



EVOLUCION ECOGRAFICA DEL PERIODO EMBRIONARIO HUMANO



MARIA XIOMARA QUERO CABRERA

ANTECEDENTES

Desde el inicio del empleo de los ultrasonidos en el diagnóstico médico , la Obstetricia y la Ginecología han sido una de las especialidades que mayor uso y mayor beneficio han obtenido del procedimiento ; buena prueba de ello , son los numerosos artículos publicados sobre el tema .

Para conseguir una idea aproximada de las publicaciones existentes sobre Ecografía y embarazo , con fecha 25 de Octubre del 2005 , decidimos realizar una búsqueda en el Midline utilizando como palabras clave “ *Ultrasound Pregnancy* “ ; el resultado fueron un total de 34.616 referencias bibliográficas desde 1951 (1) , fecha de la primera publicación que aparece , si bien es cierto , que no es hasta 1962 (2) cuando las publicaciones obstétricas aparecen con asiduidad .

En el mismo periodo de tiempo, al emplear como palabras clave “ *Ultrasound first trimestre pregnancy* “ , el número de publicaciones se reduce a 2001 , y a 2014 si utilizamos como entradas “ *Ultrasound 10 weeks gestation* “ ; cifra que se ve todavía más reducida empleando “ *Ultrasound first trimestre 10 weeks pregnancy* “ , con lo que encontramos solo 440 referencias .

A la vista de los resultados extraídos del Midline , llama la atención que las referencias sobre ecografía del primer trimestre solo representen el 5,78%-5,81% del total de artículos sobre Ecografía y embarazo y que las referencias sobre las 10 primeras semanas de gestación se reduzcan al 1,27 % del total . En este “ aparente desinterés “ bibliográfico sobre las 10 primeras semanas de gestación , parece ligado a la evolución de la tecnología . La primera publicación referida a la gestación precoz data , en el Midline , de 1972 (3) y nos aparece empleando “ *Ultrasound 10 weeks gestation* “ ; marcando como entradas “ *Ultrasound first trimestre pregnancy* “ la primera referencia es de 1973 (4) y al utilizar como palabras clave “ *Ultrasound first trimestre 10 weeks pregnancy* “ , el primer artículo lo encontramos fechado en 1975 (5) .

Si a todas las búsquedas anteriores le añadimos “ *Vaginal probe* “ , la primera publicación aparece en 1986 (6) (“ *Ultrasound Pregnancy* “) , 1988 (7) (“ *Ultrasound first trimestre pregnancy* “) y 1989 (8) (“ *Ultrasound 10 weeks gestation* “) respectivamente .

La llegada de la Ecografía tridimensional ha supuesto un nuevo hito dentro de la tecnología ecográfica . En el Midline y con un total de 232 referencias , la primera publicación sobre ecografía tridimensional y embarazo , data de 1984 (9) utilizando como palabras clave “ *Ultrasound 3D Pregnancy* “ ; con las entradas “ *Ultrasound 3D first trimestre pregnancy* “ son 17 las publicaciones aparecidas , fechándose la primera en 1998 (10) , si las palabras clave utilizadas son “ *Ultrasound first trimestre 10 weeks pregnancy* “ (10) , las referencias quedan reducidas a 8 , correspondiendo la primera referencia al mismo artículo que con la entrada anterior .

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

Con ecografía tridimensional el porcentaje de artículos que se refieren al primer trimestre de gestación representa el 7,32 % de los publicados con 3D y embarazo , reduciéndose a un 3,44 % si consideramos los referidos a las 10 primeras semanas de gestación . Aunque este último porcentaje casi duplica al obtenido al considerar la totalidad de publicaciones sobre Ecografía y embarazo , la conclusión tras estas nuevas búsquedas en el Midline , es que : el primer trimestre sigue representando un mínimo dentro del total de aportaciones bibliográficas sobre ecografía 3D y gestación .

Por diferentes procedimientos de búsqueda , hemos encontrado un total de 47 trabajos (10 – 55) , sobre ecografía 3D y gestación precoz ; de ellas : 3 (6,38 %) hacen referencia al diagnóstico de la gestación ectópica , 13 (27,65 %) al diagnóstico precoz de malformaciones concretas ; 9 (19,14 %) a la visualización de marcadores ecográficos con 3D , fundamentalmente a la translucencia nucal ; 2 (4,25 %) a hallazgos vasculares favorecedores de la implantación ; 1 (2,12 %) al diagnóstico precoz de anidación en la gestación gemelar y 19 (40,42 %) a morfología del saco gestacional , vesícula vitelina o embrión ; cifra que , aunque parezca alentadora , no lo es tanto si consideramos que hablamos de menos de la mitad de un porcentaje de no más del 8% de total de publicaciones sobre ecografía 3D . Cuando vemos los temas de estudio de estos 19 trabajos : vascularización (3 trabajos) , volumen del saco gestacional (3 trabajos) , volumen de la vesícula vitelina (3 trabajos) , volumen placentario (2 trabajos) ; la suma de todos ellos representa el 57,89 % del total de publicaciones y solo el 42,1 % (6 trabajos) tratan la morfología o la evolución , sin que en ninguno de ellos ó bien aún con la totalidad de ellos , seamos capaces de poder reconocer la evolución ecográfica completa con 3D , de los primeros 56 días de desarrollo .

PLANTEAMIENTO

Los primeros 56 días postfecundación representan la fase del desarrollo denominada **periodo embrionario**, siendo la etapa en la que desde una masa celular – **mórula** – el individuo va a diferenciar, esbozar y desarrollar todas y cada una de las estructuras de su organismo; la evolución y el desarrollo normal de este periodo llevará implícita la ausencia de la mayoría de los defectos congénitos, defectos de los que, por otro lado, la ciencia y la propia sociedad demanda un diagnóstico más precoz; circunstancias todas ellas que deben obligarnos a un mejor conocimiento de la morfología gestacional y embrionaria normal, en esa fase.

A la vista de los antecedentes bibliográficos sobre ecografía en esta fase del desarrollo cabe hacerse varias preguntas

¿ Por qué la morfología embrionaria está tan pobremente representada en la bibliografía médica y ecográfica? ¿ Por qué cuando hablamos de sonoembriología hablamos de saco gestacional, de vesícula vitelina, de latido cardíaco y evadimos hablar de características del embrión hasta que este no alcanza, en el mejor de los casos, las 8 semanas de gestación (6 sem. de desarrollo)?

¿ Por qué sistemáticamente utilizamos el término sonoembriología al hablar de primer trimestre de embarazo y en ocasiones de gestaciones de 14 – 15 semanas, si embriológicamente el período embrionario termina en la 8ª semana de desarrollo? .

Dos circunstancias creemos que son la clave de esta situación :

En primer lugar la carencia de una buena base en embriología . Para la mayoría de los licenciados en Medicina , la Embriología es una ciencia compleja y difícil de comprender , de la que siempre tuvimos un conocimiento a partir de esquemas y de preparaciones histológicas , no menos complejas de interpretar ; que siempre constituyó un mínimo é incluso un casi nulo tiempo de docencia curricular y no nos engañemos , siempre se ha tenido casi la certeza de haber sido posible aprobar una disciplina aunque se carezcan de las bases embriológicas de la misma , ya que en definitiva siempre representó no más de 1 unidad didáctica dentro de los programas de las diferentes asignaturas

La segunda de las circunstancias creemos reside en la propia tecnología en la que basar la transmisión de su conocimiento . Como hemos dicho , hasta hace poco , la imagen que del embrión llegaba a nuestra retina era en dos dimensiones : esquemas , preparaciones histológicas , ecografías ... y si nos centramos en estas últimas aunque la mejora de la resolución de los ecógrafos y la llegada de las sondas vaginales , nos han hecho conocer muchas cosas , la realidad es que la información sobre muchos de los procesos que acontecen en los primeros 56 días de desarrollo , ecográficamente , es nula . Un obstetra es capaz de reconocer

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

determinados procesos evolutivos , cuando inspecciona el material extraído en un legrado por aborto precoz y se encuentra con el embrión íntegro ; pero la diferencia entre esta realidad y la de la situación “ in vivo “ representada por la ecografía de la gestación precoz , reside en la tercera dimensión . Lo que nos resulta fácil de interpretar y entender viendo su volumen , es casi imposible de comprender si tratamos de hacerlo con imágenes en dos planos , máxime si se trata de estructuras pequeñas , curvas y con homogeneidad similar .

La ecografía 3D nos permite el estudio volumétrico y superficial de las estructuras y en la actualidad existen ecógrafos que nos permiten no solo el estudio posterior de la imagen obtenida , si no además , obtenida la captura de la imagen , poder movernos por las estructuras y generar imágenes nuevas ; teniendo en cuenta además , que esto lo podemos realizar con cualquier estructura con un tamaño igual ó ligeramente superior al milímetro .

La tecnología tridimensional ecográfica creemos que hace **viable** el poder acercarnos al conocimiento del período embrionario del desarrollo , ya que para conseguirlo solo precisamos de un ecógrafo tridimensional y de gestantes dispuestas a la realización de exploraciones ecográficas durante los primeros 56 días del desarrollo embrionario . A la vista de los conocimientos existentes hasta la fecha sobre el desarrollo embrionario con ecografía consideramos **pertinente** un estudio que permita profundizar sobre las características ecográficas del embrión y que en definitiva pueda poner a nuestro alcance una mayor facilidad para la comprensión de la Embriología y una mayor precocidad en el diagnóstico de algunos defectos congénitos , lo que nos conduciría a pensar que la investigación sería útil y **relevante** y por último creemos que : la seguridad del aparataje actual que para la oscilación de los cristales de la sonda ecográfica a los segundos y la seguridad que ofrece la ecografía 3D , que reduce el tiempo de exploración ya que solo se precisa la captura de la imagen y esta captura se realiza en un tiempo de milisegundos , hace del estudio , siempre que la gestante de su consentimiento para la exploración , hace que una investigación de este tipo sea **ética y deontológicamente** correcta .

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DEL TRABAJO

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el conocimiento del desarrollo embrionario normal para los médicos en general y especialmente para obstetras y para el Diagnóstico Prenatal de los defectos congénitos y considerando que actualmente creemos disponer de la tecnología necesaria para permitir un mejor conocimiento del mismo , nuestra **hipótesis** de trabajo es :

“ Con ecografía 3D es posible reconocer las características gestacionales y especialmente las embrionarias , durante los primeros 56 días del desarrollo humano in vivo “

Para confirmar o descartar esta hipótesis los **Objetivos** que nos proponemos alcanzar son los siguientes :

- 1.- Determinar en que momento del desarrollo es posible demostrar con ecografía 3D la existencia de una gestación
- 2.- Conocer las características y la evolución del embrión y sus anejos con ecografía 3D , durante el periodo embrionario : primeros 56 días postfecundación

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

DISEÑO DEL TRABAJO

Para alcanzar los objetivos deseados y confirmar o rechazar la hipótesis planteada , hemos diseñado un trabajo Descriptivo , Observacional y Transversal , que mediante muestreo no probabilístico de casos consecutivos en gestantes que acudan a control de su embarazo con amenorrea inferior a 11 semanas , a una consulta dotada de ecógrafo tridimensional , entre el 1 de Febrero del 2003 a 31 Enero de 2006 .

Criterios de inclusión

- Consentimiento
- Gestación única con embrión vivo ó gestación viable
- Edad gestacional ecográfica igual ó inferior a 10+1 semanas ó CRL igual ó inferior a 31 mms.
- Tener exploración ecográfica con 3D

Criterios de exclusión

- No consentimiento
- Gestación múltiple
- Aborto retenido
- Edad gestacional ecográfica igual ó superior a 10 + 2 semanas ó CRL igual o superior a 32 mms
- No tener exploración ecográfica con 3D

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

MATERIAL

1.- Clínico

En el periodo transcurrido entre 1/2/03 a 31/1/06 se realizaron un total de 158 exploraciones en gestantes de menos de 11 semanas de gestación .

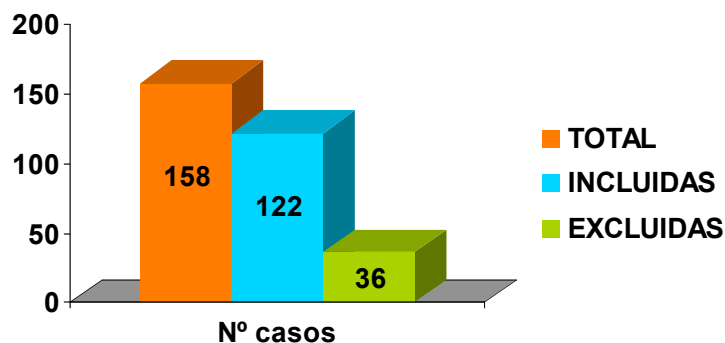
En todas las gestantes se realizó historia clínica , exploración general y obstétrica , y si podían ser incluidas en el estudio , se les informó del mismo y firmaron el consentimiento para la realización de una ecografía tridimensional en el mismo acto médico .

Con ecografía vaginal bidimensional , se procedió a la estimación de la edad gestacional ecográfica .

De las 158 exploraciones , 36 (22,15 %) no reunieron los criterios de inclusión , motivo por el que el total de las exploraciones consideradas en nuestro estudio es de 122 . (**Tabla 1, Figura 1**)

Tabla 1 : EXPLORACIONES CON AMENORREA INFERIOR A 11 SEMANAS DE GESTACIÓN		
EXPLORACIONES	Número	%
REALIZADAS	158	
EXCLUIDAS	36	22,78
INCLUIDAS	122	77,21

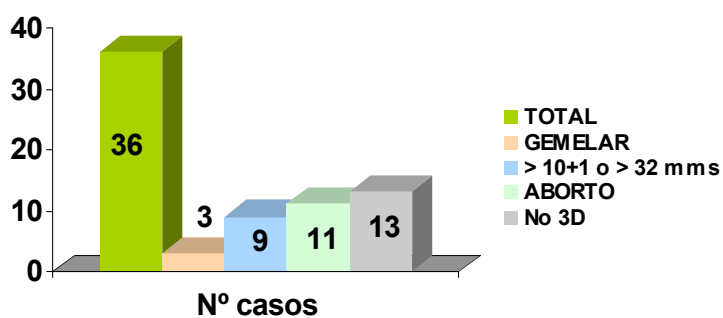
FIGURA 1 : EXPLORACIONES REALIZADAS



Los motivos de exclusión aparecen reflejados en la **Tabla 2 y Figura 2** .

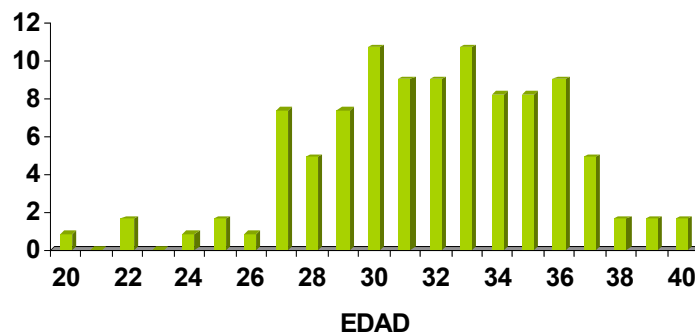
Tabla 2 : EXPLORACIONES EXCLUIDAS : MOTIVOS		
MOTIVO EXCLUSION	Nº Casos	%
Gestación GEMELAR	3	8,33
E.G.U. Mayor a 10+1 o CRL Mayor a 32 mms.	9	25
ABORTO	11	30,55
No 3D	13	36,11
TOTAL	36	

FIGURA 2 : EXPLORACIONES EXCLUIDAS



La edad media de las gestantes exploradas fue de 31,89 años con rango entre 20 y 40 años (**Figura 3**).

**FIGURA 3 : HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS DE
EDAD DE LAS GESTANTES**



Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

Para el 42,6 % de las gestantes, la gestación considerada era la primera , y solo un 5,7 % de ellas habían tenido 3 gestaciones previas (Tabla 3 , Figura 4).

Tabla 3 : GESTACIONES ANTERIORES		
GESTACIONES PREVIAS	Nº Casos	%
0	52	42,6
1	46	37,7
2	17	13,9
3	7	5,7
TOTAL	122	

FIGURA 4 : NÚMERO DE GESTACIONES PREVIAS

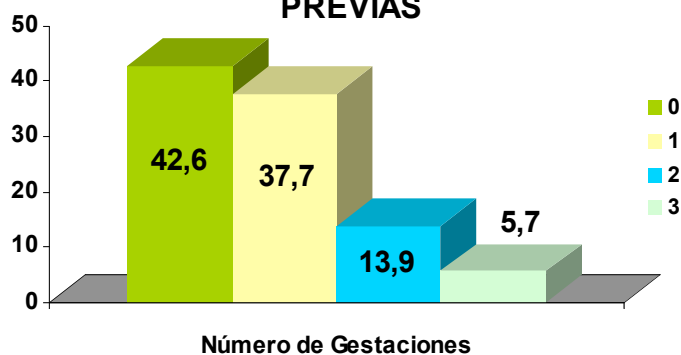
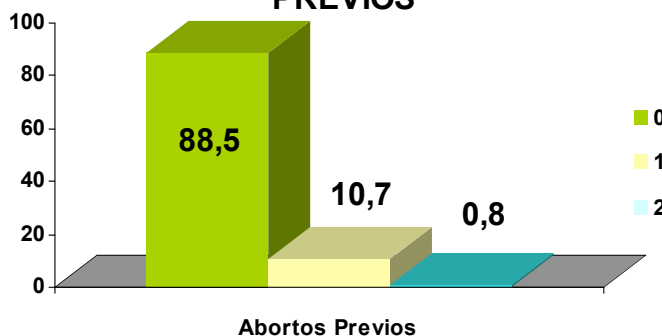


Tabla 4: ABORTOS ANTERIORES		
ABORTOS PREVIOS	Nº Casos	%
0	108	88,5
1	13	10,7
2	1	0,8
TOTAL	122	

El 10,7 % (13 casos) habían tenido entre sus gestaciones anteriores , un aborto y el 0,8 % (1 caso) dos abortos previos (Tabla 4 , Figura 5) .

FIGURA 5 : NÚMERO DE ABORTOS PREVIOS



Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

La amenorrea media manifestada por las gestantes exploradas fue de 7 + 6 semanas , con rango entre 3+6 y 10+6 semanas (**Tabla 5 , Figura 6**) ; el mayor porcentaje de exploraciones con un 20,49 % (25 exploraciones) fueron realizadas entre la 6+1 – 7 semanas de amenorrea , correspondiendo los menores porcentajes a las exploraciones realizadas entre 4+1 – 5 semanas (3,37 % , 4 casos) y las realizadas en gestaciones de menos de 4 semanas de amenorrea (0,81 % , 1 caso) (**Tabla 6 , Figura 7**) .

Tabla 5: DISTRIBUCIÓN DE LAS EXPLORACIONES SEGÚN LA AMENORREA		
Amenorrea	Nº Casos	%
3+6 sem.	1	0,8
4+ 2 sem.	2	1,6
4+ 4 sem.	2	1,6
5+1 sem.	2	1,6
5+2 sem.	2	1,6
5+3 sem.	1	0,8
5+4 sem.	3	2,5
5+5 sem.	3	2,5
5+6 sem.	4	3,3
6 sem.	4	3,3
6+1 sem.	6	4,9
6+2 sem.	3	2,5
6+3 sem.	4	3,3
6+4 sem.	1	0,8
6+5 sem.	5	4,1
6+6 sem.	2	1,6
7 sem.	4	3,3
7+1 sem.	3	2,5
7+2 sem.	5	4,1
7+3 sem.	1	0,8
7+4 sem.	3	2,5
7+5 sem.	3	2,5
7+6 sem.	1	0,8
8+1 sem.	2	1,6
8+2 sem.	3	2,5
8+3 sem.	2	1,6
8+4 sem.	7	5,7
8+5 sem.	3	2,5
8+6 sem.	2	1,6
9 sem.	1	0,8
9+1 sem.	4	3,3
9+2 sem.	8	6,6
9+4 sem.	6	4,9
9+5 sem.	1	0,8
9+6 sem.	1	0,8
10 sem.	2	1,6
10+1 sem.	6	4,9
10+2 sem.	5	4,1
10+3 sem.	1	0,8
10+5 sem.	2	1,6
10+6 sem.	1	0,8
TOTAL	122	

FIGURA 6 : HISTOGRAMA DE LAS EXPLORACIONES SEGUN LA AMENORREA

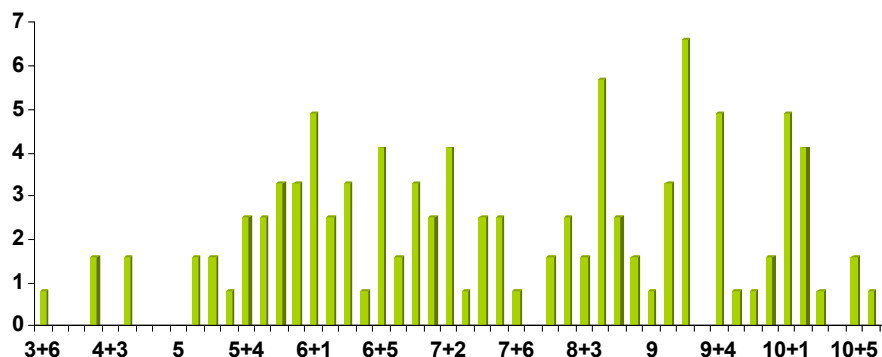
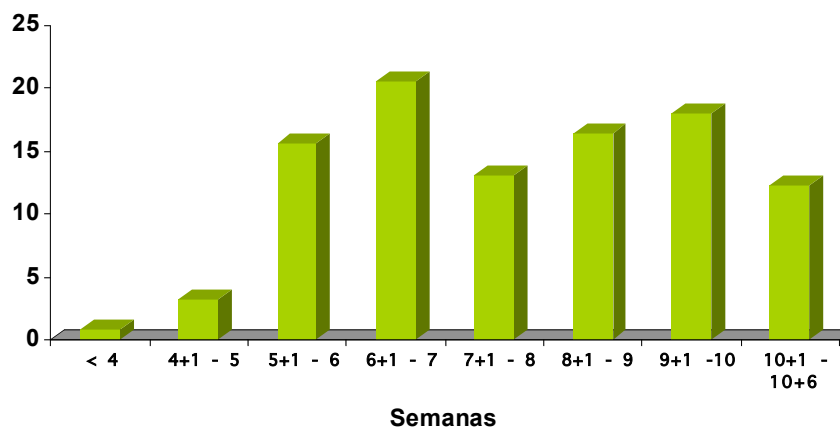


Tabla 6: DISTRIBUCIÓN DE LAS EXPLORACIONES SEGÚN LAS SEMANAS DE AMENORREA		
Amenorrea	Nº Casos	%
< 4 sem.	1	0,8
4+1 - 5 sem.	4	3,27
5+1 - 6 sem.	19	15,57
6+1 - 7 sem.	25	20,49
7+1 - 8 sem.	16	13,11
8+1 - 9 sem.	20	16,39
9+1 - 10sem.	22	18,03
10+1 - 10+6 sem.	15	12,29
TOTAL	122	

FIGURA 7 : HISTOGRAMA DE LAS EXPLORACIONES SEGUN LAS SEMANAS DE AMENORREA



Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

Tras la evaluación ecográfica de la edad gestacional , la media de edad gestacional de los 122 casos considerados fue de 7 semanas , con rangos entre 4 y 10+2 semanas (**Tabla 7 , Figura 8**) .

Tabla 7: DISTRIBUCIÓN DE LAS EXPLORACIONES SEGÚN LA EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA		
EG US	Nº Casos	%
4 sem.	1	0,8
4+ 1 sem.	1	0,8
4+ 2 sem.	1	0,8
4+3 sem.	1	0,8
4+4 sem.	1	0,8
4+5 sem.	1	0,8
5 sem.	1	0,8
5+1 sem.	3	2,5
5+2 sem.	4	3,3
5+3 sem.	3	2,5
5+4 sem.	7	5,7
5+5 sem.	4	3,3
5+6 sem.	3	2,5
6 sem.	1	0,8
6+1 sem.	6	4,9
6+2 sem.	11	9
6+3 sem.	3	2,5
6+4 sem.	2	1,6
6+5 sem.	2	1,6
6+6 sem.	4	3,3
7 sem.	4	3,3
7+1 sem.	1	0,8
7+2 sem.	4	3,3
7+4 sem.	3	2,5
7+5 sem.	1	0,8
7+6 sem.	2	1,6
8+1 sem.	2	1,6
8+2 sem.	1	0,8
8+3 sem.	3	2,5
8+4 sem.	3	2,5
8+5 sem.	2	1,6
8+6 sem.	2	1,6
9 sem.	1	0,8
9+1 sem.	2	1,6
9+2 sem.	6	4,9
9+3 sem.	1	0,8
9+4 sem.	5	4,1
9+5 sem.	2	1,6
10 sem.	2	1,6
10+1 sem.	9	7,4
10+2 sem.	6	4,9
TOTAL	122	

FIGURA 8 : HISTOGRAMA DE LAS EXPLORACIONES SEGUN LA EDAD GESTACIONAL ULTRASÓNICA

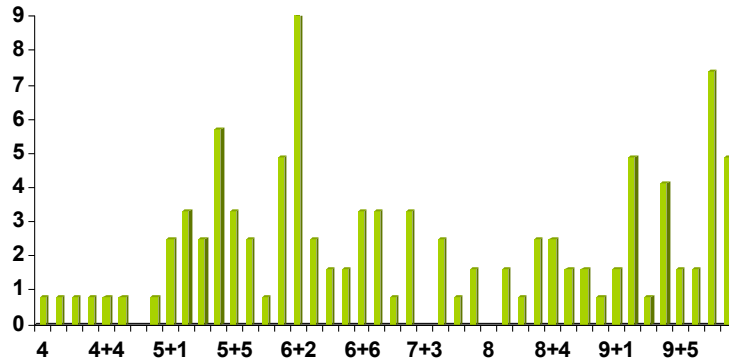
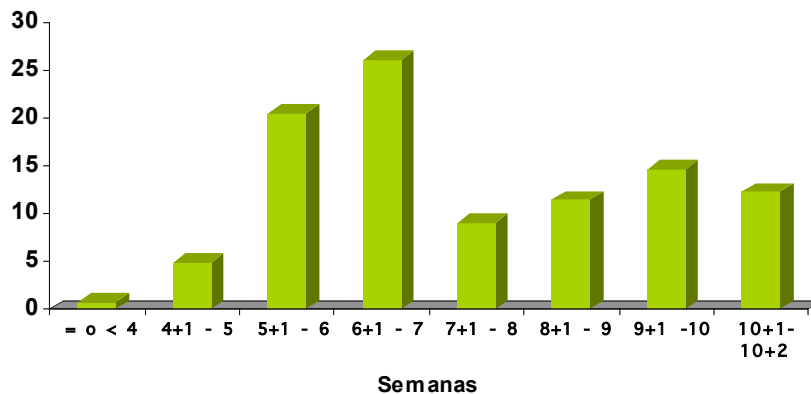


Tabla 8: DISTRIBUCIÓN DE LAS EXPLORACIONES SEGÚN LA EDAD GESTACIONAL ULTRASÓNICA		
Amenorrea	Nº Casos	%
≤ 4 sem.	1	0,8
4+1 - 5 sem.	6	4,91
5+1 - 6 sem.	25	20,49
6+1 - 7 sem.	32	26,22
7+1 - 8 sem.	11	9,01
8+1 - 9 sem.	14	11,47
9+1 - 10sem.	18	14,75
10+1 - 10+6 sem.	15	12,29
TOTAL	122	

El mayor porcentaje de exploraciones (26,22 %) correspondieron a gestaciones valoradas ecográficamente entre 6+1 y 7 semanas , seguidas con un 20,49 % (25 exploraciones) por las realizadas entre la 5+1 y las 6 semanas (**Tabla 8 , Figura 9**) .

FIGURA 9 : HISTOGRAMA DE LAS EXPLORACIONES SEGUN LA EDAD GESTACIONAL ULTRASÓNICA



Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

MÉTODOS

I.- Métodos clínicos y Ecográficos

Tras la realización de la historia y la exploración clínica , en todas las gestantes , se procedió a la realización de historia clínica y exploración general y obstétrica , y si podían ser incluidas en el estudio , se les informó del mismo y firmaron el consentimiento para la realización de una ecografía tridimensional en el mismo acto médico .

