1		1		1		1		1		1	
71		1	1		1		1		1		1		1		1	
72		1	1		1		1		1		1		1		1	
73		1	1		1		1		1		1		1		1	
74		1	1		1		1		1		1		1		1	
75	1		1		1		1		1		1		1		1	
76	1		1		1		1		1		1		1		1	
77	1		1		1		1		1		1		1		1	
78		1	1		1		1		1		1		1		1	
79		1	1		1		1		1		1		1		1	
80		1	1		1		1		1		1		1		1	
81		1	1		1		1		1		1		1		1	
82		1	1		1		1		1		1		1		1	
83		1	1		1		1		1		1		1		1	
84		1	1		1		1		1		1		1		1	
85		1	1		1		1		1		1		1		1	
86		1	1		1		1		1		1		1		1	
87		1	1		1		1		1		1		1		1	
88		1	1		1		1		1		1		1		1	
89		1	1		1		1		1		1		1		1	
90		1	1		1		1		1		1		1		1	

91		1	1		1		1			1			1		1			1		
92		1	1		1			1		1			1		1			1		1
93	1		1		1			1		1			1		1			1		1
94		1	1		1		1			1			1		1			1		1
95		1	1		1		1			1			1		1			1		1
96		1	1		1		1			1			1		1			1		1
97		1	1		1		1			1			1			1	1		1	
98		1	1		1			1		1		1			1	1		1		1
99		1	1		1			1		1			1		1			1		1
100		1	1		1		1			1			1		1			1		1
101		1	1		1		1			1			1			1	1		1	
102	1		1		1		1			1			1		1				1	1
103	1		1			1	1			1			1		1			1		1
Porcentajes	16.5%	83.4%	96.1%	3.8%	9.8%	1.9%	61.1%	38.8%	0.0%	89.3%	10.6%	0.0%	99.9%	1.9%	67.2%	3.2%	97.2%	3.2%	92.2%	10.7%

Anexo G. Tabulación de resultados de encuestas a docentes

Pregunta	1		2		3		4			5			6		7		8		9	
	A	B	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	A	B	A	B
#Encuesta																				
1	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
2	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
3	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
4	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
5	1		1		1		1			1			1			1	1		1	
6	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
7	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
8	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
9	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
10	1		1		1			1		1			1		1		1		1	
11	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
12	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
13	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
14	1		1		1		1			1			1		1		1		1	
Porcentajes	100%		100%		100%		99%			100%			100%		99%		100%		100%	