Con ecógrafo General Electric , Voluson 730 , dotado de sonda 2D abdominal , sonda 2D y 3D abdominal y sonda 2D y 3D vaginal , se procedió a la realización de una ecografía vaginal bidimensional , en la que tras la localización del saco gestacional , la vesícula vitelina y el embrión , si existía , se procedió a la medición de los parámetros siguientes :

Diámetro del Saco gestacional
Diámetro de la Vesícula vitelina
CRL

que permitieron realizar la estimación de la Edad Gestacional ecográfica , así mismo se cuantificó la frecuencia cardiaca mediante döppler .
A continuación se realizó la captura de la imagen con 3D , quedando grabadas en el disco duro del aparato las imágenes 2D y 3D conseguidas .

Teniendo como base lo descrito por la embriología en cada momento , dentro del período embrionario , se valorarán con estas mujeres , junto al estudio descriptivo de las características embrionarias y de los anejos , en consulta , las siguientes **Variables Cuantitativas** :

- Diámetro del saco gestacional
- Diámetro de la vesícula vitelina
- CRL
- Frecuencia cardiaca

Las imágenes 2D y 3D generadas en la exploración fueron almacenadas, inicialmente , en el disco duro del ecógrafo .

II .- Proceso con las imágenes

II.1.- Almacenamiento y archivo de las imágenes

Con posterioridad , y ya sin la presencia de la gestante , las imágenes de cada caso fueron sometidas a un doble proceso de archivación :

- En forma de **copia de seguridad** , solo manejable desde el propio aparato o desde un PC mediante el programa 3D View 2000 de General-Electric .
- En forma de **copia para PC** , solo manejable , con un programa de visualización de imágenes en un ordenador personal . Con esta segunda copia , se generó un nuevo archivo por semanas de desarrollo embrionario , considerando las mismas no de acuerdo con la amenorrea , sino de acuerdo con la edad gestacional ecográfica valorada en la exploración correspondiente ; archivo en el que quedaron almacenadas todas las imágenes conseguidas en la exploración ecográfica realizada en consulta .

II.2.- Medición de los volúmenes

A partir de la copia de seguridad y utilizando el programa 3D View 2000 para PC de General Electrics , se realizaron , con posterioridad la medición de los volúmenes del Saco gestacional y Vesícula vitelina , mediante el Sistema VOCAL , a partir del plano A de la imagen multiplanar (plano longitudinal) , con un giro de 15 grados , o lo que es lo mismo , obteniendo el volumen tras la medición manual de un total de 12 perímetros de la estructura a valorar .

II.3 .- Generación de imágenes nuevas

Las copias de seguridad y para PC permitieron la revisión de las imágenes conseguidas en cada caso y la selección de aquellas imágenes que tras rotación y/o translación podrían ofrecer nuevos datos no obtenidos en la imagen original . Las imágenes así seleccionadas , fueron volcadas nuevamente en el disco duro del ecógrafo y si tras su modificación permitían la aparición de imágenes más demostrativas , estas imágenes generadas se grabaron en el disco duro y pasaron a formar parte de las imágenes que , de cada caso , habían quedado grabadas en el archivo informático .

III .- Métodos estadísticos

Los diferentes parámetros valorados fueron tratados mediante el programa estadístico SPSS 13.0 para windows.

RESULTADOS

A.- EVOLUCION DE LOS DIFERENTES PARÁMETROS ECOGRÁFICOS EN EL PERIODO EMBRIONARIO

A,1.- EVOLUCION DEL SACO GESTACIONAL

A,1,1.- Saco Gestacional no visible

En un solo caso fue imposible localizar con ecografía bidimensional el saco gestacional, correspondía a una paciente que se encontraba en el día 27 del ciclo .

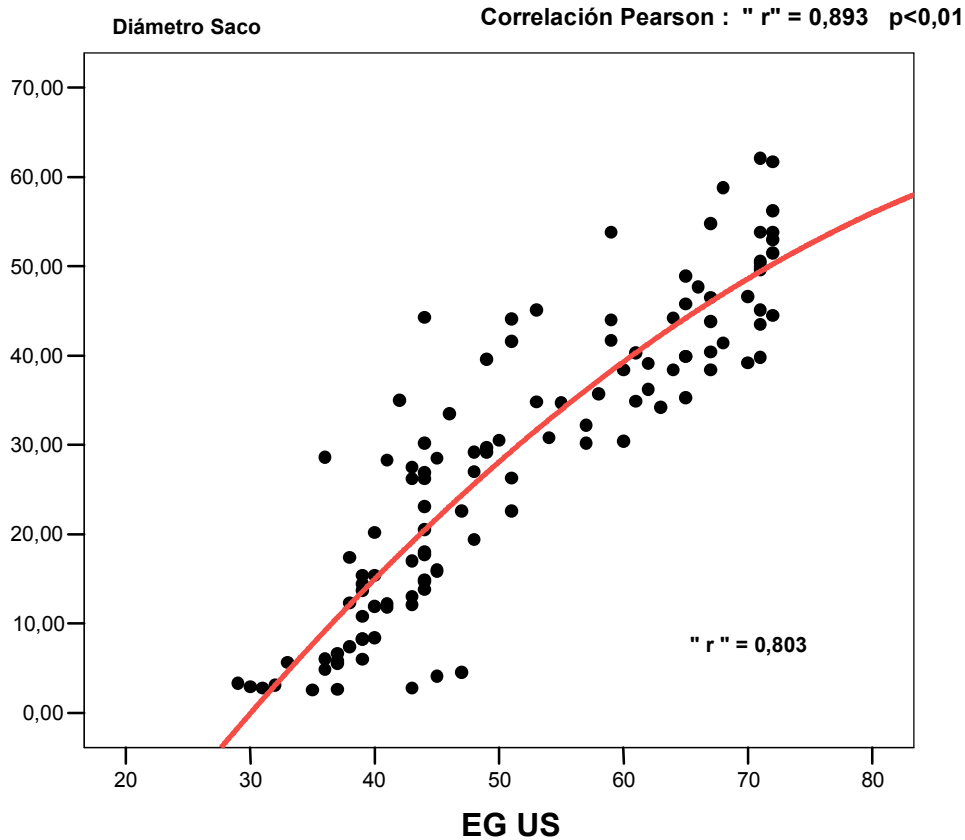
A,1,2.- Diámetro del Saco Gestacional

El diámetro medio del saco gestacional fue de 28,717 mms +/- 16,5417 mms. , con rangos entre 2,54 y 62,10 mms. y DS de 16,5417 mms. (**Tabla 9**) .

Tabla 9 : DIÁMETRO DEL SACO GESTACIONAL : Descripción Estadística	
PARÁMETROS	VALOR
Casos	115
Diámetro Medio	28,717
Rango	2,54 – 62,10
DS	16,5417
ES	1,5425
Varianza	273,630

El Diámetro del saco sufrió un incremento significativo ($p < 0,01$) con la evolución de la edad gestacional ecográfica , con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,893 . La curva cúbica es la más representativa de la relación entre ambos, con una “ r “ de 0,803 (**Figura 10**) .

**FIGURA 10 : DIÁMETRO DEL SACO GESTACIONAL :
Relación con la EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA**



Al considerar la evolución del Diámetro medio del Saco Gestacional, semana a semana , según la Edad Gestacional Ecográfica , encontramos un incremento desde 3,37 mms. +/- 1,1372 mms. en el transcurso de la semana 5 a 47,3594 mms +/- 7,0309 mms. a lo largo de la semana 10 (**Tabla 10 , Figura 11**) .

**Tabla 10 : DIÁMETRO DEL SACO GESTACIONAL :
Características evolutivas según la Edad Gestacional
Ultrasónica por semanas**

EGUS sem.	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
4+1 – 5 sem	6	2,54 – 5,63	3,37	1,1372	0,4642	1,293
5+1 – 6 sem.	25	2,63- 35,00	12,686	8,0889	1,6177	65,431
6+1 – 7 sem.	30	2,76 – 44,30	21,599	9,8476	1,7979	96,975
7+1 – 8 sem.	9	22,60 – 45,30	34,500	7,8549	2,6183	61,700
7+1 – 9 sem.	13	30,20 – 53,80	37,7769	6,3911	1,7725	40,847
9+1 – 10 sem.	32	35,30 – 62,10	47,3594	7,0309	1,2429	49,435

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

Como se aprecia en la **Tabla 11** , la comparación de las medias de las medidas entre semanas resultó estadísticamente significativa , salvo en la comparación de los hallazgos entre la 8 y 9 semanas . Estos resultados pueden ser fruto del número de casos de la semana 8 (9 casos) , en los que el rango máximo (45,30 mms) resultó muy similar al rango máximo obtenido en la semana precedente (44,30) .

FIGURA 11 : DIÁMETRO DEL SACO GESTACIONAL : EVOLUCION SEMANAL según EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA

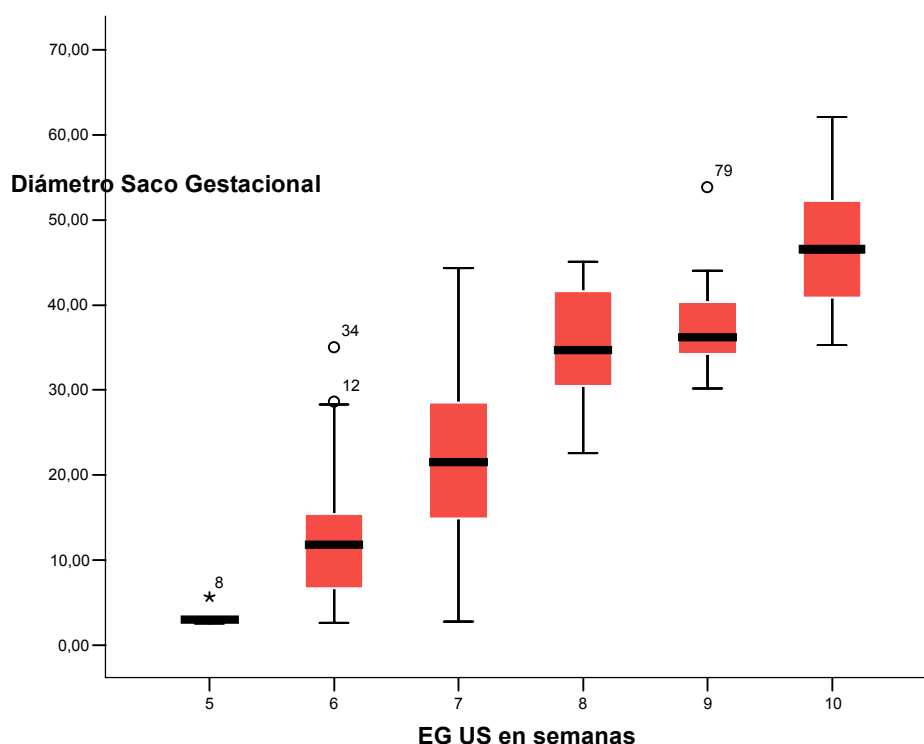


Tabla 11 : DIÁMETRO DEL SACO GESTACIONAL : Comparaciones de las medidas medias semanales según la Edad Gestacional Ultrasonica

EGUS sem.	Test STUDENT			
4+1 – 5 sem				“t” = -2,779
5+1 – 6 sem.				p < 0,0001
6+1 – 7 sem.			“t” = 3,591	p < 0,001
7+1 – 8 sem.		“t” = -1,078	p < 0,001	
7+1 – 9 sem.	“t” = -4,248	n.s		
9+1 – 10 sem.	p < 0,0001			

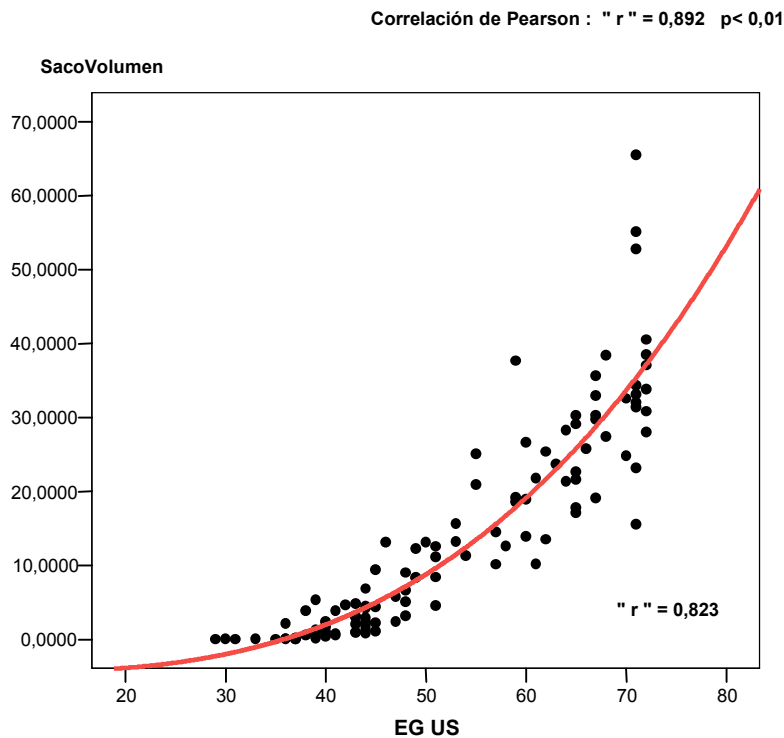
A,1,3.- Volumen del Saco Gestacional

El Volumen medio del Saco Gestacional alcanzó 13,4827 cc. con rangos entre 0,002 cc. y 65,488 cc.(**Tabla 12**).

Tabla 12 : VOLUMEN DEL SACO GESTACIONAL : Descripción Estadística	
PARÁMETROS	VALOR
Casos	121
Volumen Medio	13,4827
Rango	0,002 – 65,488
DS	13,9931
ES	1,2721
Varianza	195,808

Lo mismo que ocurrió con el Diámetro del Saco Gestacional , también el Volumen del Saco gestacional , presentó una relación significativa ($p < 0,01$) , con la Edad Gestacional Ecográfica , manteniendo casi el mismo coeficiente de correlación de Pearson (“ r “ = 0,892) que había mantenido el Diámetro del Saco Gestacional . La curva de regresión previsible que mejor marca esta relación , es la cúbica , con “ r ” = 0,823 (**Figura 12**) .

**FIGURA 12 : VOLUMEN DEL SACO GESTACIONAL :
Relación con la EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA**

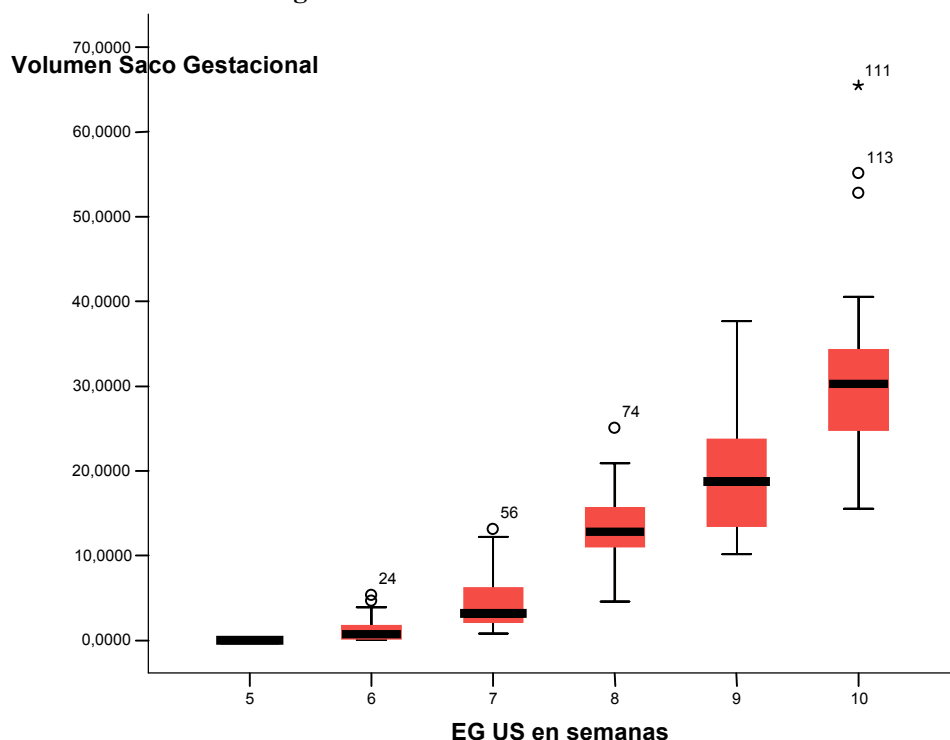


Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

La menor valoración de volumen del saco gestacional , con 0,002 cc , correspondió a un caso con Edad Gestacional Ecográfica de 4 + 1 semanas y la mayor con 65,488 cc. a otro cuya Edad Gestacional Ecográfica fue de 10 + 1 semanas . La evolución semanal del Volumen Medio del Saco , fue la de un aumento progresivo , según la Edad Gestacional Ecográfica , desde 0,0316 cc. +/- 0,0316 cc. en la semana 5 , hasta 31,4083 cc +/- 10,7380 en la semana 10 (**Tabla 13 , Figura 13**) .

Tabla 13 : VOLUMEN DEL SACO GESTACIONAL : Características evolutivas según la Edad Gestacional Ultrasonica por semanas						
EGUS sem.	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
4+1 – 5 sem	5	0,002 – 0,081	0,0316	0,0364	0,0162	0,001
5+1 – 6 sem.	25	0,011 – 5,349	1,3116	1,5447	0,3089	2,386
6+1 – 7 sem.	31	0,776 – 13,146	4,4990	3,3075	0,5940	10,94
7+1 – 8 sem.	10	4,587 – 25,075	13,5893	5,8727	1,8571	34,489
7+1 – 9 sem.	14	10,13 – 37,646	19,0432	7,5999	2,0311	57,759
9+1 – 10 sem.	33	15,558 – 65,488	31,4083	10,7380	1,86,92	115,305

FIGURA 13 : VOLUMEN DEL SACO GESTACIONAL : EVOLUCION SEMANAL según EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA



La comparación de los valores medios del Volumen del Saco gestacional , semana a semana , fue estadísticamente significativo ($p < 0,0001$) entre las semanas 6 y 7 ; 7 y 8 y 9 y 10 ; los hallazgos carecieron de significación estadística entre las semanas 5 y 6 y 8 y 9 (**Tabla 14**) .

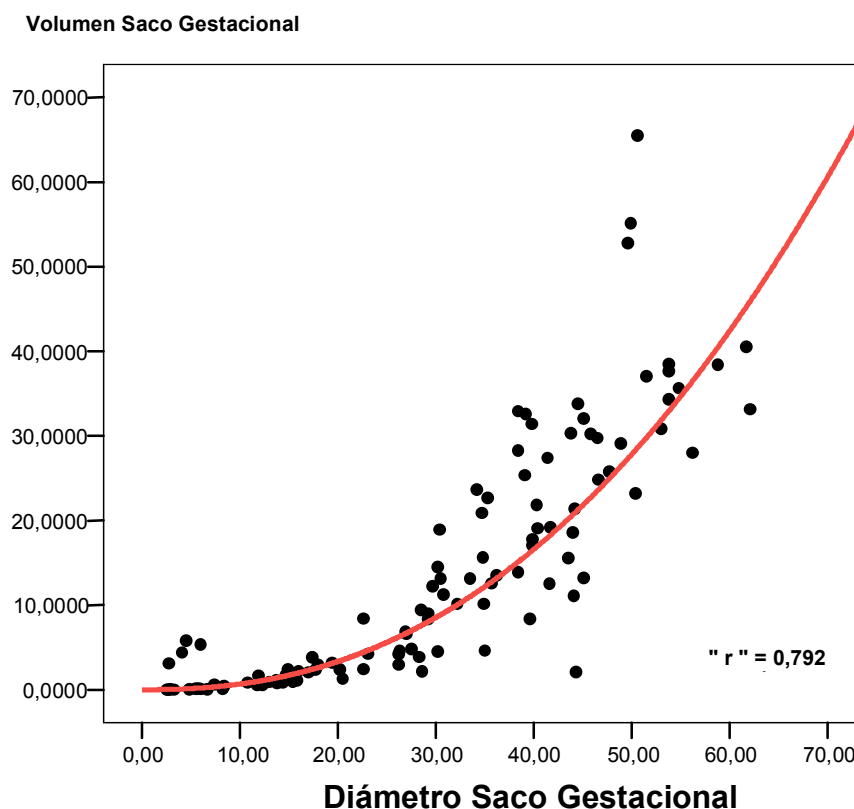
Tabla 14 : VOLUMEN DEL SACO GESTACIONAL : Comparaciones de las medidas medias semanales según la Edad Gestacional Ultrasónica					
EGUS sem.	Test STUDENT				
4+1 – 5 sem.					"t" = -1,827
5+1 – 6 sem.				"t" = - 4,438	n.s.
6+1 – 7 sem.			"t" = - 6,177	p < 0,0001	
7+1 – 8 sem.		"t" = -1,897	p < 0,0001		
7+1 – 9 sem.	"t" = -3,903	n.s.			
9+1 – 10 sem.	p < 0,0001				

A,1,4.- Relación Volumen /Diámetro del Saco Gestacional

Existe una correlación significativa entre Volumen y Diámetro del saco gestacional ($p < 0,01$), con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,836 y con una curva de regresión Power con una " r " de 0,792 (**Figura 14**) .

FIGURA 14 : RELACIÓN ENTRE VOLUMEN DEL SACO Y DIAMETRO DEL SACO

Correlación Pearson " r " = 0,836 $p < 0,01$



A,2.- EVOLUCION DE LA VESICULA VITELINA

A,2,1.- Vesícula Vitelina no visible

En 5 ocasiones se visualizó saco gestacional siendo imposible la localización de la vesícula vitelina. Estos casos correspondieron a gestaciones entre 4 + 1 y 5 sem. , con una edad gestacional ecográfica media de 4 + 4 sem.. El diámetro medio de estos sacos gestacionales fue de 2,918 mms. con rangos entre 2,54 y 3,29 mms, y un volumen medio de 0,0214 cc y rangos entre 0,002 – 0,06 cc. (**Tabla 15**).

Tabla 15 : VESÍCULA VITELINA NO VISIBLE			
N = 5 casos	EG US	Diámetro Saco Gestacional	Volumen Saco Gestacional
PARÁMETROS			
Media Estadística	4+4 sem.	2,918 mms	0,0214 cc.
Rango	4+1 – 5 sem.	2,54 – 3,29 mms	0,002 – 0,06 cc.
DS	0,3536	0,2902	0,0242
ES	0,1581	0,1298	0,0108
Varianza	0,125	0,84	0,001

Como se observa en la **Figura 15** en el 100 % de las gestaciones valoradas ecográficamente como de 5+1 semanas, se visualizó la Vesícula Vitelina , lo que nos permite decir que con un Valor predictivo positivo del 100 % , esa es la edad gestacional en la que ecográficamente siempre debe observarse esta estructura , si la gestación es normal (**Tabla 16**) .

FIGURA 15 : MOMENTO DE VISUALIZACIÓN DE LA VESÍCULA VITELINA

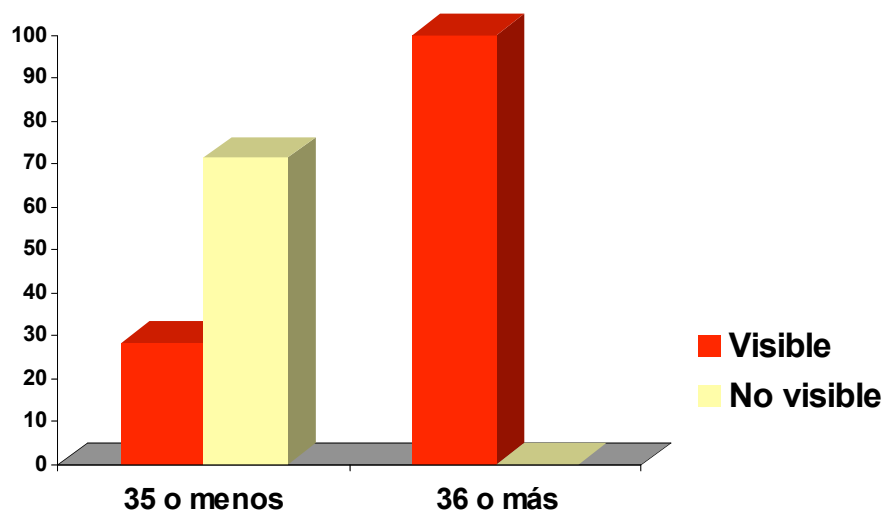


Tabla 16 : MOMENTO DE VISUALIZACION ECOGRÁFICA DE LA VESÍCULA VITELINA			
EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA	VESÍCULA VITELINA		TOTAL
	VISIBLE	NO VISIBLE	
Igual o mayor a 36 días	113	0	113
Igual o menor a 35 días	2	5	7
TOTAL	115	5	120
<p align="center"> VPP = 100 % VPN = 71,42 % Sensibilidad = 98,26 % Especificidad = 100 % </p>			

A,2,2.- Diámetro de la Vesícula Vitelina

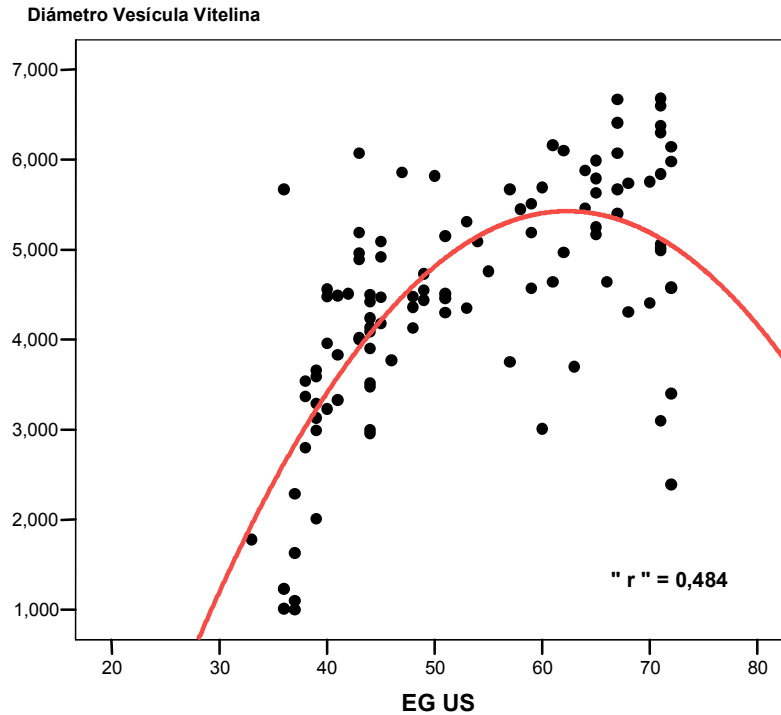
Con rangos entre 1 mm y 6,68 mms. , el Diámetro medio de la Vesícula Vitelina fue de 4,4698 mms +/- 1,2984 mms. (**Tabla 17**) .

Tabla 17 : DIÁMETRO DE LA VESÍCULA VITELINA : Descripción Estadística	
PARÁMETROS	VALOR
Casos	107
Diámetro Medio	4,4698
Rango	1 – 6,68
DS	1,2984
ES	0,1255
Varianza	1,686

Existe una relación significativa ($p < 0,01$) entre el Diámetro de la Vesícula Vitelina , con un pobre coeficiente de correlación de 0,610 , lo que condiciona una curva de regresión cúbica con “r” de 0,484 (**Figura 16**) .

**FIGURA 16 : DIÁMETRO DE LA VESÍCULA VITELINA :
RELACION con EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA**

Correlación Pearson : "r" = 0,610 p<0,01



Como se observa en la **Tabla 18** , el Diámetro medio de la Vesícula Vitelina fue aumentando con la Edad Gestacional Ecográfica , desde 1,78 mms en la semana 5 hasta 5,3523 +/- 1,0317 mms. en la semana 10 . Desde la 7ª semana , las modificaciones son mínimas (**Figura 17**) pasando de 4,37 +/- 0,7173 mms. en la 7ª semana a 5,3523 +/- 1,0317 mms. en la 10ª semana , lo que explica el que solo existan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) al comparar los resultados obtenidos entre las semanas 6 y 7 (**Tabla 19**) .

**Tabla 18 : DIÁMETRO DE LA VESÍCULA VITELINA :
Características evolutivas según la Edad Gestacional Ultrasonica
por semanas**

EGUS sem.	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
4+1 – 5 sem	1	1,78	1,78			
5+1 – 6 sem.	24	1 – 5,67	3,1125	1,2707	0,2593	1,615
6+1 – 7 sem.	28	2,96 – 6,07	4,37	0,7173	0,1355	0,515
7+1 – 8 sem.	9	4,3 – 5,82	4,8611	0,5156	0,1718	0,266
7+1 – 9 sem.	13	3,01 – 6,16	4,9546	0,9781	0,2712	0,957
9+1 – 10 sem.	32	2,39 – 6,68	5,3523	1,0317	0,1823	1,064

FIGURA 17 : DIÁMETRO DE LA VESÍCULA VITELINA : EVOLUCIÓN SEMANAL según EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA

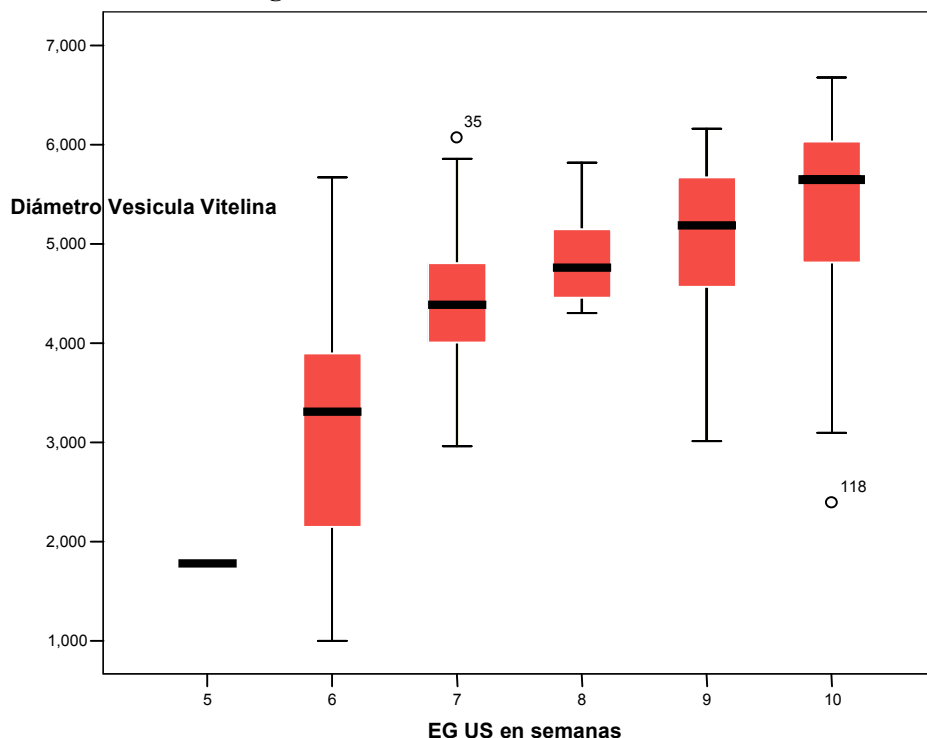


Tabla 19 : DIÁMETRO DEL SACO GESTACIONAL : Comparaciones de las medidas medias semanales según la Edad Gestacional Ultrasónica

EGUS sem.	Test STUDENT			
4+1 – 5 sem.				“t” = -1,027
5+1 – 6 sem.				n.s.
6+1 – 7 sem.			“t” = -4,475	p < 0,001
7+1 – 8 sem.		“t” = -1,894	n.s.	
7+1 – 9 sem.	“t” = -1,189	n.s.		
9+1 – 10 sem.	n.s.			

A,2,3.- Volumen de la Vesícula Vitelina

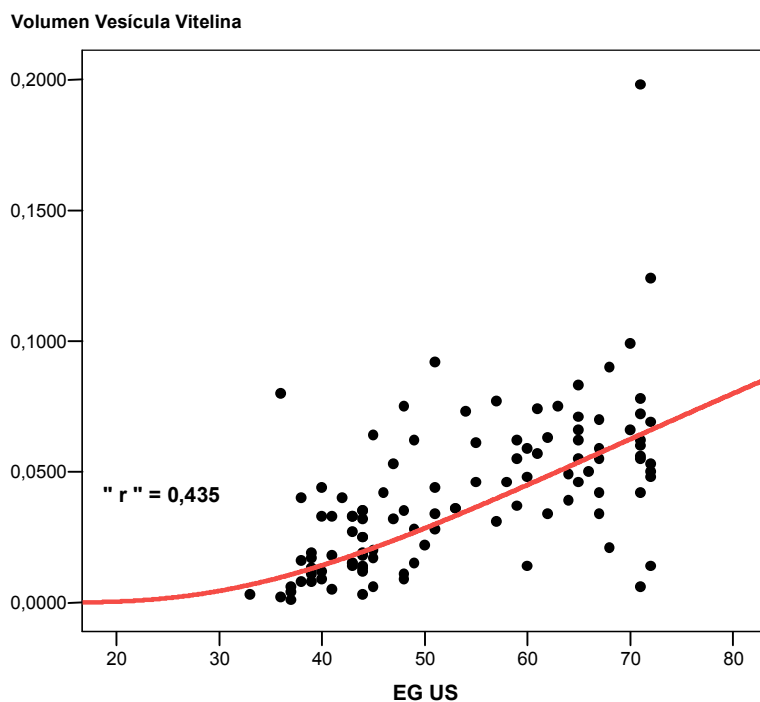
El Volumen medio de la Vesícula Vitelina alcanzó 0,04132 +/- 0,0295 cc. , con rangos entre 0,001 y 0,1980 cc (**Tabla 20**) .

Tabla 20 : VOLUMEN DE LA VESÍCULA VITELINA : Descripción Estadística	
PARÁMETROS	VALOR
Casos	113
Volumen Medio	0,04132
Rango	0,001- 0,1980
DS	0,0295
ES	0,0027
Varianza	0,001

Como ocurrió con el Diámetro de la Vesícula Vitelina , también su volumen mostró una mala correlación con la Edad Gestacional Ecográfica , con un coeficiente de 0,607 y sin una curva de regresión previsible clara (**Figura 18**)

FIGURA 18 : VOLUMEN DE LA VESÍCULA VITELINA RELACIÓN con EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA

Correlación Pearson : "r" 0,607 p<0,01



Aunque el Volumen medio de la Vesícula Vitelina fue incrementándose con la evolución semanal de la Edad Gestacional ecográfica (**Tabla 21** , **Figura 19**) , las diferencias semana a semana solo alcanzaron significación estadística ($p < 0,05$) al comparar los resultados de la 7 y 8 semanas (**Tabla 22**) .

Tabla 21 : VOLUMEN DE LA VESÍCULA VITELINA : Características evolutivas según la Edad Gestacional Ultrasónica por semanas						
EGUS sem.	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
4+1 – 5 sem	1		0,003			
5+1 – 6 sem.	22	0,001 -0,08	0,0196	0,0187	0,0039	0,000
6+1 – 7 sem.	31	0,003 – 0,0750	0,02700	0,0175	0,0031	0,000
7+1 – 8 sem.	10	0,0220 – 0,0920	0,04720	0,0218	0,0069	0,000
7+1 – 9 sem.	14	0,0140 – 0,0770	0,05228	0,0184	0,0049	0,000
9+1 – 10 sem.	33	0,006 – 0,1980	0,0619	0,0335	0,0058	0,001

FIGURA 19 : VOLUMEN DE LA VESICULA VITELINA : EVOLUCION SEMANAL según EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA

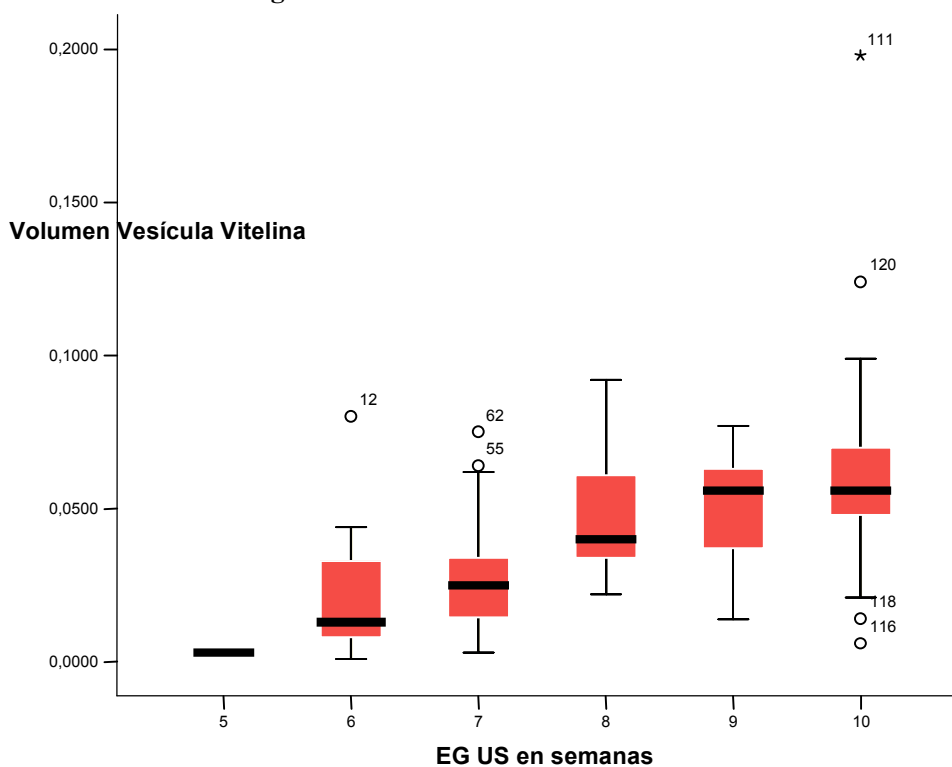
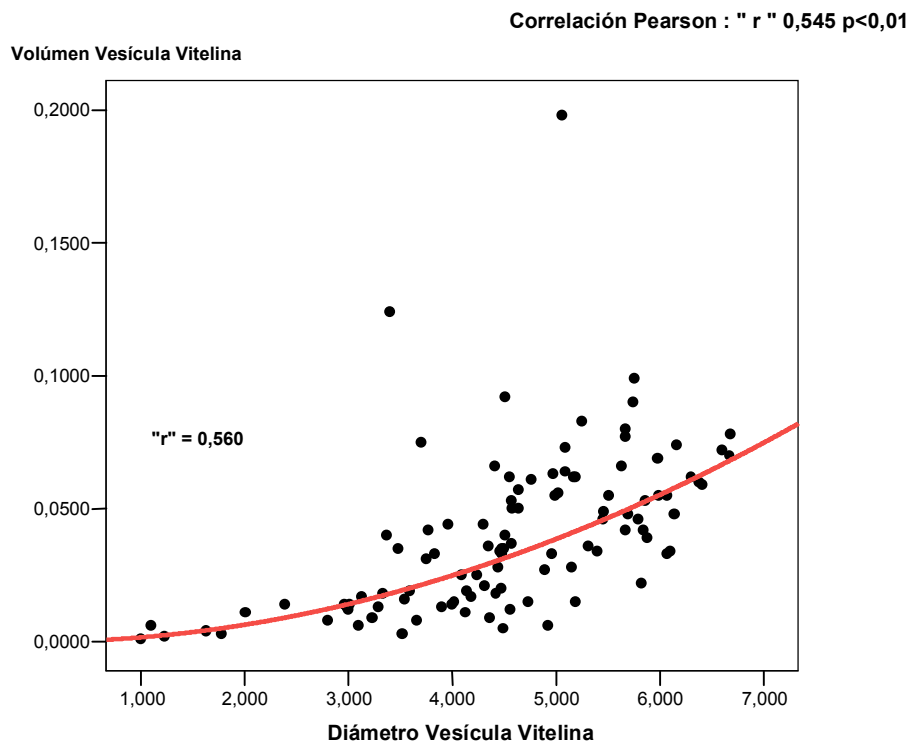


Tabla 22 : DIÁMETRO DE LA VESÍCULA VITELINA : Comparaciones de las medidas medias semanales según la Edad Gestacional Ultrasónica					
EGUS sem.	Test STUDENT				
4+1 – 5 sem					“t”= -0,869
5+1 – 6 sem.				“t” = -1,466	n.s.
6+1 – 7 sem.			“t” = -2,985	n.s.	
7+1 – 8 sem.		“t” = -0,617	p< 0,05		
7+1 – 9 sem.	“t” = -1,011	n.s.			
9+1 – 10 sem.	n.s.				

A,2,4.- Relación Volumen /Diámetro de la Vesícula Vitelina

Aunque existe una correlación significativa ($p < 0,01$) entre el Volumen y el Diámetro de la Vesícula Vitelina , esta correlación es pobre , con un coeficiente de Pearson de 0,545 , lo que condiciona el que la curva de regresión previsible tiene una “ r “ de 0,560 (**Figura 20**) .

FIGURA 20 : RELACION ENTRE VOLUMEN DE LA VESICULA Y DIAMETRO DE LA VESICULA



A,3.- EVOLUCION DEL EMBRIÓN

A,3,1.- Embrión no visible

En 9 casos no fue posible visualizar embrión; estos casos presentaron como media de Edad Gestacional Ecográfica de 4+6 sem. , con un diámetro medio del Saco Gestacional de 3,74 mms., un Volumen del Saco gestacional medio de 0,0355 cc , un diámetro medio de la Vesícula Vitelina de 0,502 mm y un Volumen medio de la Vesícula Vitelina de 0,0006 cc. (**Tabla 23**) .

Tabla 23 : EMBRION NO VISIBLE					
N =9 casos	EG US	Diámetro Saco Gestacional	Volumen Saco Gestacional	Diámetro Vesícula Vitelina	Volumen Vesícula Vitelina
Media Estadística	. 4+6 sem	3,7444 mm	0,0355 cc	0,502 mm	0,0006 cc
Rango	4+1 – 5+2 sem	2,54-6,02 mm	0,002- 0,970 cc	1-1,780 mm	0,0000-0,003 cc
DS	0,4391	1,3650	0,03523	0,6816	0,011
ES	0,1464	0,4550	0,01174	0,2155	0,00037
Varianza	0,193	1,863	0,001	0,465	0,000

Al considerar el momento de la gestación en que el embrión fue visible encontramos que con un Valor Predictivo Positivo (VPP) de 99,05 % , el momento en el que debemos visualizar el embrión , es el día 37 (5 + 2 semanas) . (**Figura 21** , **Tabla 24**) .

FIGURA 21 : MOMENTO DE VISUALIZACIÓN DEL EMBRION CON 2D

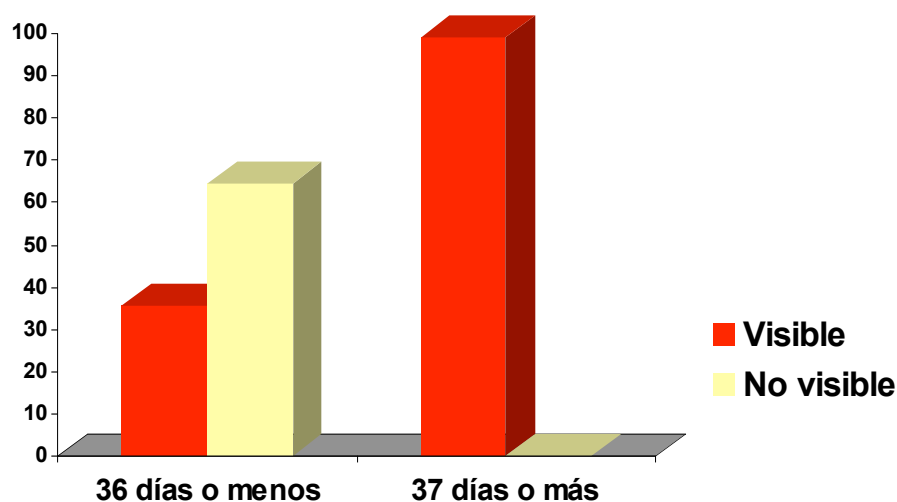


Tabla 24: MOMENTO DE VISUALIZACION ECOGRÁFICA DEL EMBRIÓN CON 2D			
EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA	EMBRION		TOTAL
	VISIBLE	NO VISIBLE	
Igual o mayor a 37 días	105	1	106
Igual o menor a 36 días	5	9	14
TOTAL	110	10	120
VPP = 99,05 % VPN = 64,28 % Sensibilidad = 95,45 % Especificidad = 90 %			

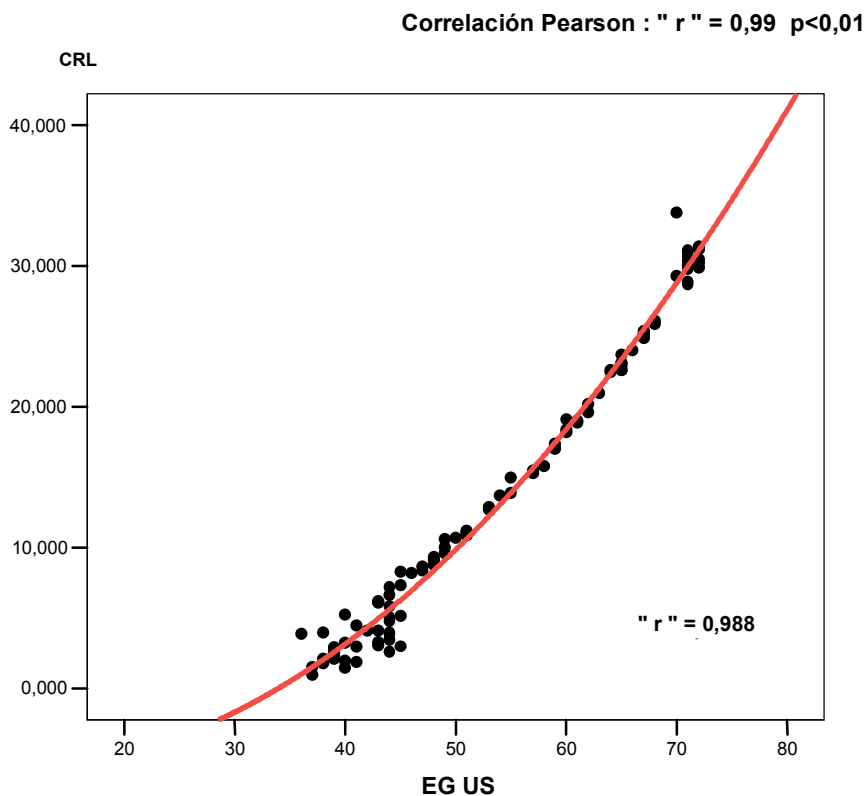
A,3,2.- Longitud del Embrión (CRL)

La media de la Longitud Embrionaria fue de 14,1754 mm +/- 10,2045 con Rangos entre 1 y 33,8 mm (**Tabla 25**).

Tabla 25 : CRL : Descripción Estadística	
PARÁMETROS	VALOR
Casos	108
CRL Medio	14,1754
Rango	1 – 33,8
DS	10,2045
ES	0,9819
Varianza	104,134

Al considerar la evolución del CRL según la Edad Gestacional Ecográfica encontramos una correlación muy elevada entre ambas ($p < 0,01$), con un coeficiente de correlación de 0,99, y una “ r ” en la Curva de Regresión de 0,988 (**Figura 22**).

FIGURA 22 : CRL : RELACION con EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA



El menor CRL medido fue de 1 mm y el mayor de 38 mm. Como se observa en la **Tabla 26**, el CRL Medio aumentó con la Edad Gestacional Ecográfica, destacando que : desde un tamaño de 2,7195 mm en la semana 6, alcanzó 27,3697 mm en la semana 10 ; lo que indica que el Embrión incrementa su longitud diez veces entre la 5ª y 10ª semana de gestación (**Figura 23**) . La comparación semana a semana de las medias obtenidas resultó altamente significativa ($p < 0,000$) como se observa en la **Tabla 27**.

Tabla 26 : CRL : Características evolutivas según la Edad Gestacional Ultrasonica por semanas						
EGUS sem.	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
5+1 – 6 sem.	20	1 – 5,23	2,7195	1,1203	0,2505	1,255
6+1 – 7 sem.	31	2,62 – 10,6	6,3835	2,4047	0,4319	5,783
7+1 – 8 sem.	10	10,7 – 15	12,3	1,5411	0,4883	2,384
7+1 – 9 sem.	14	15,3 – 21	18,0357	1,7574	0,4696	3,089
9+1 – 10 sem.	33	22,5 - 38	27,3697	3,4809	0,6059	12,117

FIGURA 23 : CRL : EVOLUCION SEMANAL según EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA

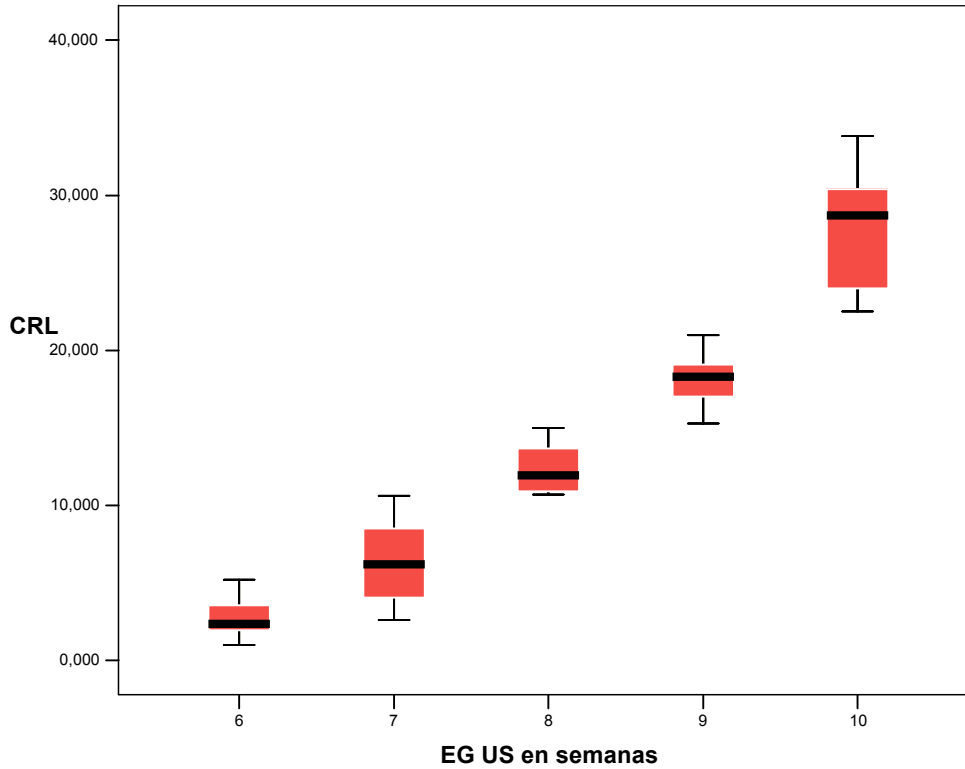


Tabla 27 : CRL : Comparaciones de las medidas medias semanales según la Edad Gestacional Ultrasónica				
EGUS sem.	Test STUDENT			
5+1 – 6 sem.				“t” = -6,366 p < 0,000
6+1 – 7 sem.			“t” = -7,276 p < 0,000	
7+1 – 8 sem.		“t” = -8,278 p < 0,000		
8+1 – 9 sem.	“t” = -9,490 p < 0,000			
9+1 – 10 sem.				

A,3,3.- Volumen del Embrión

EL volumen medio del embrión fue de 1,3137 cc. , con rangos entre 0,002 y 6,94 cc. (**Tabla 28**)

Tabla 28 : VOLUMEN DEL EMBRIÓN : Descripción Estadística	
PARÁMETROS	VALOR
Casos	75
Volumen embrionario Medio	1,3137 cc
Rango	0,002 – 6,940
DS	1,7471
ES	0,2017
Varianza	3,053

El aumento del Volumen del embrión guarda una estrecha relación con la Edad gestacional (**Figura 24**) ; desde valores medios de 0,0168cc en la sexta semana del período embrionario, alcanza 3,5197 cc. en la décima semana (**Tabla 29**) , lo que nos permite decir que el volumen embrionario entre la sexta y décima semana de gestación se incrementa más de 200 veces .

FIGURA 24 : VOLUMEN DEL EMBRIÓN : RELACIÓN con EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA

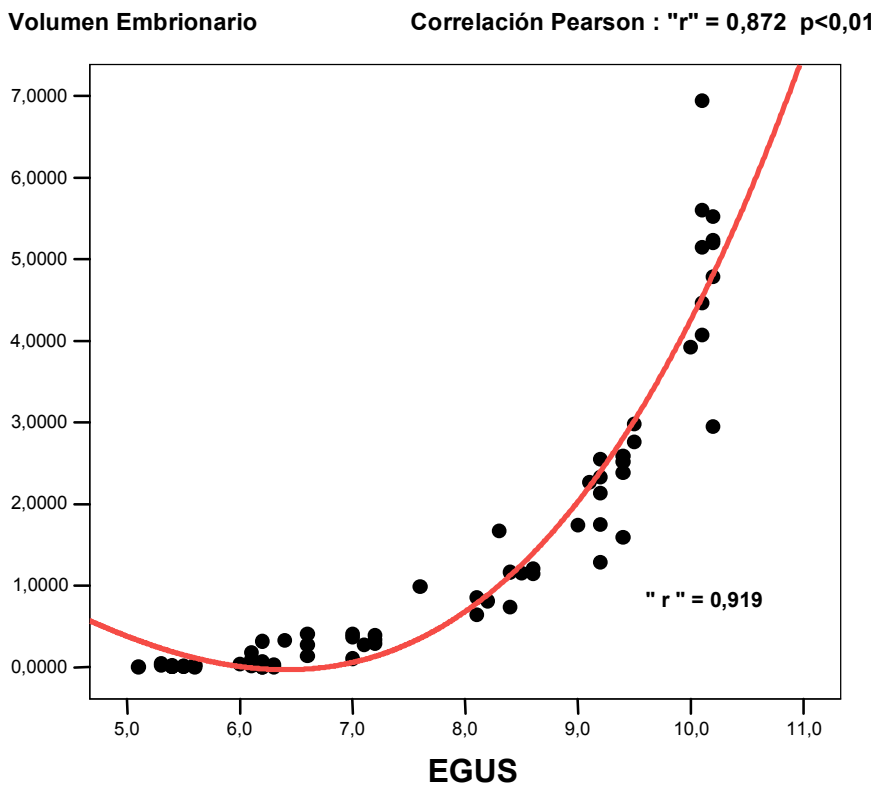


Tabla 29: VOLUMEN DEL EMBRIÓN : Características evolutivas según la Edad Gestacional Ultrasonica por semanas						
EGUS sem.	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
5+1 – 6 sem.	15	0,0030 – 0,0460	0,0168	0,0124	0,0032	0,000
6+1 – 7 sem.	21	0,0020 – 0,4090	0,1369	0,1475	0,0321	0,022
7+1 – 8 sem.	5	0,2770 – 0,9890	0,4562	0,3009	0,1346	0,091
7+1 – 9 sem.	10	0,6430 – 1,7380	1,1124	0,3712	0,1173	0,138
9+1 – 10 sem.	23	1,2890 – 6,9400	3,5197	1,5587	0,3250	2,430

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

El progresivo aumento de la media del volumen embrionario (**Figura 25** , **Tabla 30**) , resulta estadísticamente significativo , al comparar los resultados semana a semana .

FIGURA 25 : VOLUMEN DEL EMBRIÓN : EVOLUCIÓN SEMANAL según EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA

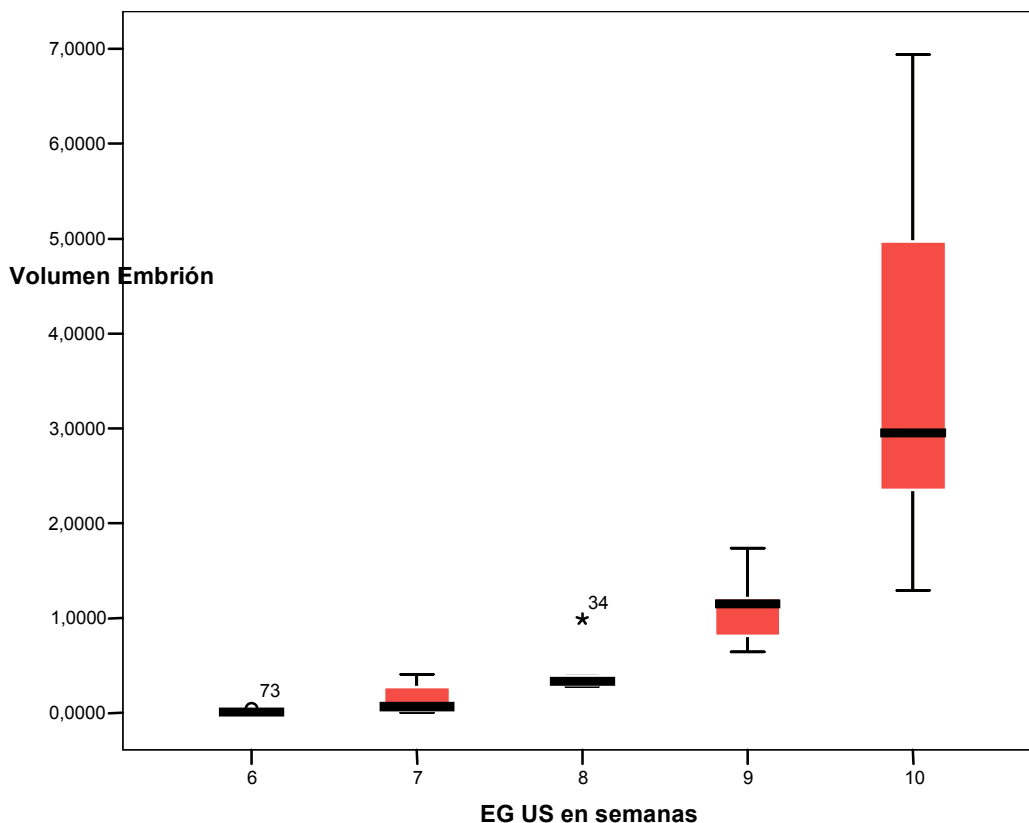
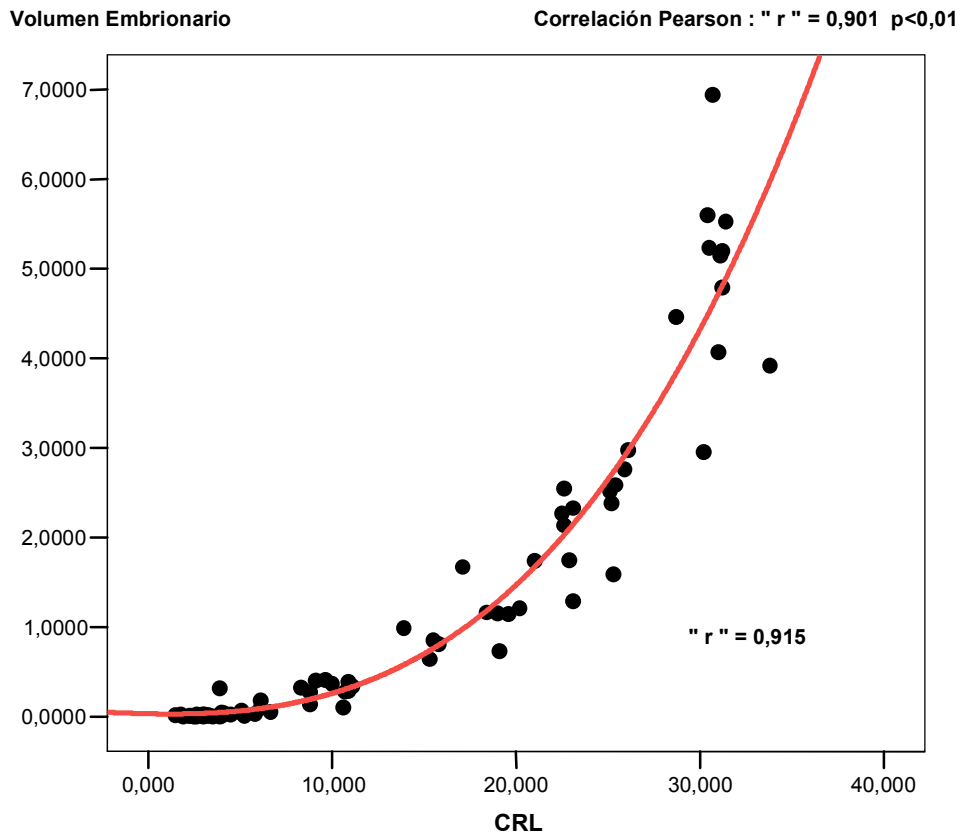


Tabla 30 : VOLUMEN DEL EMBRIÓN : Comparaciones de las medidas medias semanales según la Edad Gestacional Ultrasónica				
EGUS sem.	Test STUDENT			
5+1 – 6 sem.				“t” = -3,132
6+1 – 7 sem.			“t” = -3,519	p < 0,004
7+1 – 8 sem.		“t” = -3,412	p < 0,002	
8+1 – 9 sem.	“t” = -4,785	p < 0,005		
9+1 – 10 sem.	p < 0,000			

A,3,4.- Relación Volumen del Embrión / CRL

El volumen embrionario aumenta con el incremento del CRL , de forma significativa ($p < 0,01$) , como vemos en la **Figura 26** .

FIGURA 26 : VOLUMEN DEL EMBRION : RELACIÓN con CRL



A.4.- EVOLUCION DE LA FRECUENCIA CARDIACA

A.4.1.- Frecuencia Cardiaca No Visible

Un total de 17 exploraciones no pudieron demostrar la existencia de latido cardíaco , correspondieron con gestaciones de 35,59 días de media , que oscilaron entre 29 y 41 días , con un Diámetro del saco gestacional entre 2,54 y 12,30 mms y un Volumen del Saco gestacional entre 0,002 y 0,8270 cc. En estos casos el Diámetro medio de la Vesícula Vitelina fue de 2,2145 mms. , con rangos entre 1 y 4,49 mms. y un Volumen de la Vesícula Vitelina que osciló entre 0,001 y 0,04 cc .

La Longitud del embrión (CRL) osciló entre 1 y 2,97 mms , con una media de 1,9183 mms. (**Tabla 31**)

Tabla 31 : FRECUENCIA CARDIACA NO VISIBLE						
N = 17 casos	EG US	Diámetro Saco Gestacional	Volumen Saco Gestacional	Diámetro Vesícula Vitelina	Volumen Vesícula Vitelina	CRL
Media Estadística	35,59	6,0382	0,2184	2,2145	0,0085	1,9183
Rango	29-41	2,54-12,30	0,002-0,8270	1-4,49	0,001-0,04	1-2,97
DS	3,429	3,2555	0,2833	1,2090	0,012	0,6611
ES	0,832	0,78959	0,0687	0,3645	0,004	0,26989
Varianza	11,757	10,599	0,080	1,462	0,000	0,437

Al considerar la Edad Gestacional Ecográfica de estos embarazos y lo ocurrido con la visualización o no del latido cardíaco (**Figura 27**) encontramos que de 80 exploraciones realizadas con 40 o más días de gestación solo en 1 no fue visualizable el latido cardíaco , lo que nos indica que con un VPP de 98,75 % podemos decir que en gestaciones de 5+5 semanas normales , debemos visualizar latido cardíaco embrionario (**Tabla 32**)

FIGURA 27 : MOMENTO DE VISUALIZACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDÍACA EMBRIONARIA

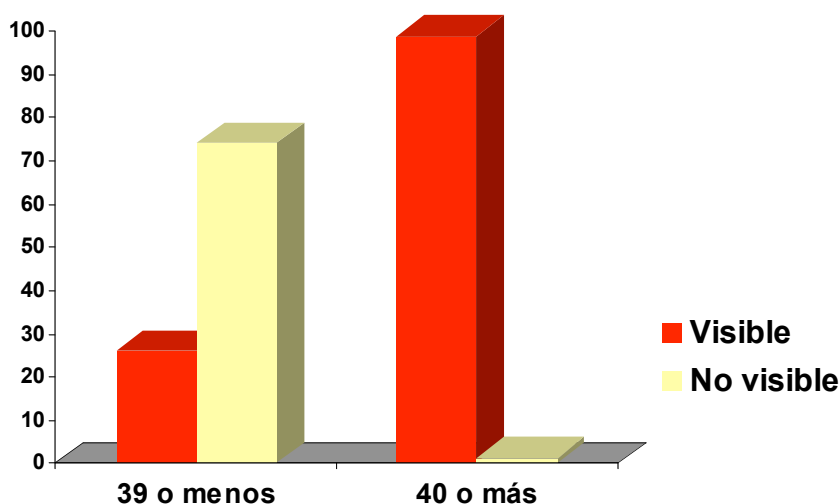


Tabla 32 : MOMENTO DE VISUALIZACION ECOGRÁFICA DE LA FRECUENCIA CARDÍACA			
EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA	FRECUENCIA CARDÍACA		TOTAL
	VISIBLE	NO VISIBLE	
Igual o mayor a 40 días	79	1	80
Igual o menor a 39 días	6	17	23
TOTAL	85	18	103
<p align="center"> VPP = 98,75 % VPN = 73,91 % Sensibilidad = 92,94 % Especificidad = 94,44 % </p>			

A,4,2.- Frecuencia Cardíaca Visible

En los en los que se pudo detectar latido cardíaco , la frecuencia media fue de 148,32 , con rangos entre 92 y 190 Lat./min. (**Tabla 33**) .

Tabla 33 : FRECUENCIA CARDÍACA : Descripción Estadística	
PARÁMETROS	VALOR
Casos	85
FC Media	148,32
Rango	92-190
DS	29,083
ES	3,154
Varianza	845,815

Existe una correlación de Pearson significativa ($p < 0,01$) entre Frecuencia Cardíaca y Edad Gestacional Ultrasónica , con una “r” de 0,822 , en la Curva de Regresión estimada (**Figura 28**) .

FIGURA 28 : EVOLUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDÍACA según LA EDAD GESTACIONAL ULTRASÓNICA

La Frecuencia Cardíaca Embrionaria media se incrementó desde 110,67 Lat./min. en la semana 6 a 173,52 Lat./min. en la semana 10 (**Tabla 34**) .

Como vemos en la **Figura 29** , la Frecuencia Cardíaca sufre un brusco incremento en las semanas 7 , 8 y 9 , hasta alcanzar en esta 175,92 Lat./min. . La comparación de las medias obtenidas es significativa semana a semana , salvo al considerar las frecuencias cardíacas medias en las semanas 9 y 10 (**Tabla 35**) .

Tabla 34: FRECUENCIA CARDÍACA : Características evolutivas según la Edad Gestacional Ultrasónica por semanas						
EGUS sem.	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
5+1 – 6 sem.	12	92-122	110,67	9,257	2,672	85,697
6+1 – 7 sem.	28	92-169	127,29	21,039	3,976	442,656
7+1 – 8 sem.	8	146-173	158,25	9,953	3,519	99,071
7+1 – 9 sem.	12	162-190	175,92	7,621	2,200	58,083
9+1 – 10 sem.	25	156 -188	173,52	8,206	1,641	67,343

FIGURA 29 : EVOLUCION SEMANAL DE LA FRECUENCIA CARDÍACA según LA EDAD GESTACIONAL ECOGRÁFICA

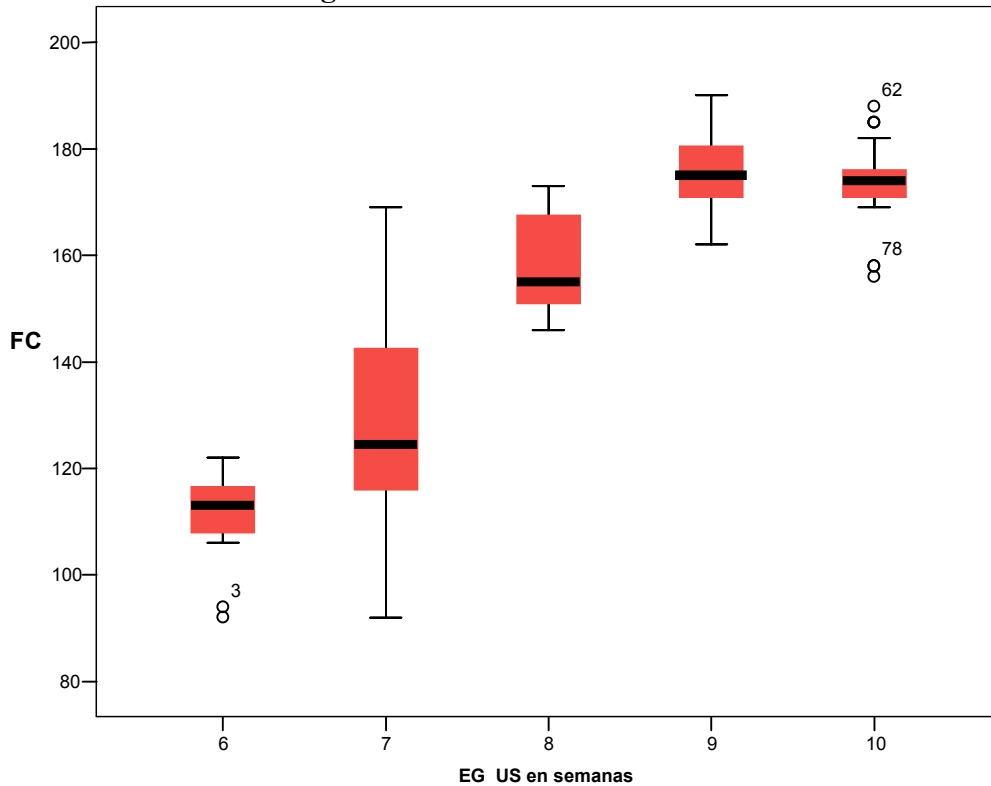


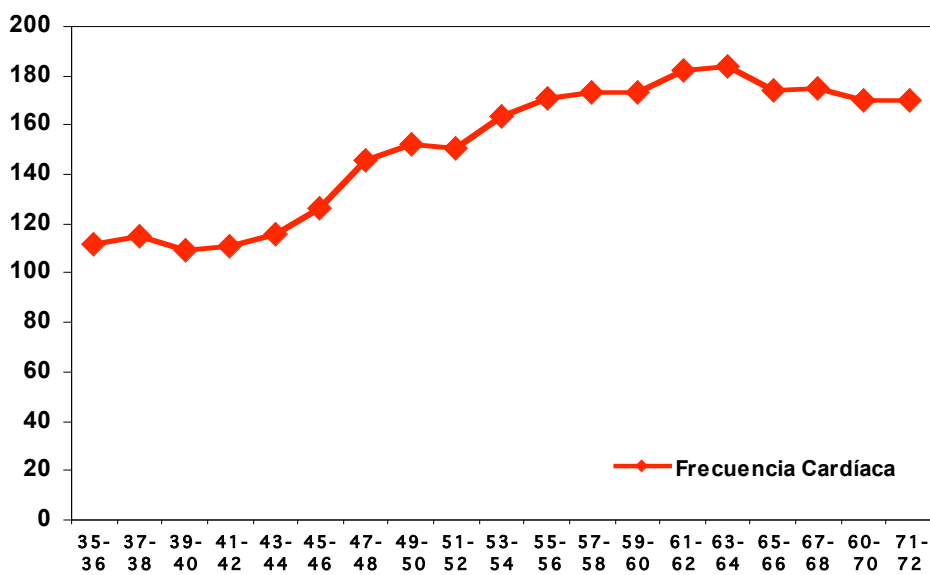
Tabla 35 : FRECUENCIA CARDÍACA : Comparaciones de las medidas medias semanales según la Edad Gestacional Ultrasónica				
EGUS sem.	Test STUDENT			
5+1 – 6 sem.				“t” = -2,615
6+1 – 7 sem.			“t” = -4,005	p<0,013
7+1 – 8 sem.		“t” = -4,499	p<0,000	
7+1 – 9 sem.	“t” = 0,850	p<0,000		
9+1 – 10 sem.	n.s.			

Si consideramos la Edad Gestacional Ecográfica , con intervalos de 2 días , se observa mejor la evolución de la misma en los momentos iniciales de la gestación. Como se aprecia en la **Tabla 36** y en la **Figura 30** , a partir del día 45 (6 + 3 sem.) la frecuencia cardíaca aumenta de una forma más brusca , aumento que persiste hasta alcanzar el máximo , con 184 Lat./min. , en los días 63-64 (7 sem.) .

**Tabla 36 : FRECUENCIA CARDÍACA :
Características evolutivas según la Edad
Gestacional Ultrasonica tomada de cada dos
días**

EGUS Días	N	Media	DS
35-36	1	112	
37-38	1	115	
39-40	7	109,71	7,847
41-42	3	111	16,523
43-44	15	116	13,082
45-46	4	126	28,787
47-48	6	145,83	18,670
49-50	4	152,25	8,180
51-52	4	151	4,163
53-54	2	163,5	13,435
55-56	1	171	
57-58	2	173,5	3,536
59-60	6	173,17	7,139
61-62	3	182	9,849
63-64	3	184	4,583
65-66	6	174	3,162
67-68	6	175	4,517
69-70	2	170	1,414
71-72	9	170,11	11,05

**FIGURA 30 : EVOLUCION DE LA FRECUENCIA CARDÍACA según LA EDAD
GESTACIONAL ECOGRÁFICA**



Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

A.5.- RELACIONES DE LOS DIFERENTES PARÁMETROS ECOGRÁFICOS ENTRE SI

A.5.1.- Relaciones Saco Gestacional – Vesícula Vitelina

El diámetro del Saco Gestacional guarda una pobre correlación tanto con el diámetro de la Vesícula Vitelina (**Figura 31**), como con el Volumen de la misma (**Figura 32**).

FIGURA 31 ; RELACIÓN DIÁMETRO DE SACO GESTACIONAL Y DIÁMETRO DE LA VESÍCULA VITELINA

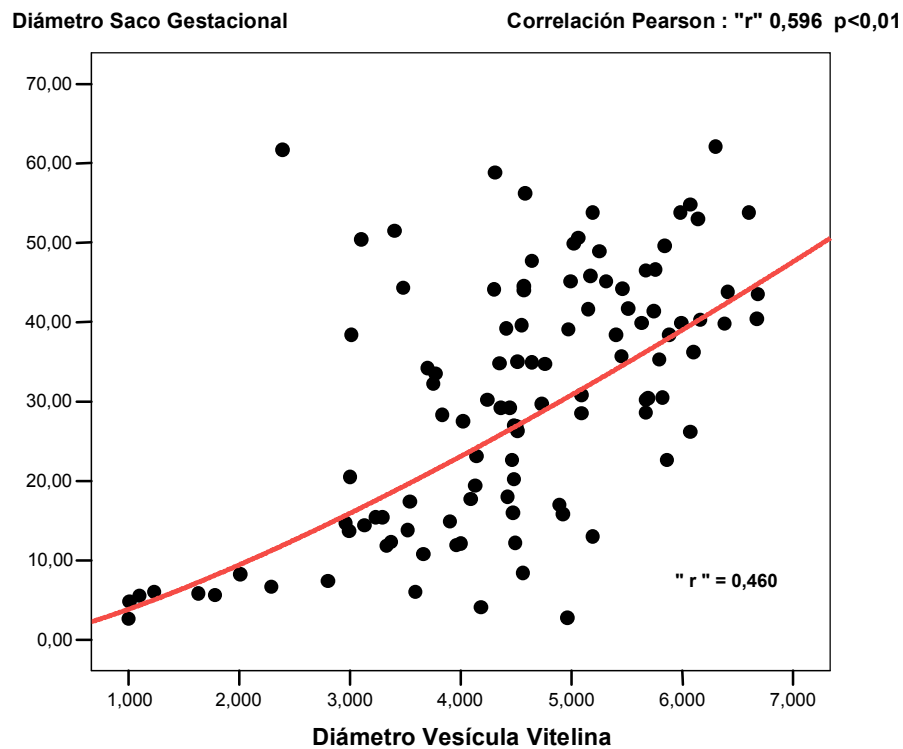
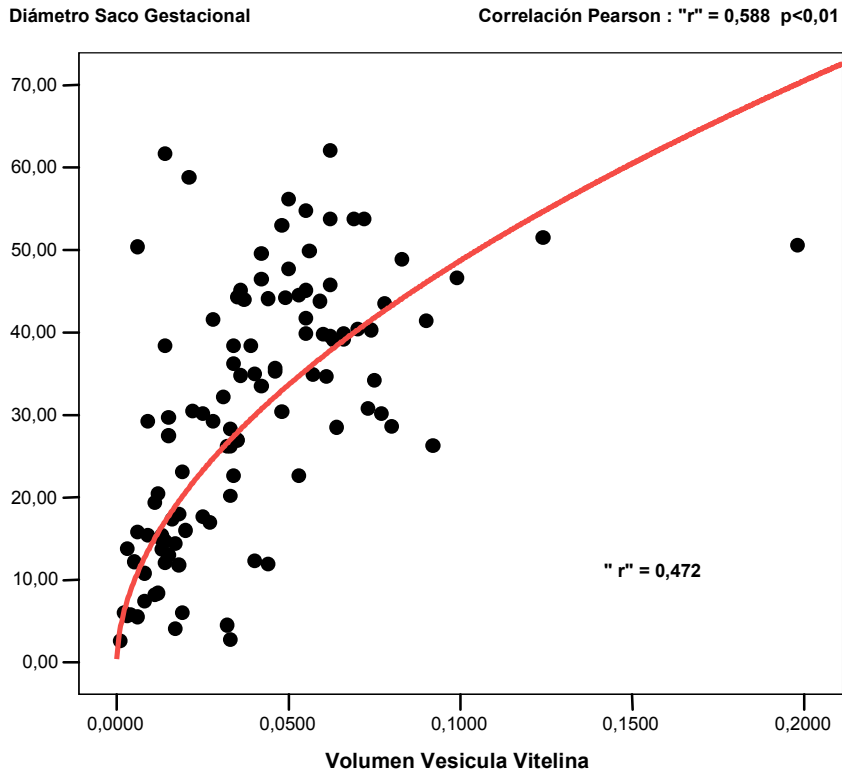


FIGURA 32 : RELACIÓN DIÁMETRO DEL SACO GESTACIONAL Y VOLUMEN DE LA VESÍCULA VITELINA



El ajuste de las curvas de regresión entre Volumen del Saco Gestacional y Diámetro de la Vesícula vitelina ($r = 0,600$) (**Figura 33**) o Volumen de la vesícula Vitelina ($r = 0,601$) (**Figura 34**), aunque pobre , mejora los obtenidos al considerar el diámetro del Saco Gestacional .

**FIGURA 33: RELACIÓN VOLUMEN SACO GESTACIONAL Y
DIÁMETRO VESÍCULA VITELINA**

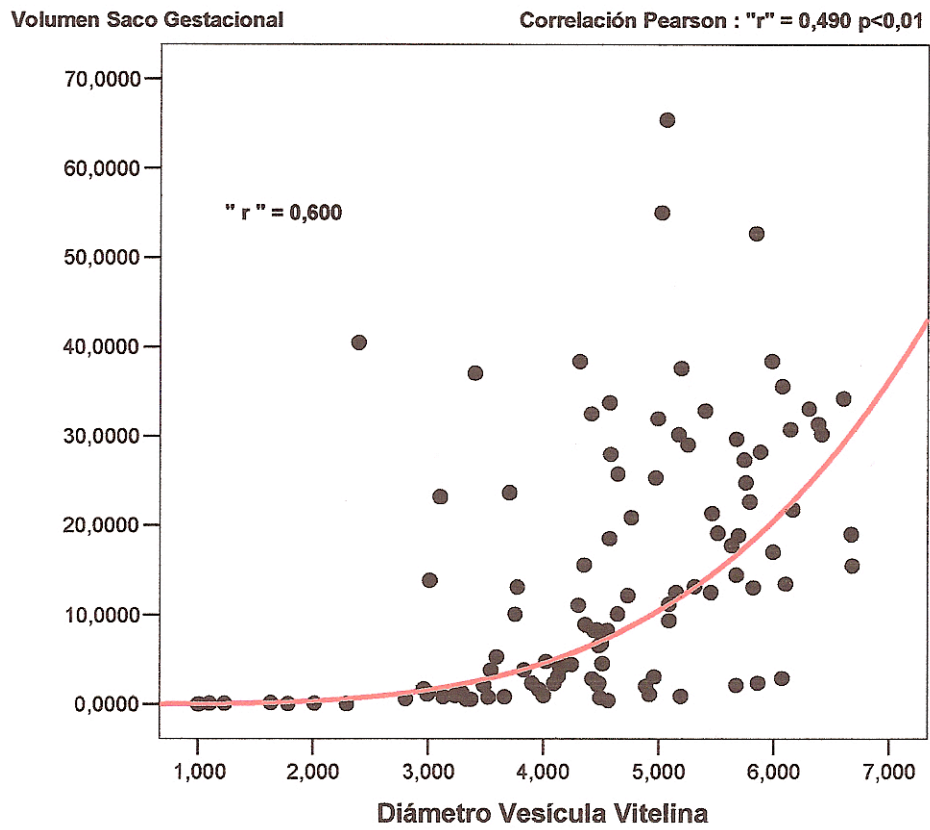
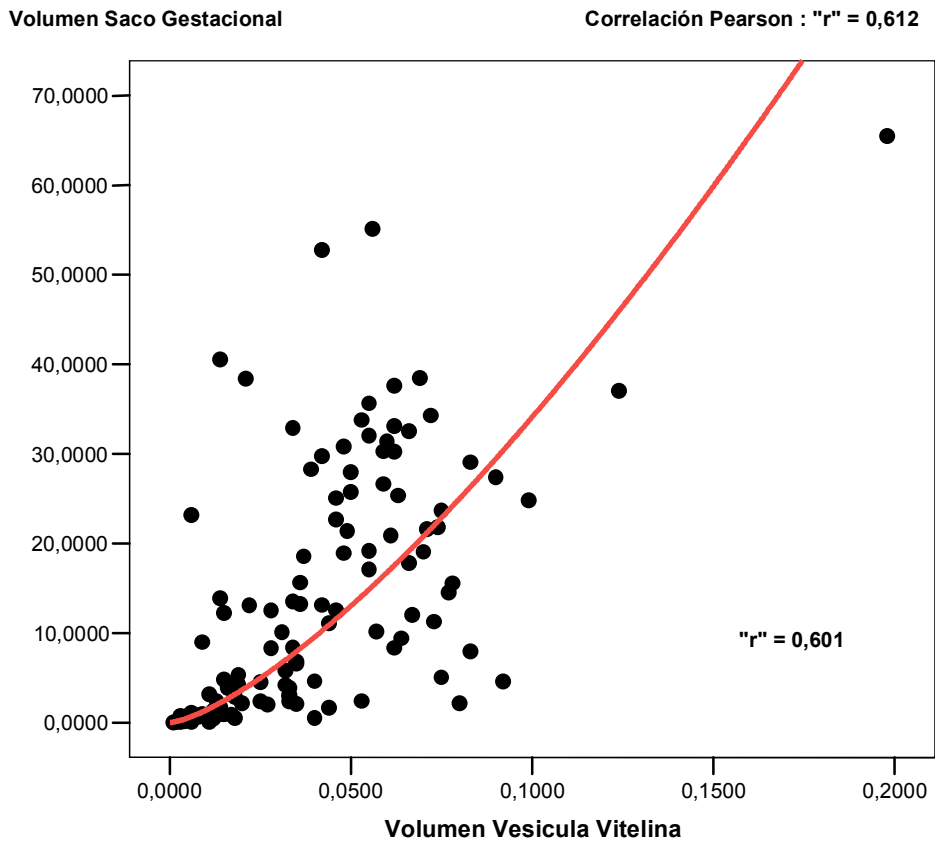


FIGURA 34 : RELACIÓN VOLUMEN SACO GESTACIONAL Y VOLUMEN VESÍCULA VITELINA



A,5,2.- Relaciones Saco Gestacional – Embrión

El diámetro del Saco Gestacional muestra una buena relación con la Longitud embrionaria (CRL), ("r" = 0,861) y con el Volumen Embrionario ("r" = 0,784) , con unas curvas de regresión con "r"= 0,765 , en el caso del diámetro-CRL (**Figura 35**) y "r" = 0,744 , para el diámetro-volumen embrionario (**Figura 36**) .

FIGURA 35 : RELACIÓN DIÁMETRO DEL SACO Y CRL

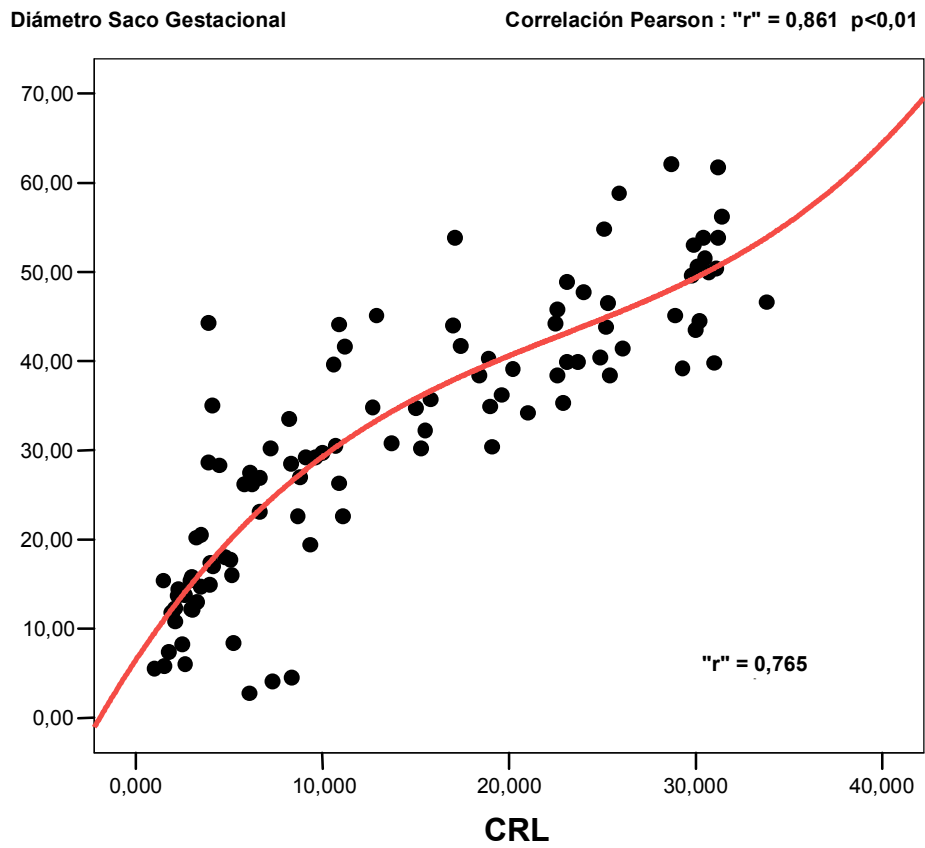
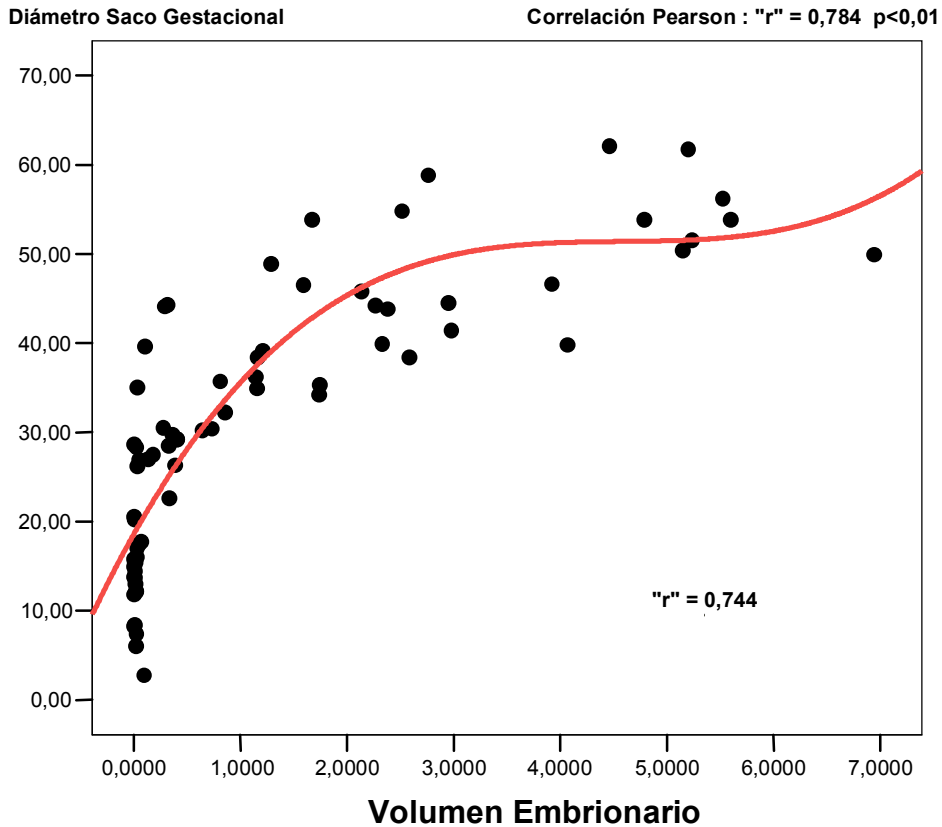


FIGURA 36 : RELACIÓN DIÁMETRO SACO GESTACIONAL Y VOLUMEN EMBRIONARIO



Las relaciones entre el Volumen del Saco Gestacional y del embrión , son mejores que cuando se considera el Diámetro del Saco . Como se aprecia en la **Figura 37** entre Volumen del Saco Gestacional y CRL encontramos una correlación con “r” = 0,897 , con una línea de regresión en la que “r” alcanza 0,886 . El Volumen del Saco Gestacional y el Volumen Embrionario (**Figura 38**) , con una correlación con “r “ = 0,872 , muestra una línea de regresión , en la que “r” es de 0,887 .

FIGURA 37 : RELACIÓN VOLUMEN SACO GESTACIONAL Y CRL

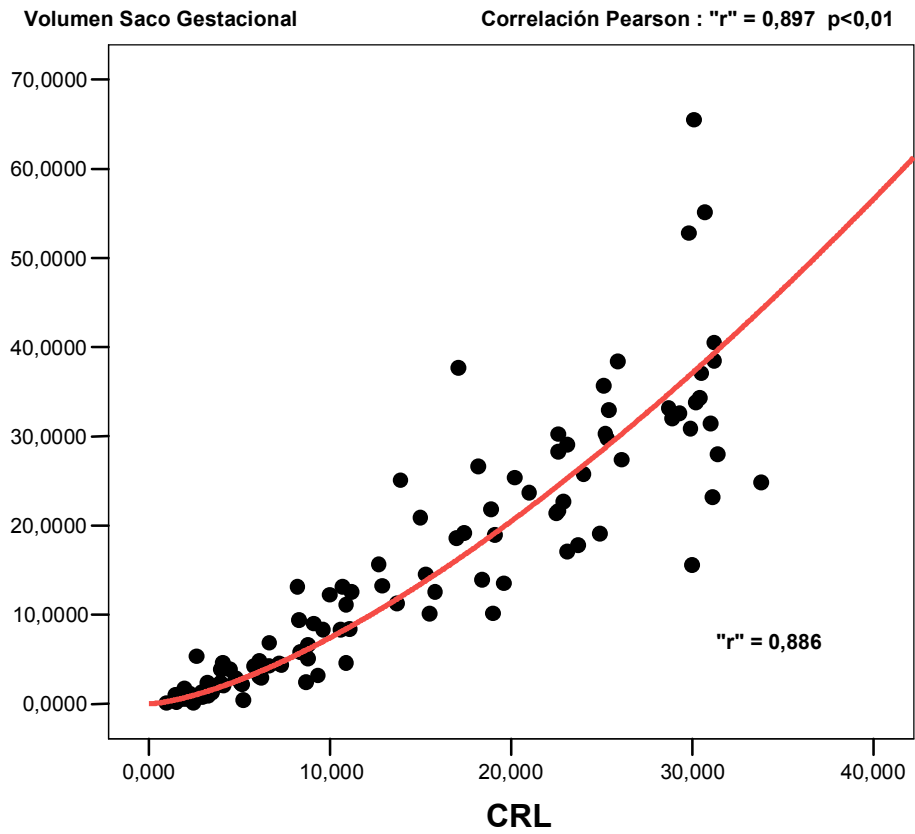
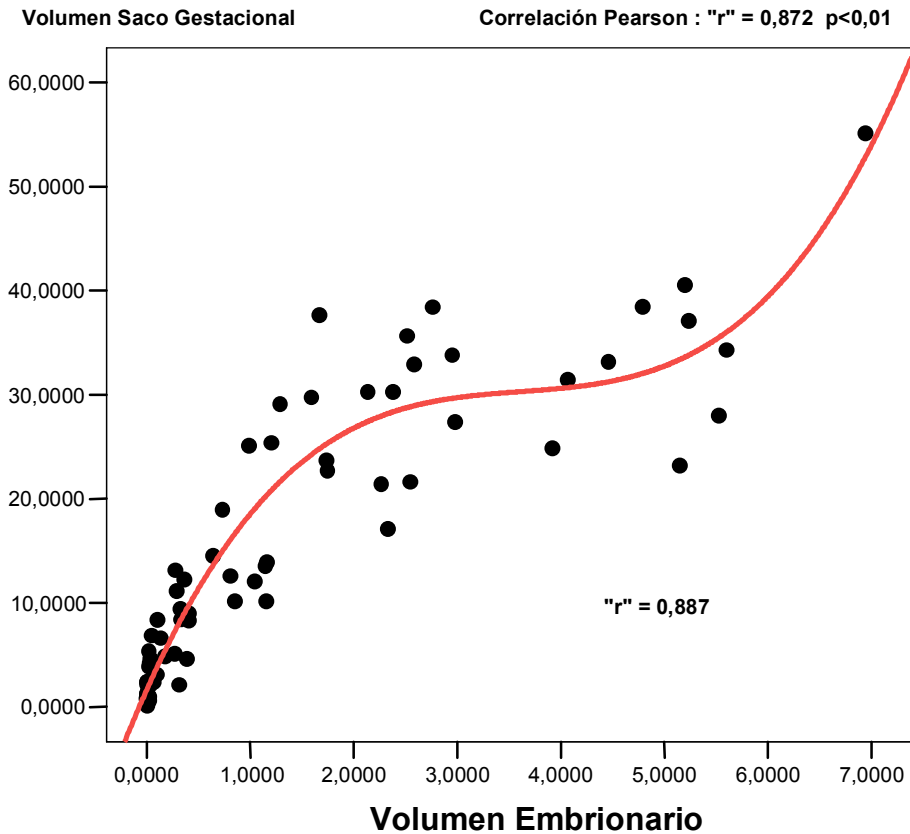


FIGURA 38 : RELACION VOLUMEN SACO GESTACIONAL Y VOLUMEN EMBRIONARIO



A,5,3.- Relaciones Saco Gestacional – Frecuencia Cardíaca

Aunque Diámetro y Volumen del Saco Gestacional guardan correlación con la Frecuencia Cardíaca Embrionaria , (**Figuras 39 y 40**) , la curva de regresión tiene un mejor ajuste al considerar el volumen , con un coeficiente de 0,756 .

FIGURA 39 : RELACIÓN DIÁMETRO SACO GESTACIONAL Y FRECUENCIA CARDÍACA

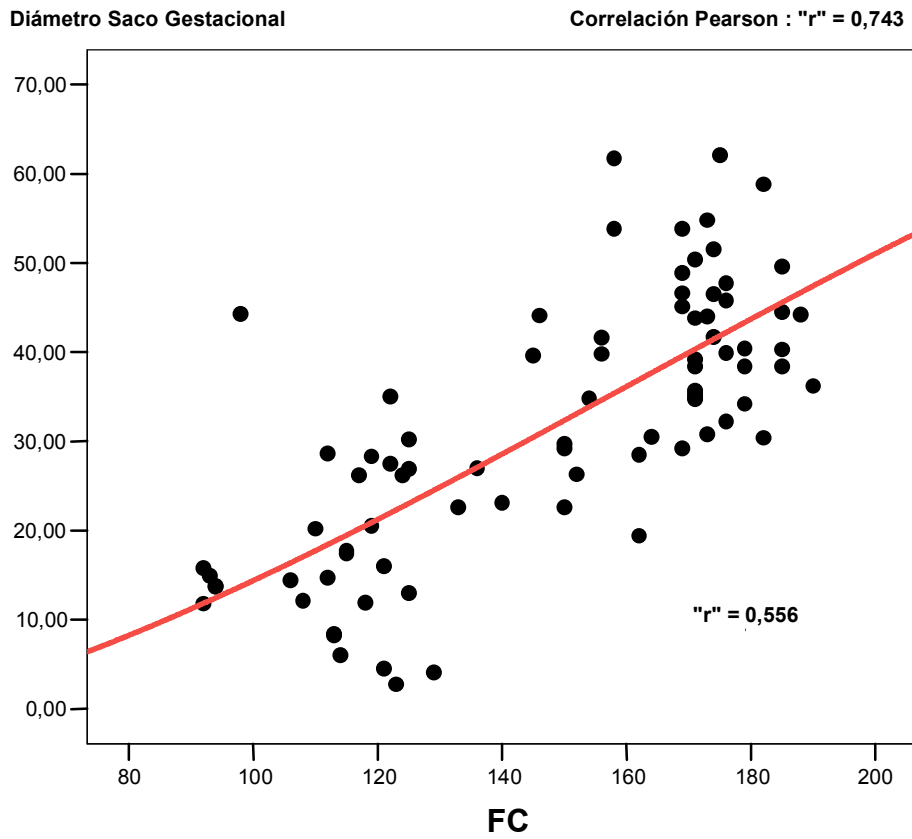
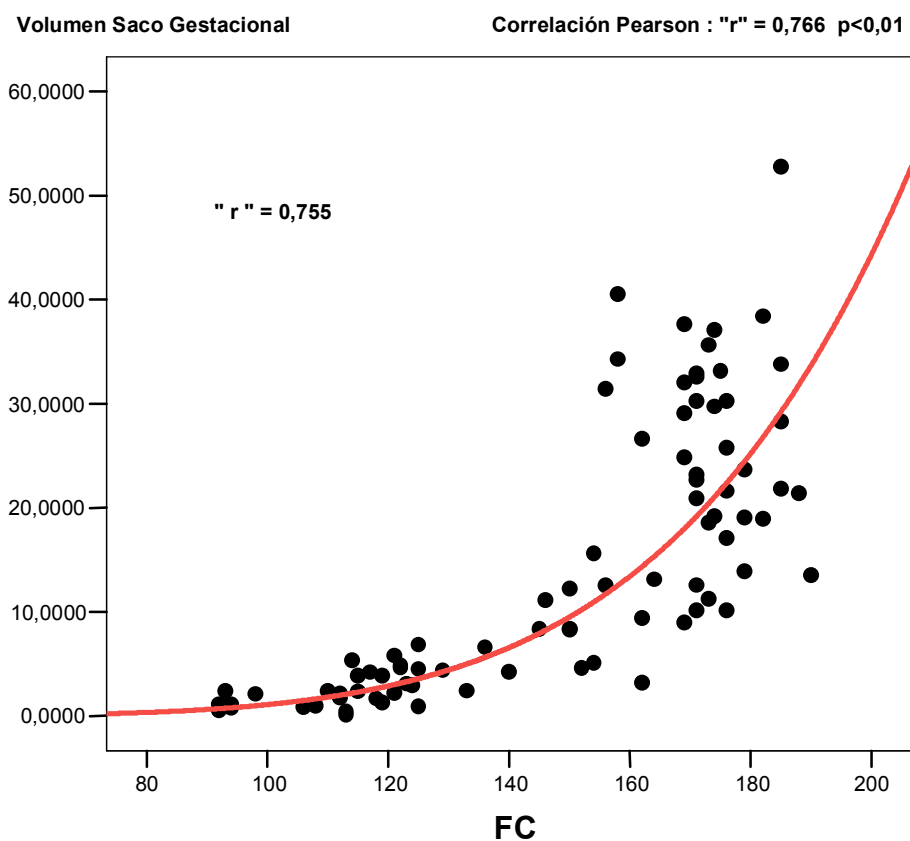


FIGURA 40 : RELACIÓN VOLUMEN SACO GESTACIONAL Y FRECUENCIA CARDÍACA



A,5,4.- Relaciones Vesícula Vitelina – Embrión

Las características evolutivas de la vesícula vitelina condicionan el que al considerar las relaciones de Diámetro y Volumen de la estructura , con la Longitud y el Volumen embrionario , (**Figuras 41 , 42 , 43 y 44**) , los resultados sean malos , con malos ajustes en sus curvas de regresión .

FIGURA 41 : RELACION DIÁMETRO VESÍCULA VITELINA Y CRL

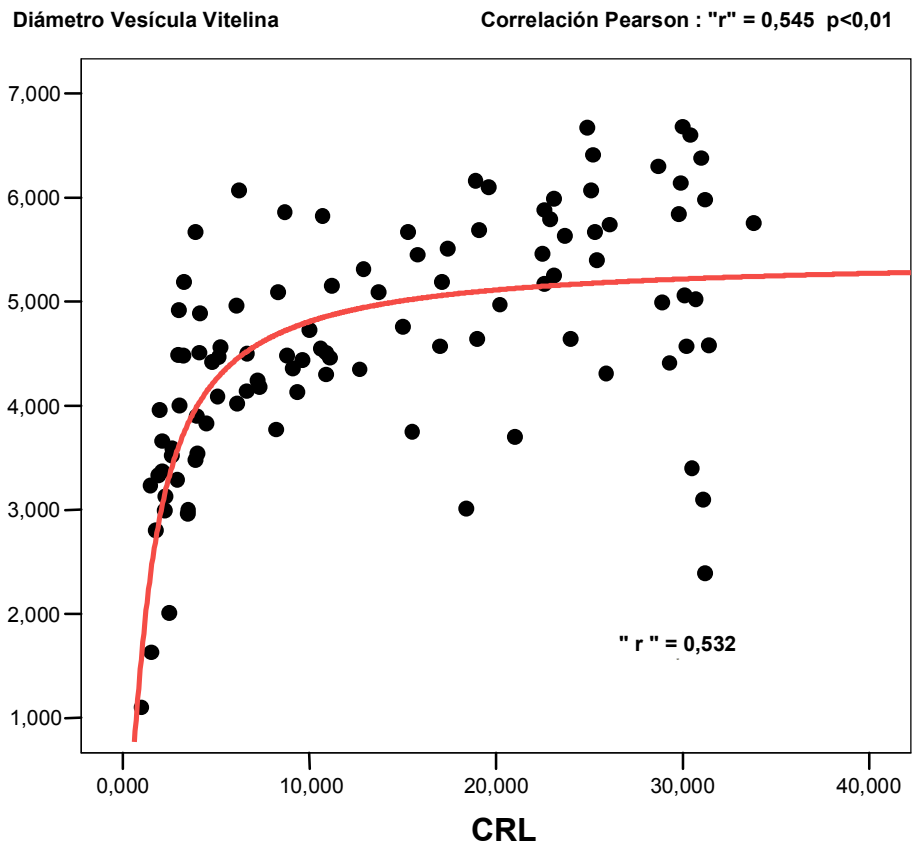


FIGURA 42 : RELACIÓN DIÁMETRO VESÍCULA VITELINA Y VOLUMEN EMBRIONARIO

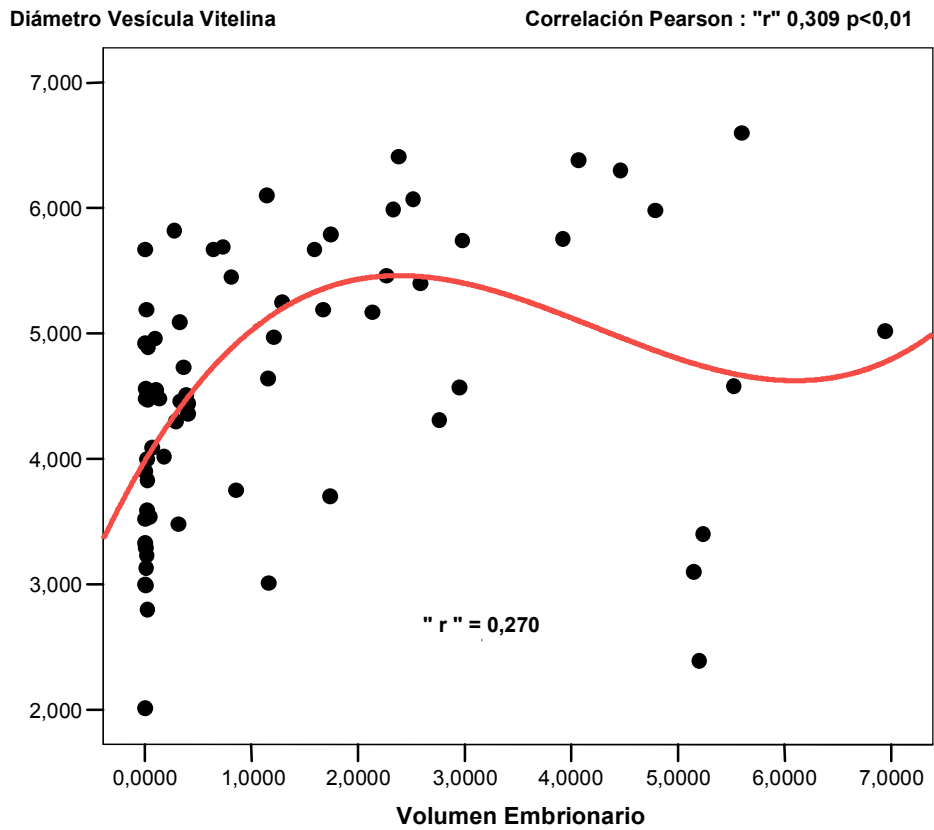


FIGURA 43 : RELACIÓN VOLUMEN VESÍCULA VITELINA Y CRL

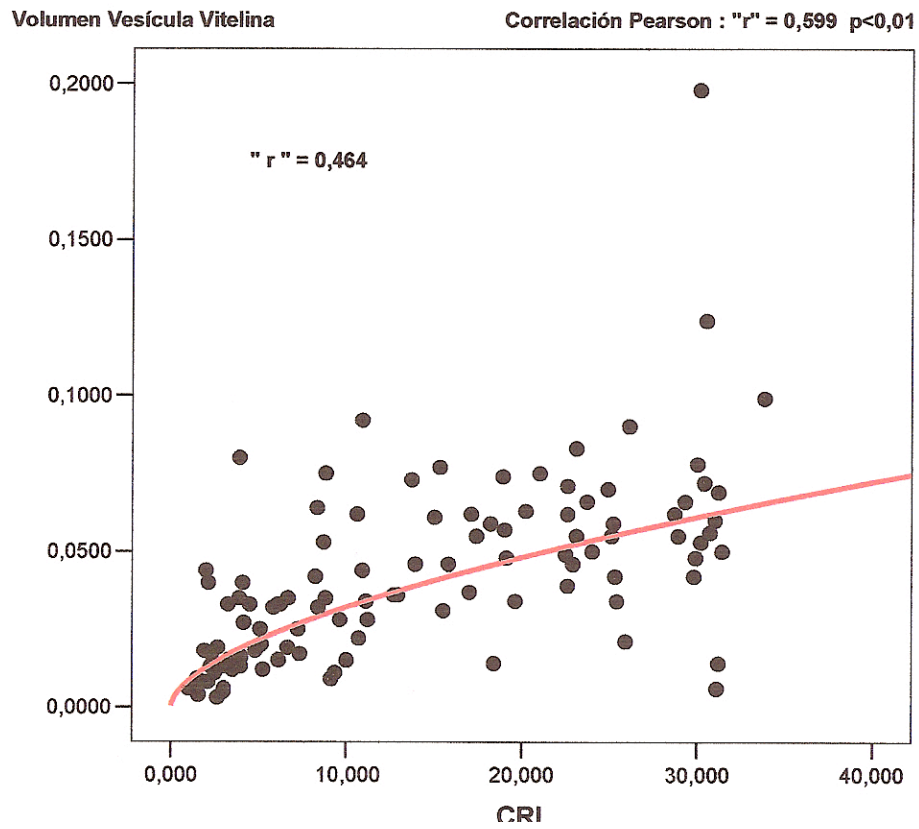
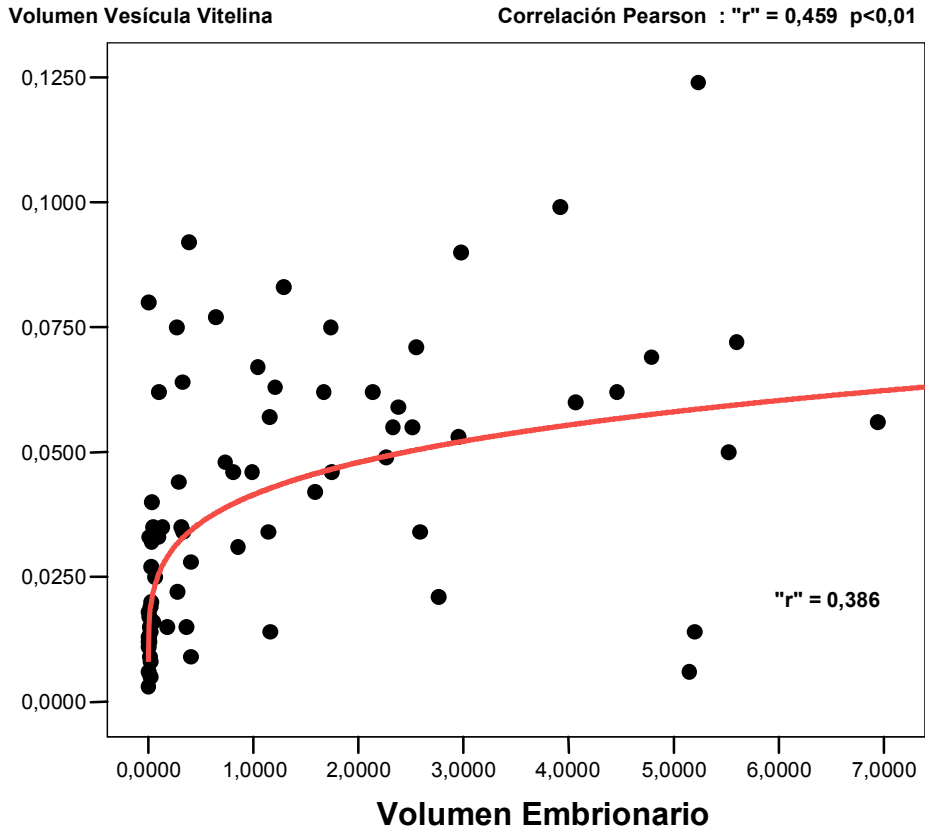


FIGURA 44 : RELACIÓN VOLUMEN VESÍCULA VITELINA Y VOLUMEN EMBRIONARIO



A,5,5.- Relaciones Vesícula Vitelina – Frecuencia Cardíaca

En las **Figuras 45 y 46** observamos como no pueden establecerse relaciones entre Diámetro y Volumen de la Vesícula vitelina y frecuencia cardíaca , durante el período embrionario .

FIGURA 45 : RELACIÓN DIÁMETRO VESÍCULA VITELINA Y FRECUENCIA CARDÍACA

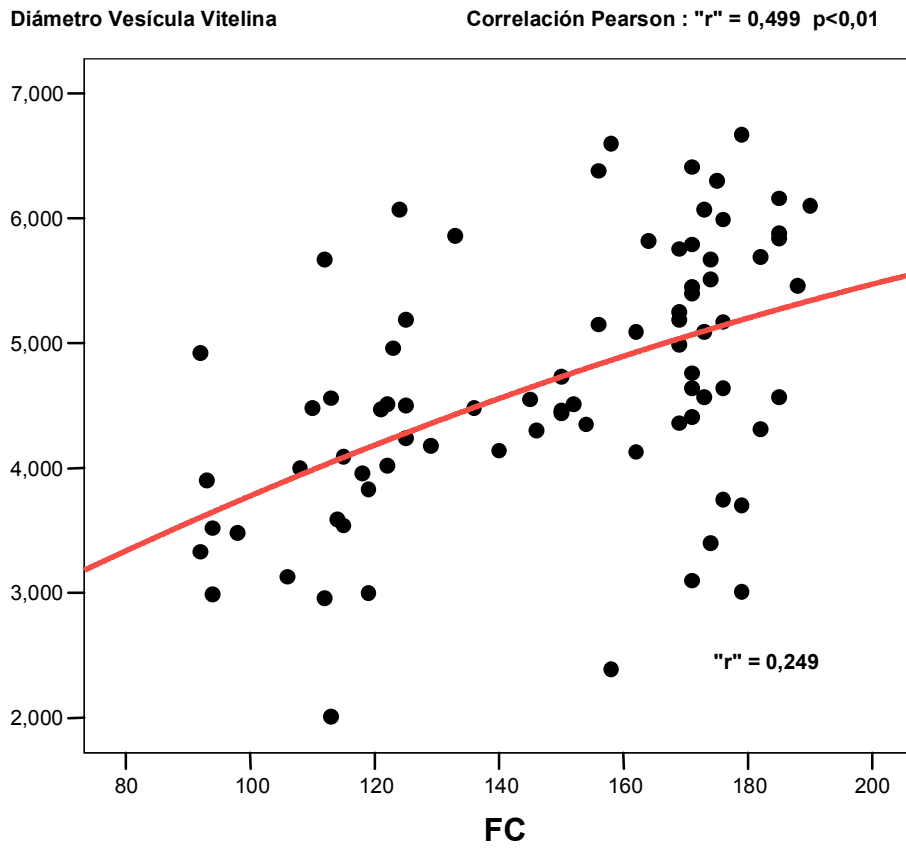
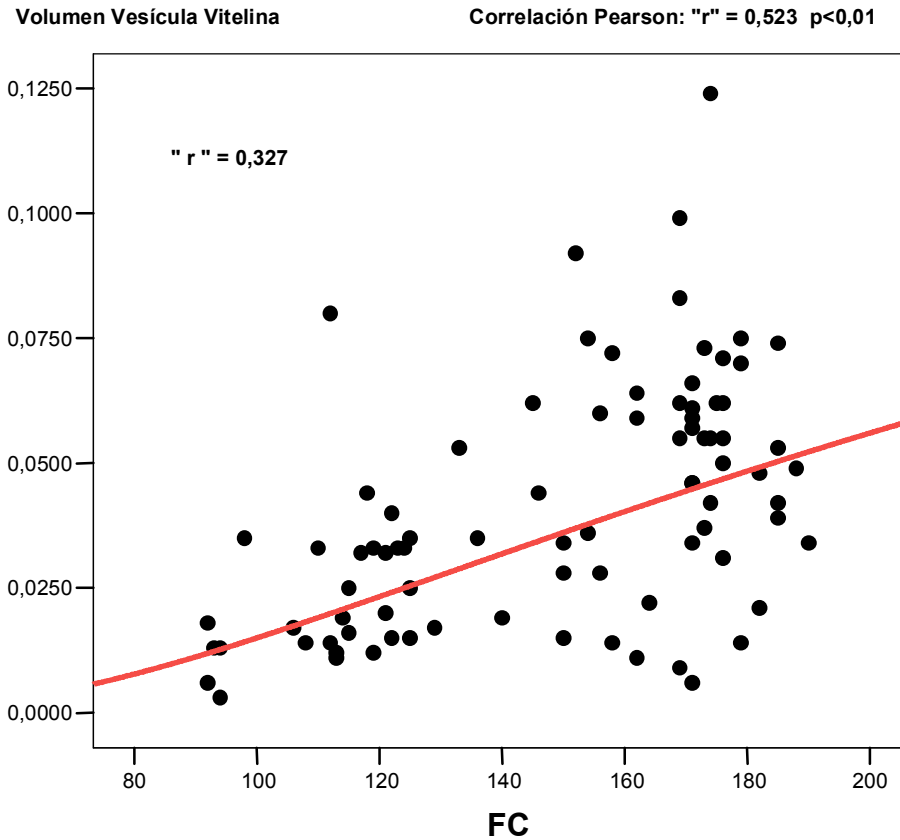


FIGURA 46 : RELACION VOLUMEN VESÍCULA VITELINA Y FRECUENCIA CARDÍACA



A,5,6.- Relaciones Embrión – Frecuencia Cardíaca

En la **Figura 47** mostramos los resultados de la relación existente entre CRL y Frecuencia Cardíaca , con "r" = 0,833 y una línea de regresión en la que "r" alcanza 0,843 . Pese a que el Volumen Embrionario mantiene una correlación menor con la Frecuencia Cardíaca que el CRL ("r" = 0,616) (**Figura 48**) , el coeficiente de la curva de regresión es de 0,814 .

FIGURA 47 : RELACIÓN CRL Y FRECUENCIA CARDÍACA

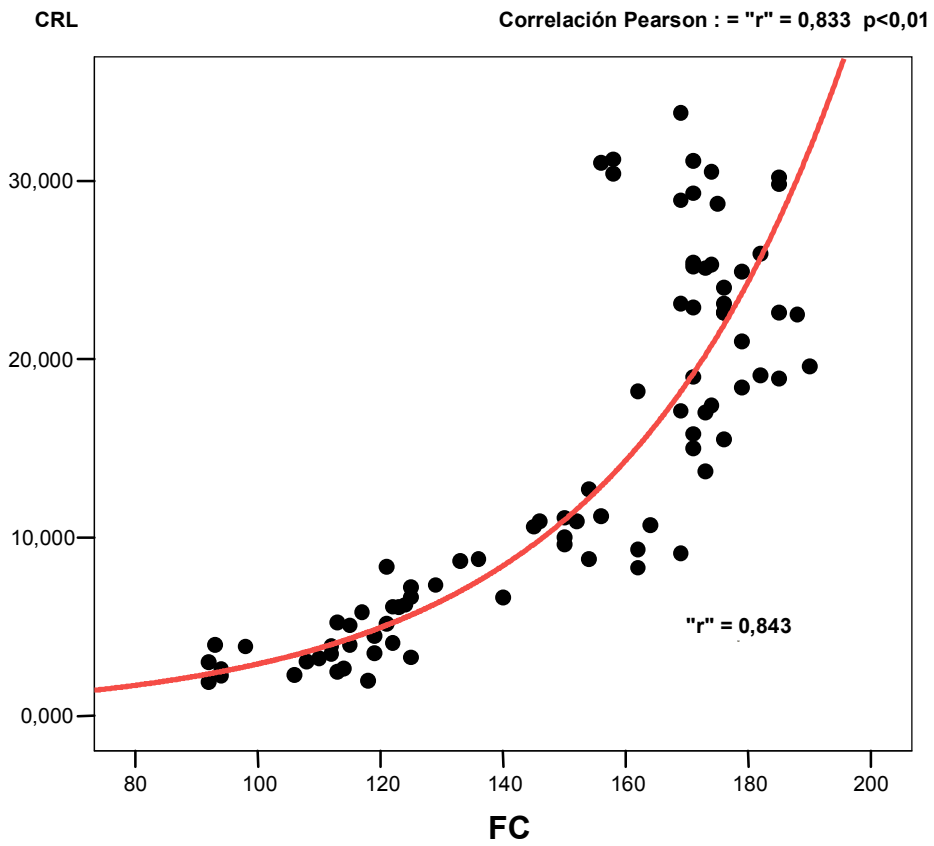
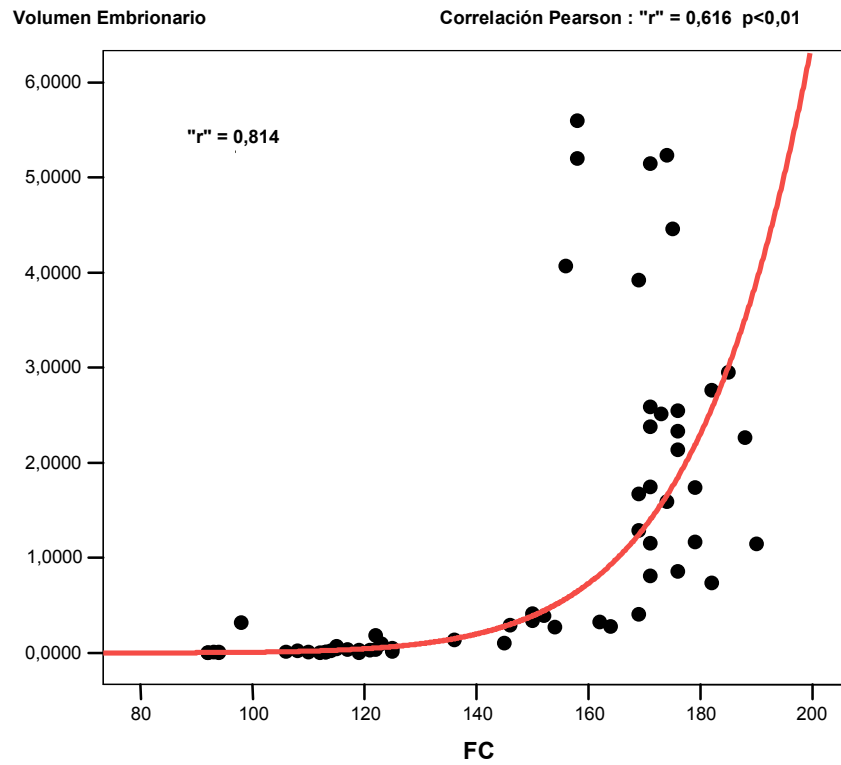


FIGURA 48 : RELACIÓN VOLUMEN EMBRIONARIO Y FRECUENCIA CARDÍACA



B. 1.- EVOLUCION CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL DE LAS TRES PRIMERAS SEMANAS DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

B. 1.1 - PRIMERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

El desarrollo humano se inicia con la fecundación del oocito , por el espermatozoide , en el tercio externo de la trompa . Desde ese momento y paralelamente a su avance hacia la cavidad uterina , el cigoto , por medio de divisiones mitóticas , sufre un proceso de segmentación por el que aparecen progresivamente 2 , 4 y 8 células – blastómeras - . Después de la tercera segmentación , las blastómeras , que hasta ese momento estaban unidas de forma poco compacta , desarrollan uniones estrechas – proceso de compactación - . Posteriormente , vuelve a dividirse (cuarta segmentación alcanzando el estadio de **mórula** – 16 blastómeras - . En ella las centrales se denominan **masa celular interna** y las periféricas **masa celular externa** .

Hacia el 4º día posfecundación (**Figura 49**) , cuando la mórula esta llegando a la cavidad uterina y sus blastómeras oscilan entre 32 y 58 , comienza a formarse una cavidad – blastocele - , el cigoto pasa a denominarse **blastocisto** y en él , pueden diferenciarse dos zonas bien definidas : unas blastómeras externas ó **trofoblasto** , y un acúmulo de blastómeras , de las que se desarrollará el embrión ó **embrioblasto** (**Figura 50**) .

FIGURA 49 : EVOLUCION DE LA GESTACIÓN EN LOS PRIMEROS 4 – 5 DÍAS DE DESARROLLO

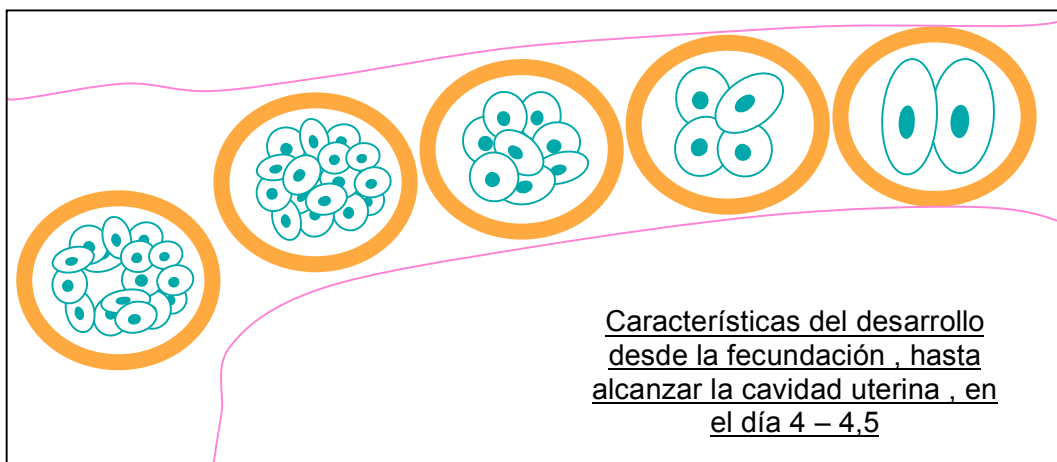
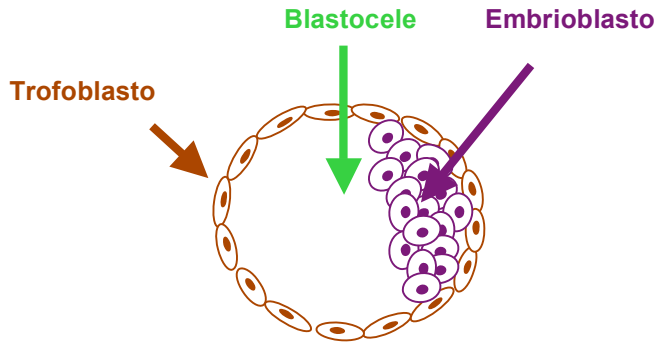


FIGURA 50 : CARACTERÍSTICAS DEL BLASTOCISTO



Hacia el 6° día postfecundación , el blastocisto , se aproxima al endometrio , orientándose de manera que la zona más próxima a la mucosa endometrial , sea la correspondiente al embrioblasto , pierde la membrana pelúcida e inicia la implantación (**Figura 51**) . En ese momento el trofoblasto comienza a diferenciarse en dos capas : interna o *citotrofoblasto* y externa ó *sincitiotrofoblasto* . En el 7° día , el sincitiotrofoblasto invade la compacta endometrial, y paralelamente , a nivel del embrioblasto , se diferencia una capa celular – *hipoblasto* ó endodermo primario – (**Figura 52**) .

FIGURA 51 : ORIENTACION DEL BLASTOCISTO EN LA IMPLANTACIÓN

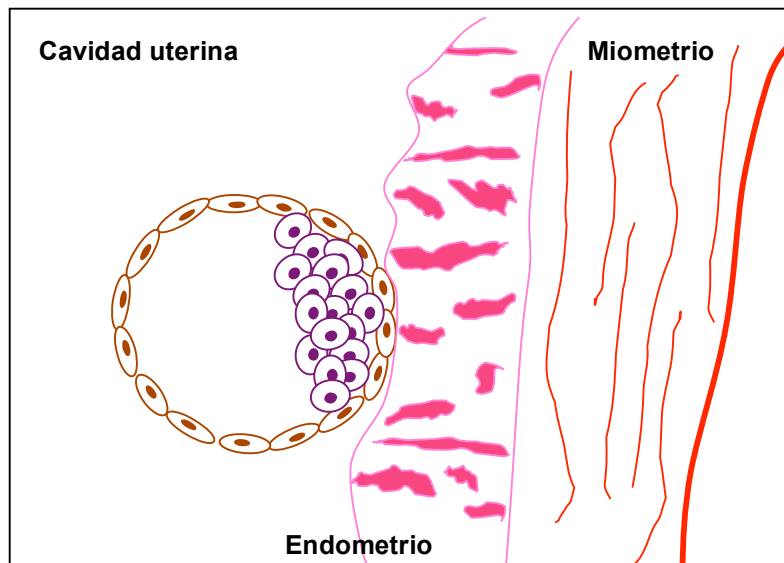
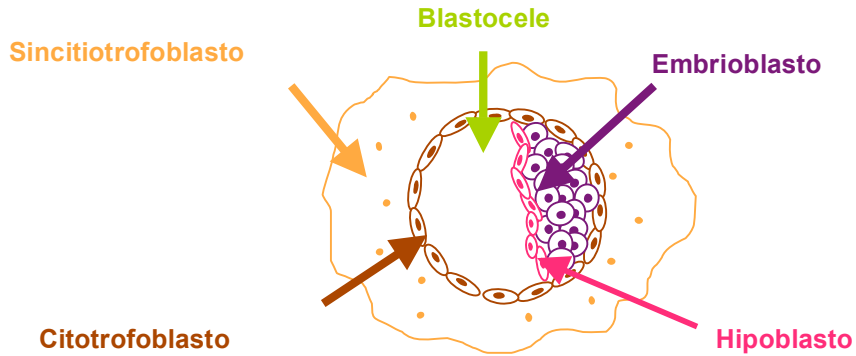


FIGURA 52 : GESTACION EN EL 6 – 7 DÍA DE DESARROLLO



El tamaño del cigoto da lugar a que ecográficamente , incluso con ecografía 3D , esta semana del desarrollo pase como tal desapercibida .

B. 1.2 - SEGUNDA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

Entre los días 8 y 14 postfecundación transcurre la segunda semana del desarrollo . En esta semana se completa la implantación ovular , el embrión pasa a ser bilaminar , se forma el saco vitelino y a nivel de la cubierta trofoblástica se inicia el denominado período vellositario de la organogénesis placentaria (Figuras 53 – 55).

FIGURA 53 : EMBRION BILAMINAR

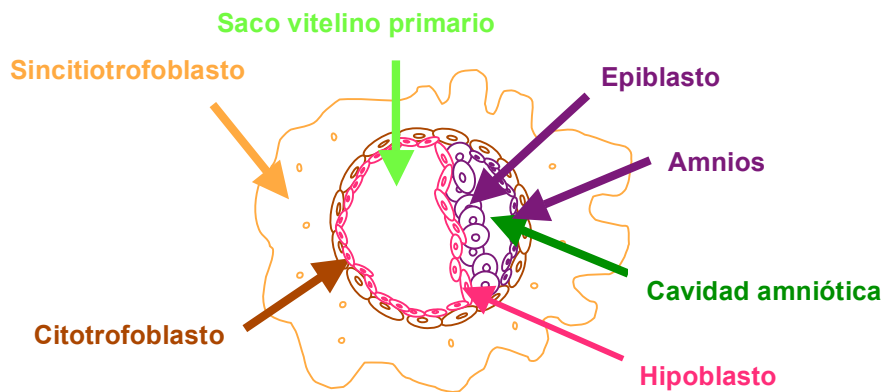


FIGURA 54 : FORMACION DEL SACO VITELINO SECUNDARIO

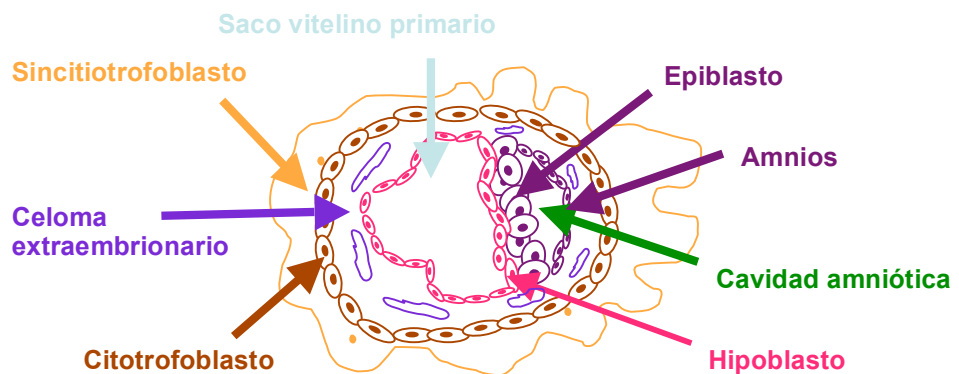
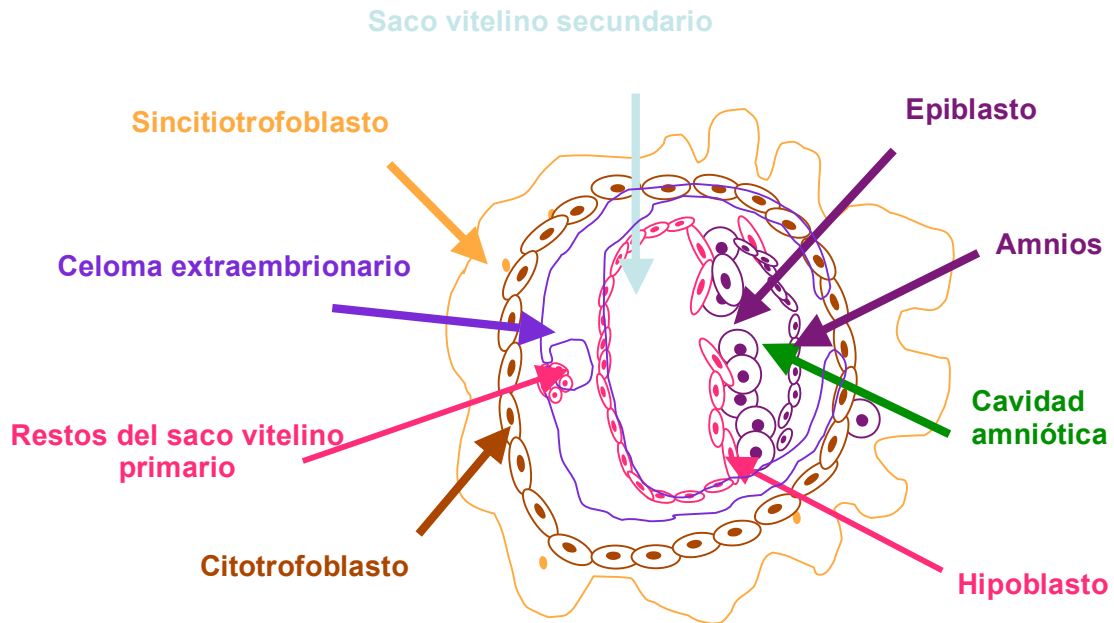


FIGURA 55 : SACO VITELINO SECUNDARIO



En la cuarta semana del ciclo menstrual y segunda del desarrollo embrionario , a la exploración ecográfica bidimensional le resulta complicado diagnosticar el embarazo : el endometrio , ya decidua , aparecerá engrosado , fruto del acúmulo de lípidos y glucógeno de la reacción decidua , y aunque podamos encontrarnos con zonas hipocogénicas en su espesor , una zona francamente anecogénica sospechosa de la existencia de un saco ovular , es difícil de visualizar ; sin embargo, con la ecografía 3D, desde estos momentos, podemos visualizar la gestación .

En una paciente que se encontraba en el día 27 del ciclo , localizamos con 3D una estructura en el espesor endometrial (**Figura 56**) , que nos recordó la imagen que con microscopía electrónica puede conseguirse de la gestación precoz (**Figura 57**) . Este paralelismo y un test de embarazo positivo 4 días después del hallazgo ecográfico , nos hizo concluir que es posible localizar la gestación con ecografía tridimensional , incluso antes de que la gestante se encuentre en falta de amenorrea (**Figura 58**) .

FIGURA 56 : IMAGEN TRIDIMENSIONAL EN EL DÍA 27 DEL CICLO MENSTRUAL

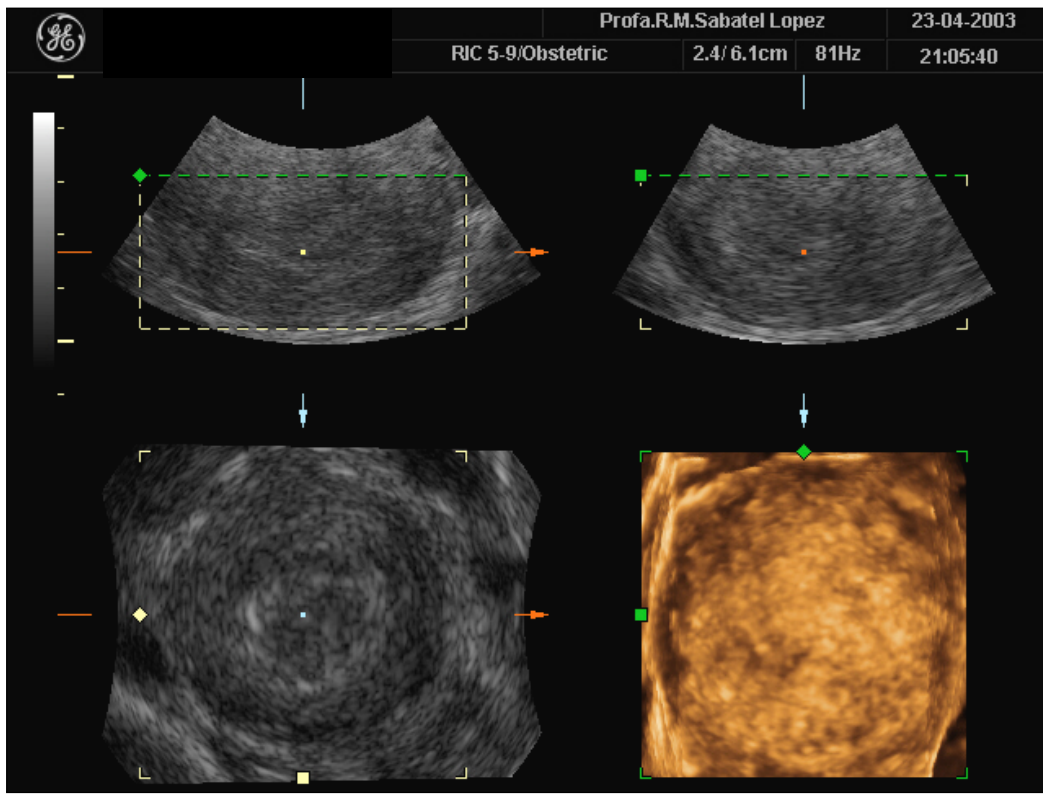
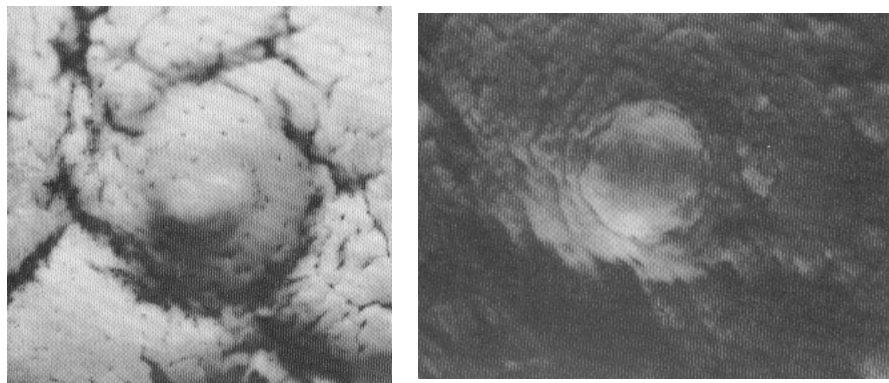
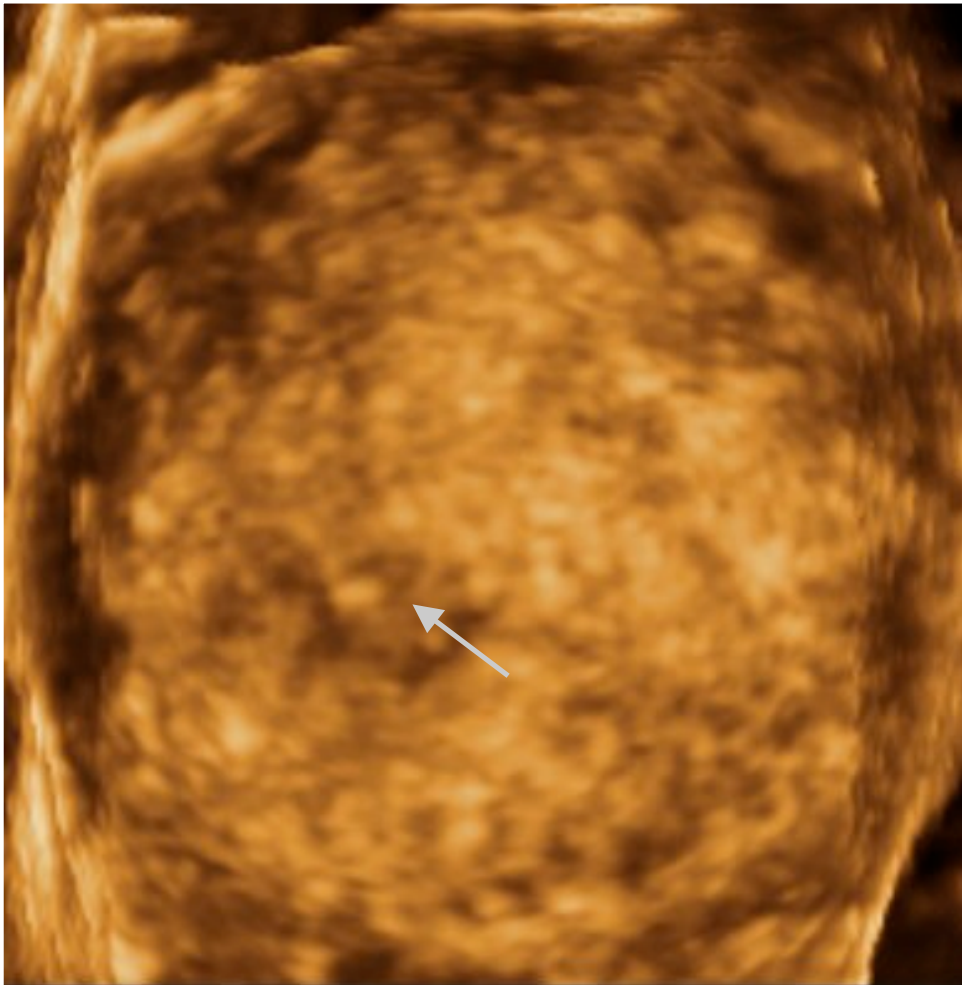


FIGURA 57 : IMÁGENES CON MICROSCPIA ELECTRÓNICA DE LA GESTACIÓN PRECOZ



**FIGURA 58 : ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL : GESTACIÓN
EN EL DÍA 13 DE DESARROLLO EMBRIONARIO**



B.1.3 - TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

Entre los días 15 – 21 del desarrollo embrionario , tienen lugar los siguientes acontecimientos :

- Desarrollo de las capas germinales
- Formación del tubo neural y desarrollo de los somitos
- Inicio del desarrollo del sistema cardiovascular
- Desarrollo de las vellosidades coriales

B.1.3.1.-Características morfológicas del Saco Gestacional con Ecografía 3D

En el inicio de la tercera semana del desarrollo, el Saco Gestacional (con ecografía 3 D) nos aparece como una zona hueca en el espesor endometrial (**Figura 59**) , en la que , si ampliamos la imagen podemos diferenciar la cubierta trofoblástica de la masa celular interna o embrioblasto (**Figura 60**) , obteniendo una imagen similar a la que nos ofrecerían las preparaciones histológicas en esos momentos del desarrollo (**Figura 61**)

FIGURA 59 : CARACTERÍSTICAS DE LA GESTACION CON ECOGRAFÍA 3D EN EL INICIO DE LA TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

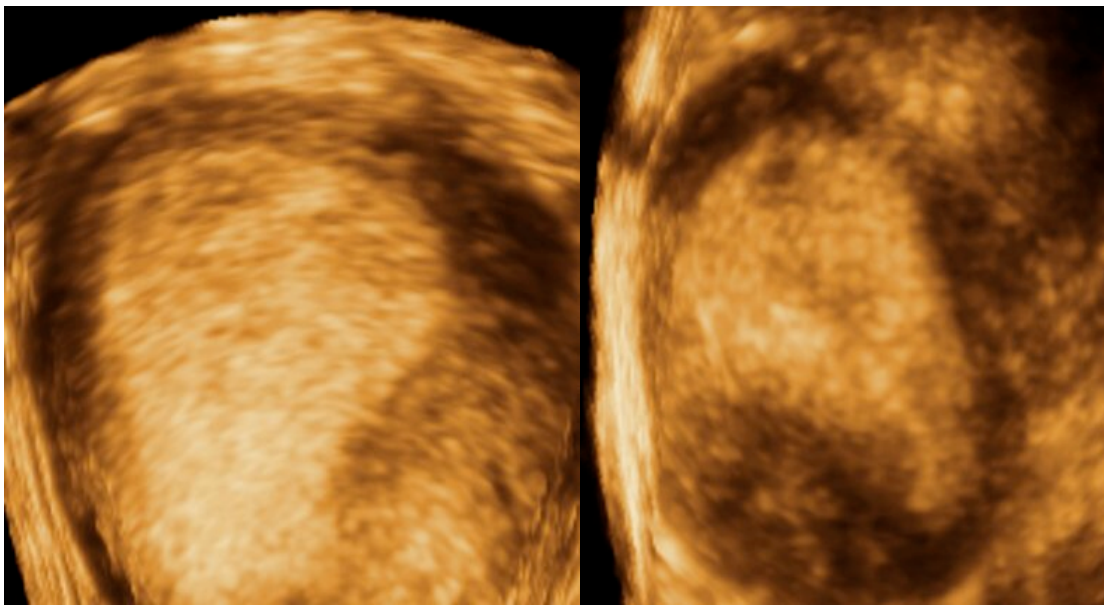
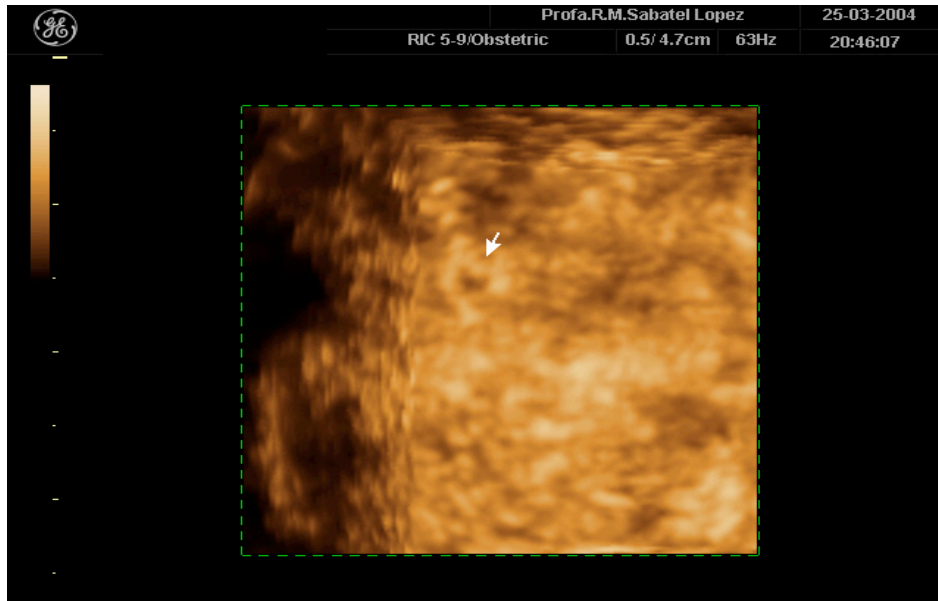
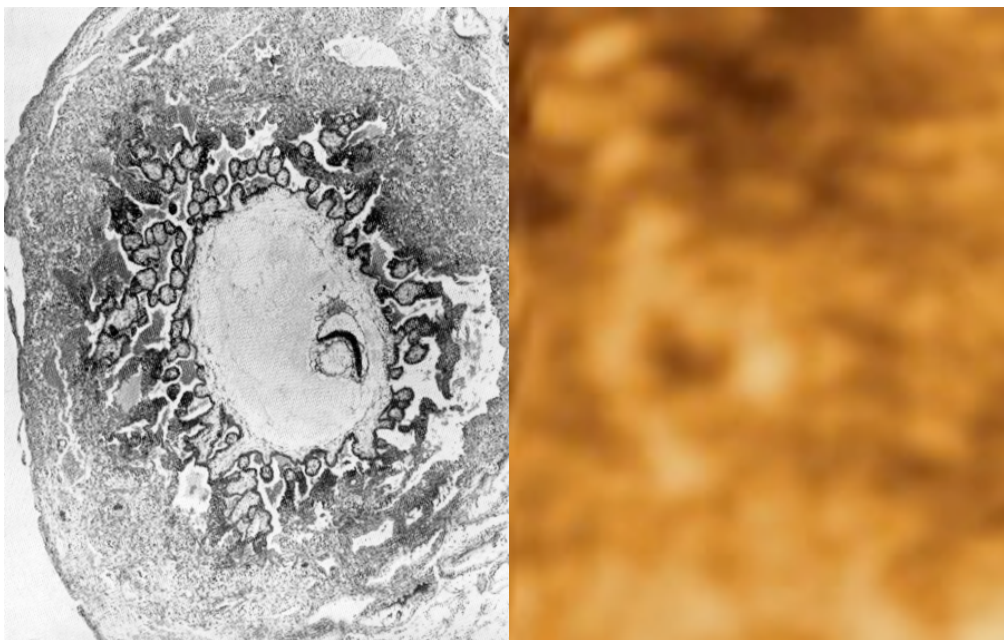


FIGURA 60 : VISUALIZACIÓN DE TROFOBLASTO Y EMBRIOBLASTO EN LA TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO , CON ECOGRAFÍA 3D



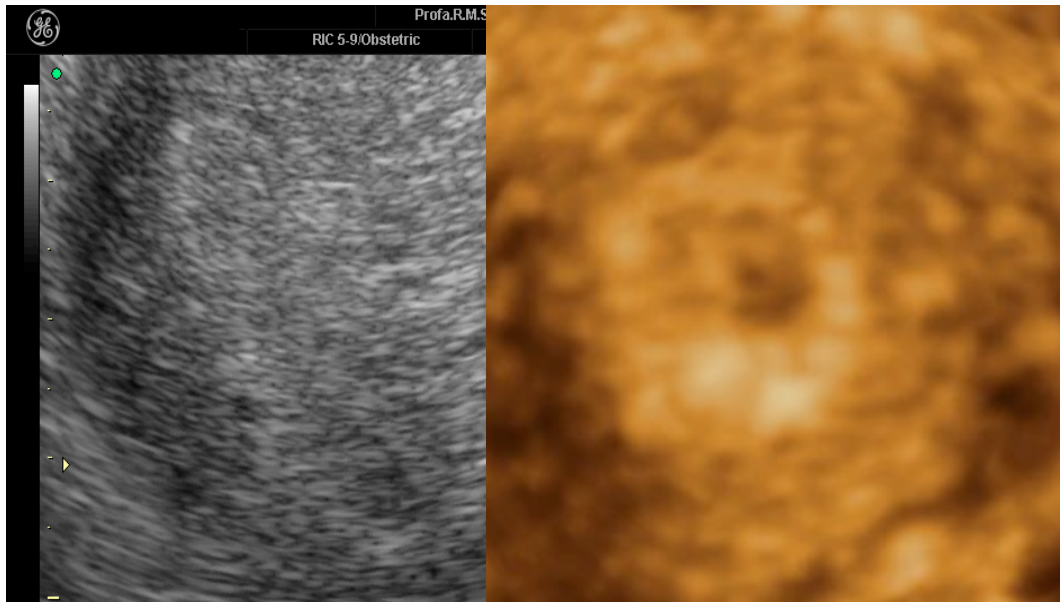
**FIGURA 61 :
COMPARACIÓN ENTRE LA IMAGEN ECOGRÁFICA TRIDIMENSIONAL EN LA TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO Y LA IMAGEN HISTOLÓGICA EN EL DÍA 14 DEL DESARROLLO EMBRIONARIO**



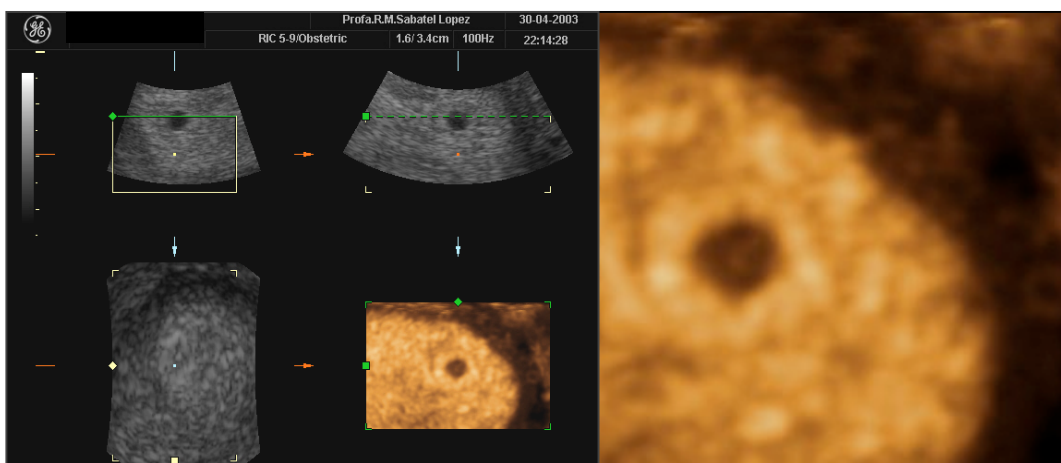
Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

En el transcurso de esa semana , se consigue identificar la vesícula vitelina en el interior del saco gestacional (**Figuras 62 y 63**) y en ocasiones identificar el embrión , como una zona de mayor densidad sobre ella (**Figuras 64 y 65**) .

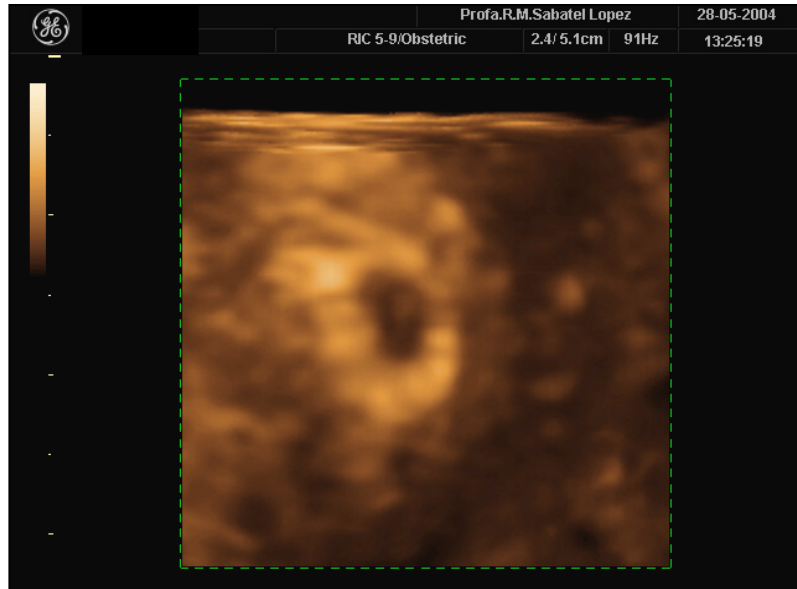
**FIGURA 62 :
IDENTIFICACION DE LA VESÍCULA VITELINA
CON ECOGRAFÍA 3D ,
EN LA TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO**



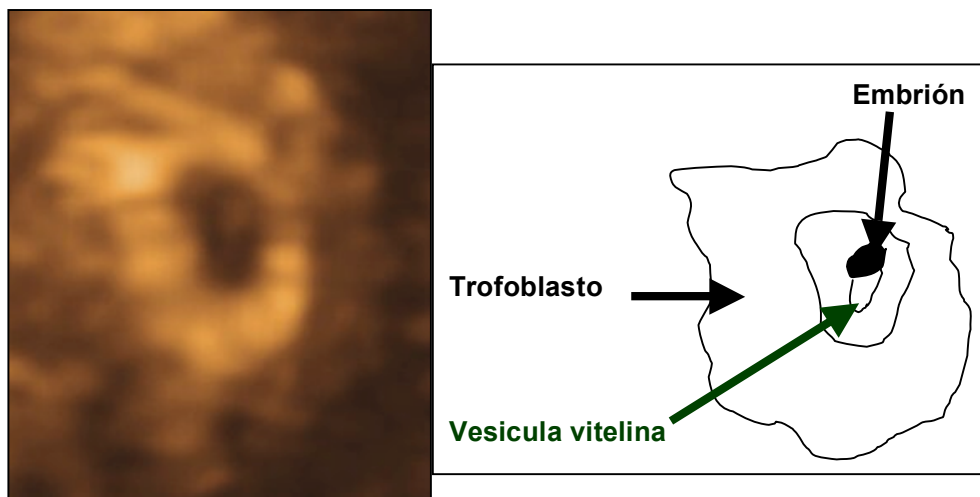
**FIGURA 63 : VESÍCULA VITELINA CON ECOGRAFÍA 3D , EN LA
TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO**



**FIGURA 64 : EMBRIÓN CON ECOGRAFÍA 3D ,
EN LA TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO**



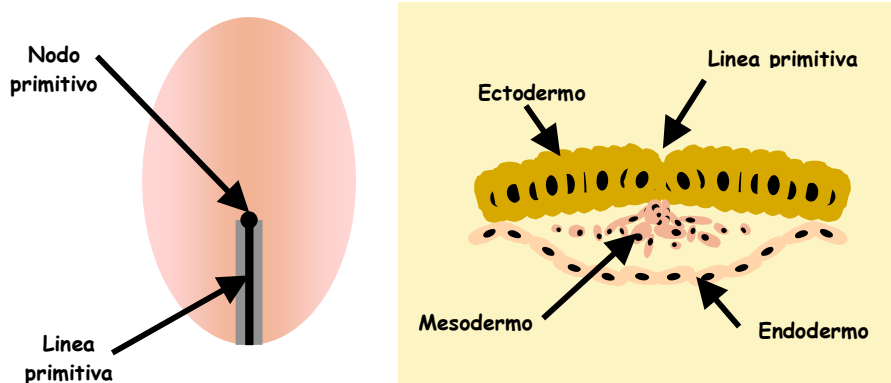
**FIGURA 65 : EMBRIÓN CON ECOGRAFÍA 3D ,
EN LA TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO :
Ampliación y Esquema de la Figura 65**



B.1.3.2.-Características morfológicas del Embrión con Ecografía 3D

En la tercera semana de desarrollo en el embrión se desarrollan las tres capas germinales (**Figura 66**) , se desarrolla el proceso notocordal y se inicia el desarrollo de tubo neural y por tanto del sistema nervioso .

FIGURA 66 : GASTRULACION



La Neurulación o proceso que conduce al desarrollo del tubo neural se inicia con la formación de la placa neural a partir de la notocorda. En la tercera semana, por elevación de los bordes de la placa neural, se forman los *pliegues neurales* y una depresión central o *surco neural*; la fusión de los pliegues da lugar a la formación de un tubo – *tubo neural* – que permanece, inicialmente, abierto a la cavidad amniótica por sus extremos o neuroporos. La porción caudal de este tubo, es más estrecha, dará lugar a la médula y termina en el neuroporo posterior; la craneal, más ancha que la porción medular, dará lugar a las vesículas cerebrales y se abre a la cavidad amniótica por el neuroporo anterior (**Figuras 67 y 68**) .

FIGURA 67 : PROCESO NOTOCORDAL

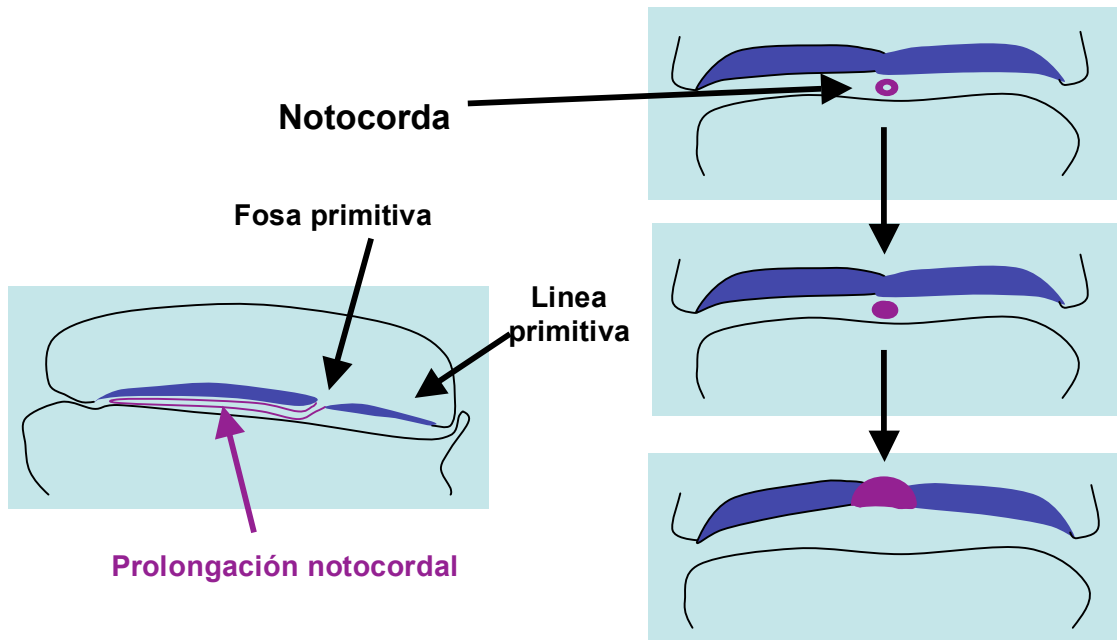
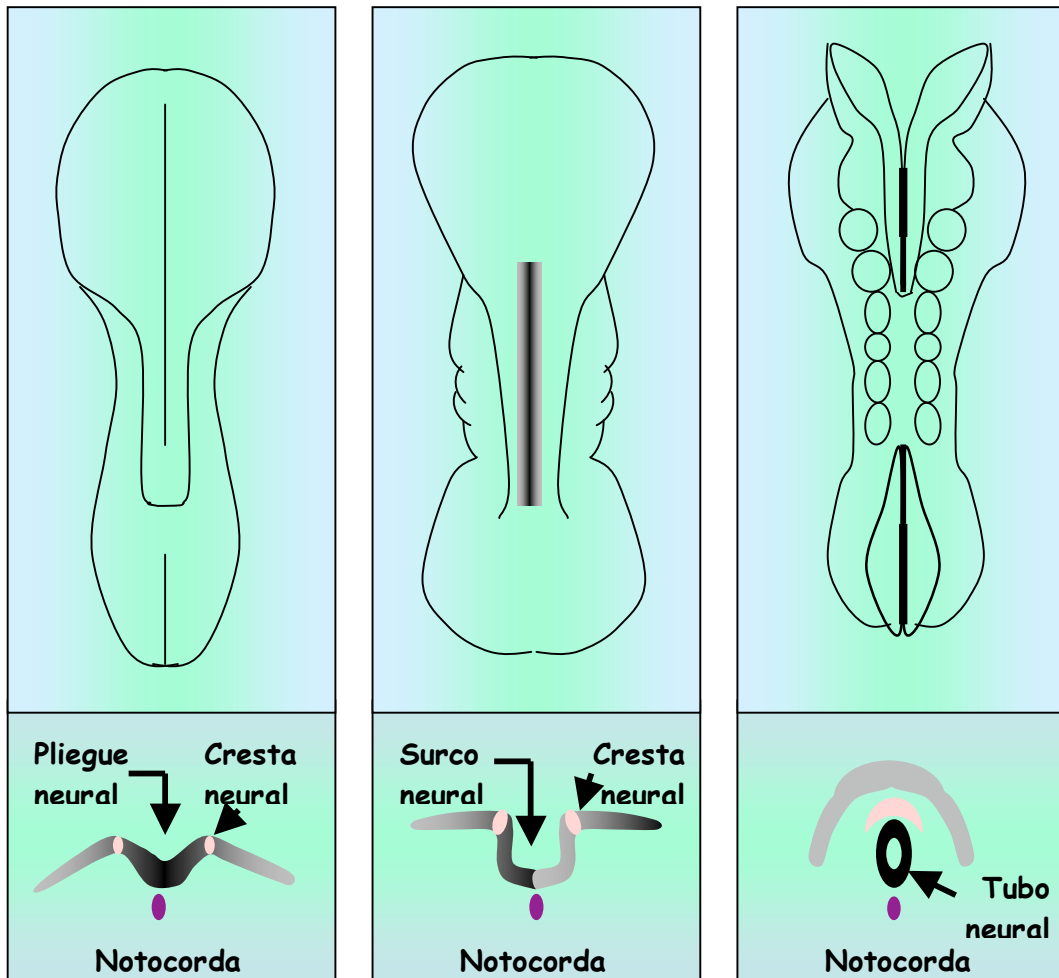


FIGURA 68 : DESARROLLO DEL TUBO NEURAL



El desarrollo de estos procesos condicionan la modificación de la forma del embrión que de ser un disco , pasa a adoptar una forma en “ zapatilla “ hacia el día 21 de su desarrollo (**Figura 69**) . Estas modificaciones en la forma embrionaria, junto con la aparición del surco y las crestas neurales , son procesos visualizables con ecografía tridimensional (**Figuras 70 y 71**) .

FIGURA 69 : MORFOLOGÍA DEL EMBRION EN EL DIA 21 DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

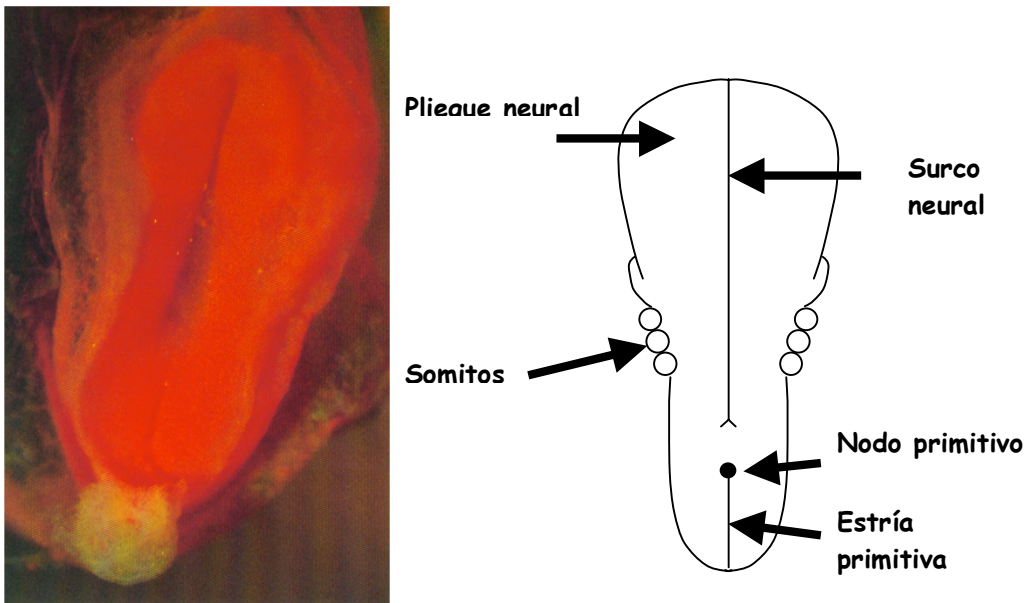
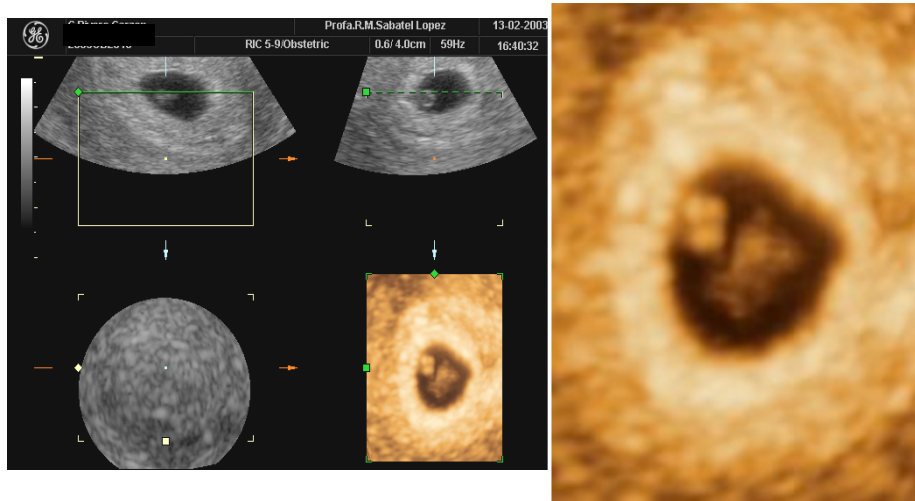
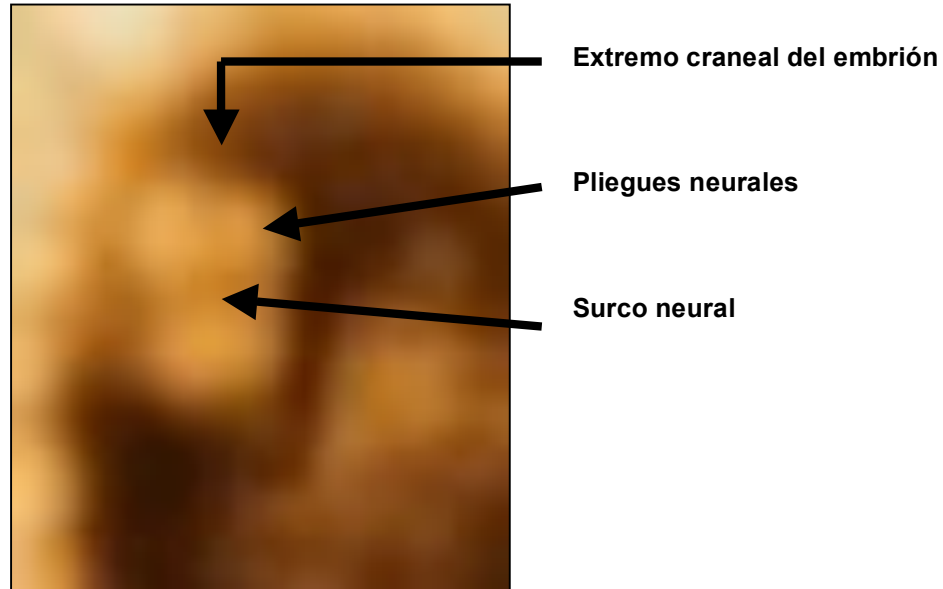


FIGURA 70 : MORFOLOGÍA DEL EMBRION AL FINALIZAR LA TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA 3D



**FIGURA 71 : MORFOLOGÍA DEL EMBRION
AL FINALIZAR LA TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO
EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA 3D :
Identificación del Surco y los Pliegues Neurales**



La tercera semana viene marcada por la angiogénesis a todos los niveles . Al inicio de esta semana comienza la angiogénesis en el mesodermo extraembrionario que recubre saco vitelino , tallo de conexión y corion ; y en las 24 - 48 horas posteriores se inicia la angiogénesis embrionaria .

Hacia la mitad de la tercera semana del desarrollo embrionario, células del mesodermo proliferan dando lugar a acúmulos angiogenos , de los que una parte de células se diferenciarán en células endoteliales ; de estos acúmulos se formarán los vasos y el corazón embrionario .

Los situados por delante de la notocorda , en la zona denominada área cardiogénica , se desarrollará el corazón y los grandes vasos . Inicialmente se formarán dos tubos cubiertos de células endoteliales , que con el desarrollo del sistema nervioso serán sobrepasados por él y por el plegamiento del embrión , se ven desplazados hacia delante y hacia el centro del embrión hasta llegar a contactar . Cuando ya ocupan esa posición , los dos tubos se fusionan dando lugar a un único tubo central , el tubo cardíaco (**Figura 72**) .

En el embrión el proceso de angiogénesis habrá dado lugar a la aparición de vasos que van uniéndose a los del pedículo de fijación , los del corion y los del saco vitelino y terminan conectando con el tubo cardíaco , quedando así constituido el sistema vascular embrionario (**Figura 73**) . Hacia el día 21 del desarrollo el tubo cardíaco comienza a latir , con lo que el sistema cardiovascular comienza su funcionalidad (**Figuras 74- 76**) .

FIGURA 72 : DESARROLLO DEL TUBO CARDÍACO

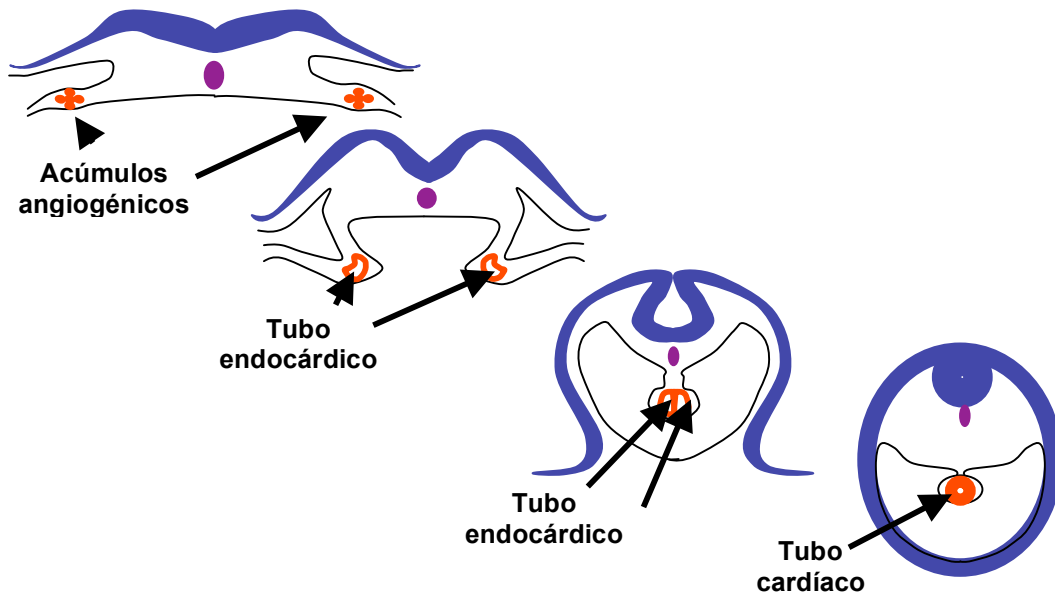


FIGURA 73 : SISTEMA CARDIOVASCULAR DEL EMBRIÓN

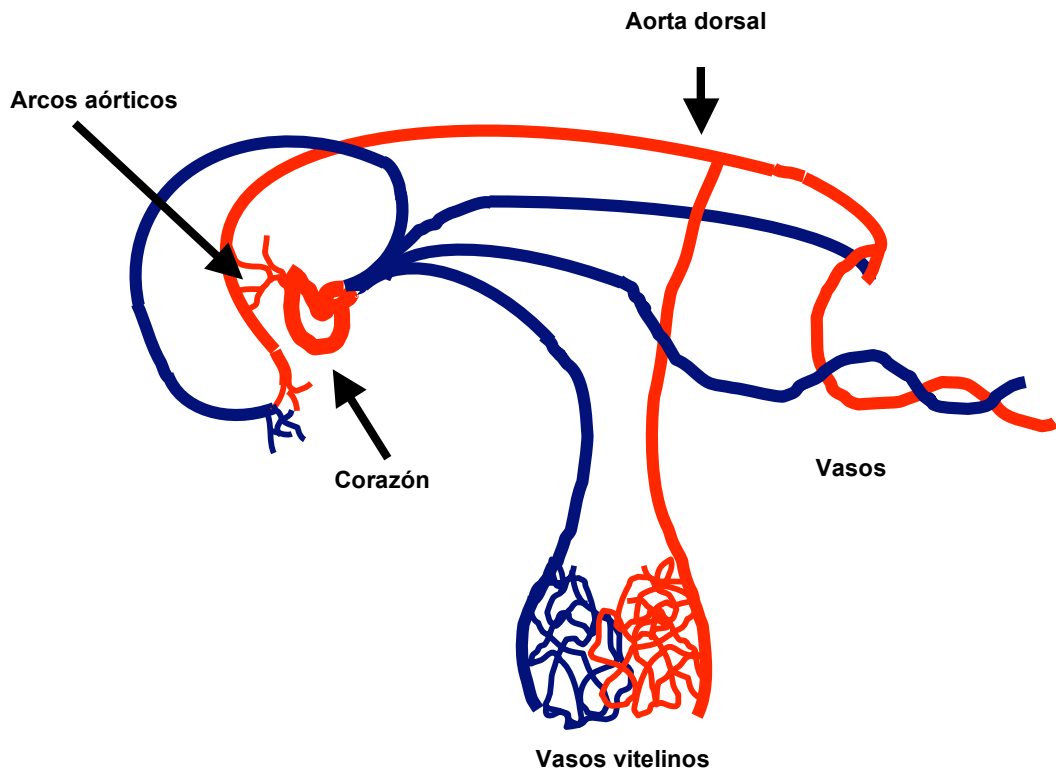


FIGURA 74 : VISUALIZACION DEL LATIDO CARDÍACO CON POWER-DÖPPLER

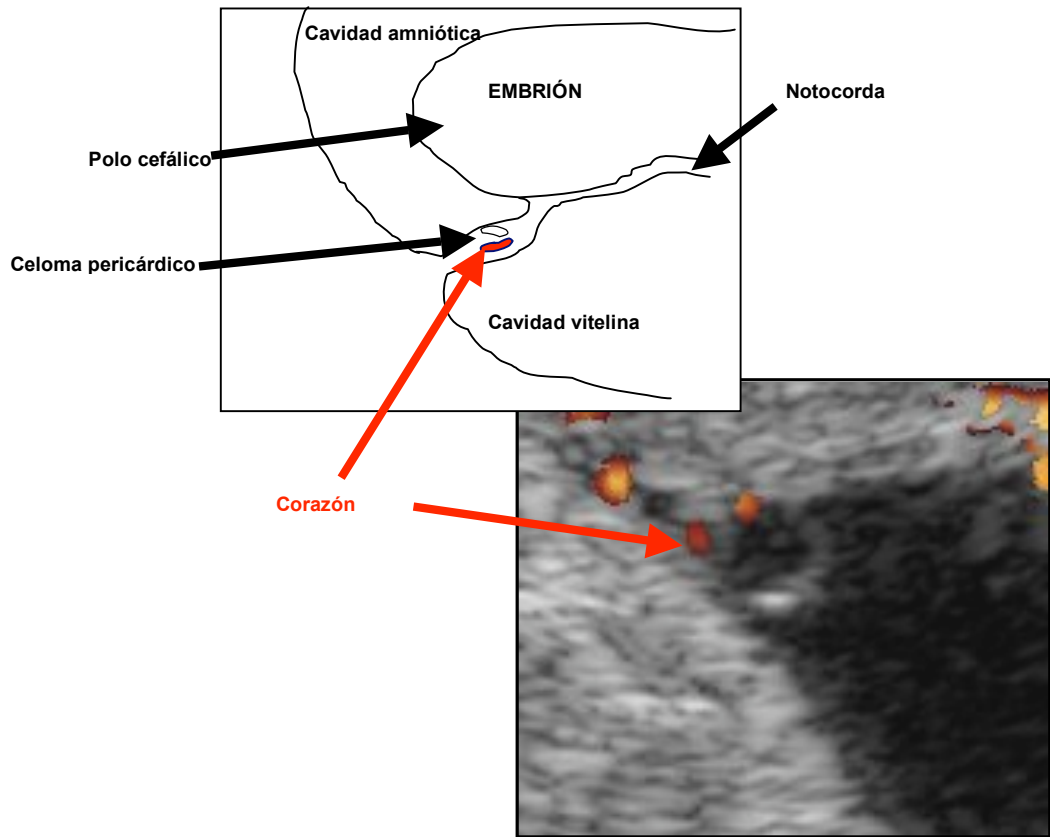


FIGURA 75 : VISUALIZACION DEL LATIDO CARDÍACO CON POWER-DÖPPLER 3D

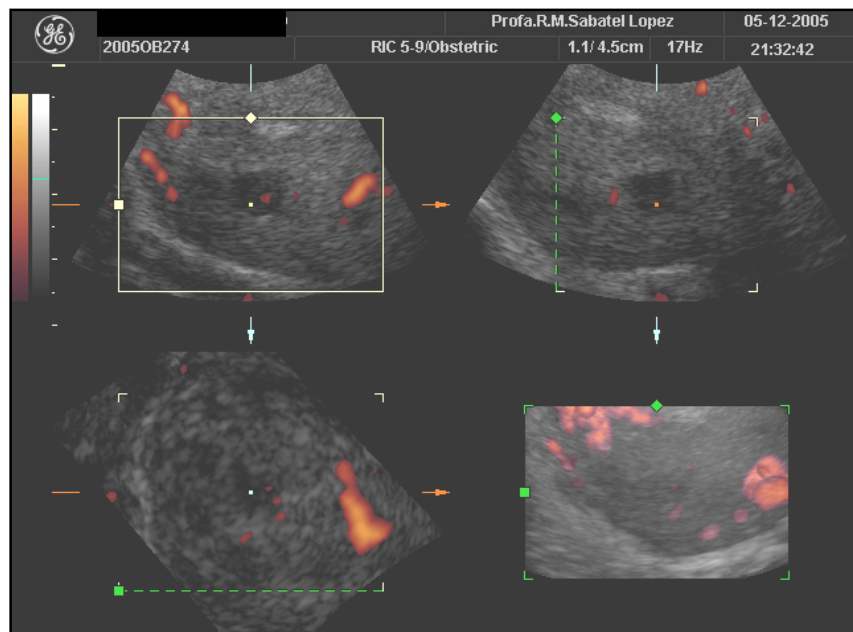
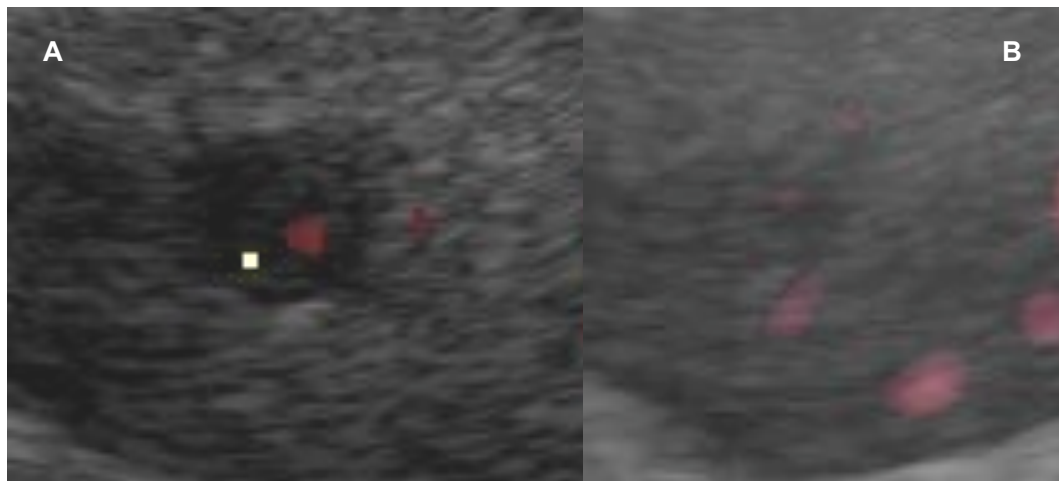


FIGURA 76 : VISUALIZACION DEL LATIDO CARDÍACO CON POWER-DÖPPLER 3D : Detalle de la Figura 75



A : Imagen Multiplanar

B : Imagen 3D

B.1.3.3.-Características del Trofoblasto con Ecografía 3D

Hacia el día 9 postfecundación , se habían producido en el sincitio trofoblasto pequeñas lagunas , que tras fusionarse entre sí , dejaban espacios mayores separados por columnas de sincitiotrofoblasto ; este hecho marca la fase lacunar de la organogénesis placentaria , en la que aún no existen vellosidades . Hacia el día 13 postfecundación , el citotrofoblasto se invagina en el interior de las columnas de citotrofoblasto , transformándolas en vellosidades primarias , comenzado así el período vellositario del desarrollo placentario ; paralelamente a esta transformación , la sangre materna comunicará con las lagunas y se establecerá la circulación útero-placentaria .

En la tercera semana del desarrollo las vellosidades coriales pasan a presentar las características de vellosidades secundarias , por invaginación del mesodermo extraembrionario en el interior de la columna de citotrofoblasto , y hacia los días 18 – 21 del desarrollo , también se inicia en el desarrollo de vasos , pasando a vellosidades terciarias é iniciándose la vascularización intravellositaria (**Figura 77**) .

Los cambios sufridos por la cubierta trofoblástica, como consecuencia del desarrollo de las vellosidades coriales , hace que la cubierta trofoblástica observada con ecografía 3D , nos aparezca con rugosidades , diferenciándose claramente la separación entre trofoblasto y decidua (**Figura 78 y 79**) .

FIGURA 77 : FORMACION DE LAS VELLOSIDADES CORIALES

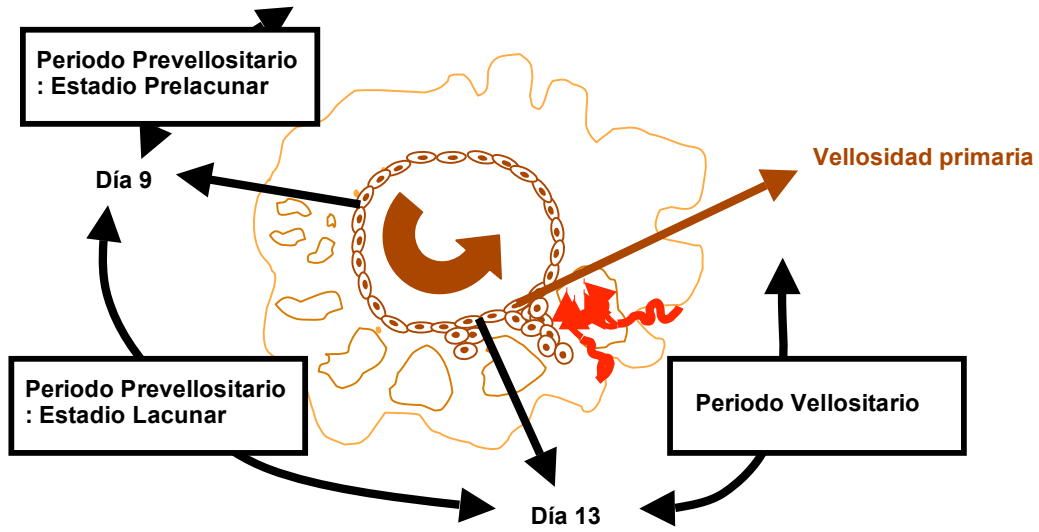


FIGURA 78 : EVOLUCIÓN DE LA CUBIERTA TROFOBLÁSTICA CON ECOGRAFÍA 3D EN LA TERCERA SEMANA DE DESARROLLO

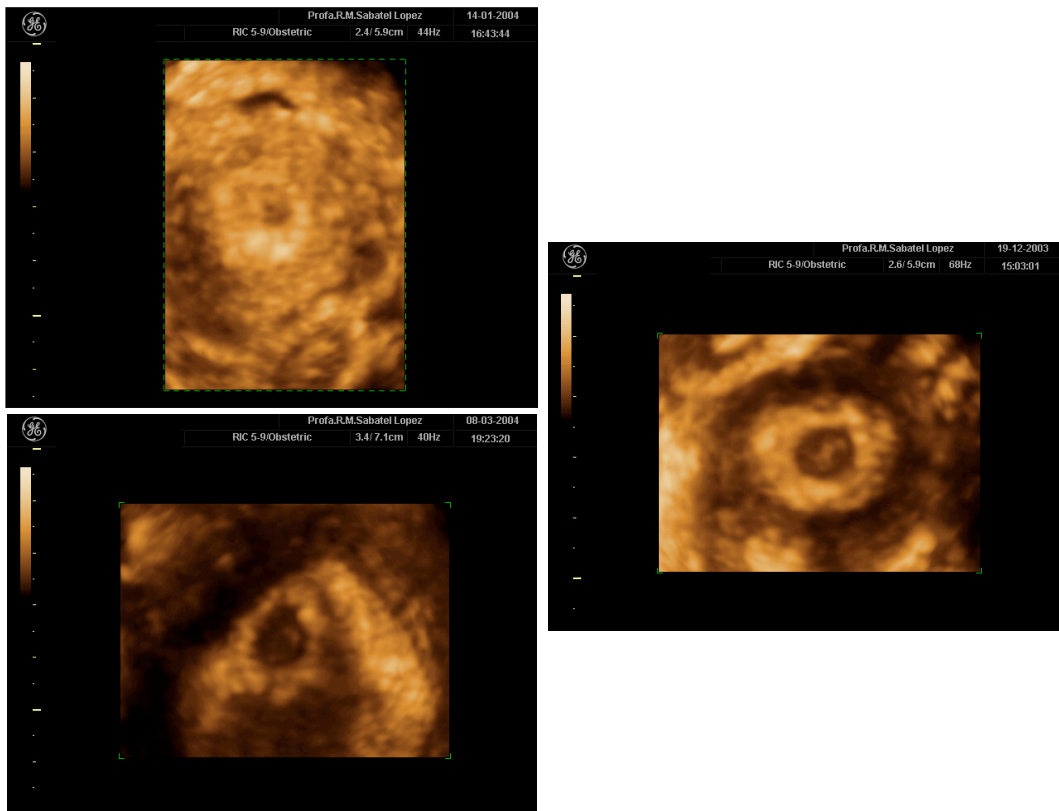
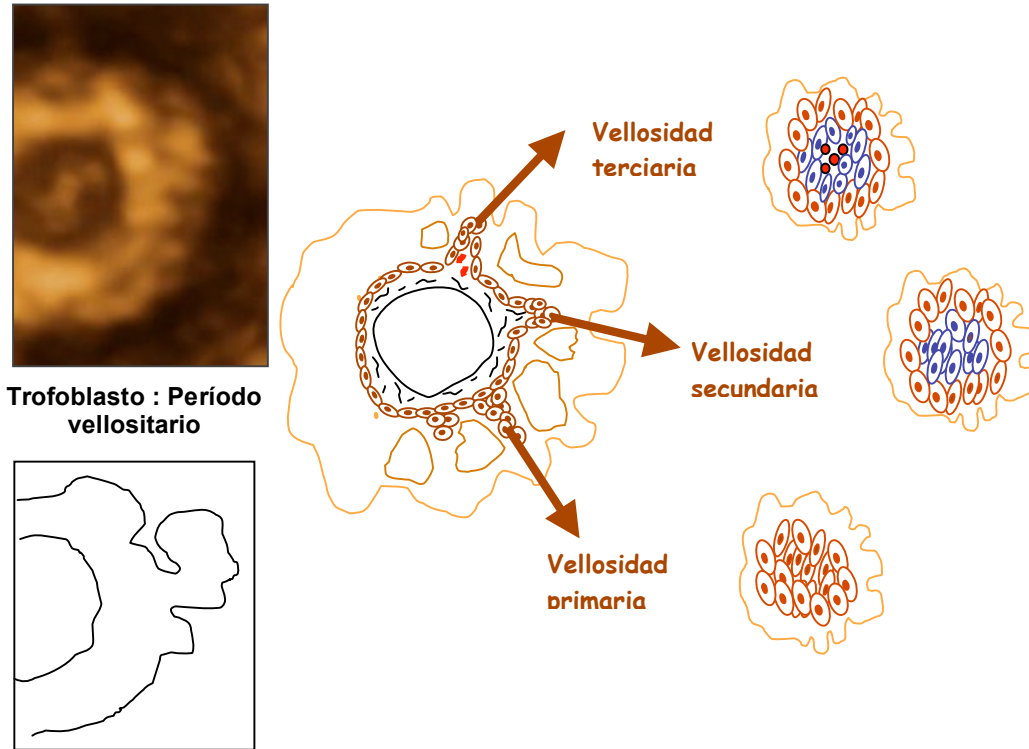
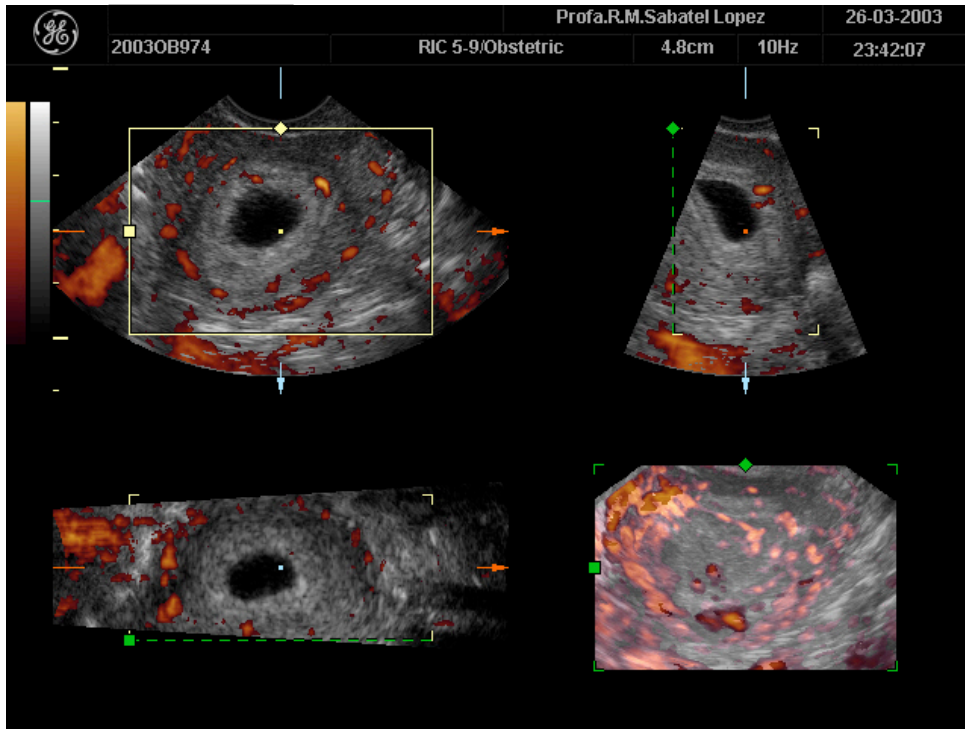


FIGURA 79 : CUBIERTA TROFOBLÁSTICA CON ECOGRAFÍA 3D AL FINAL DE LA TERCERA SEMANA DE DESARROLLO

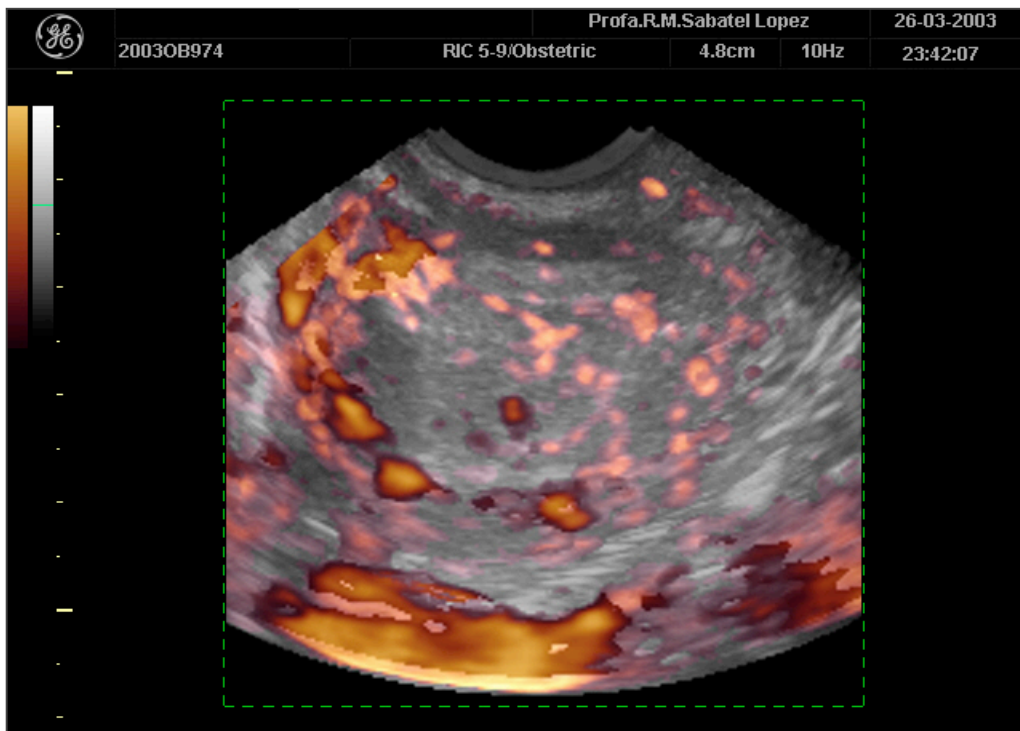


Con Power-döppler 3D se consigue poner de manifiesto las diferencias de vascularización entre las diferentes zonas subcoriales , siendo mayor en aquellas en las que por el desarrollo placentario , se ha establecido la circulación útero placentaria (**Figura 80 y 81**) .

**FIGURA 80 : VASCULARIZACIÓN SUBCORIAL ,
CON POWER DÖPPLER 3D
AL FINAL DE LA TERCERA SEMANA DE DESARROLLO**



**FIGURA 81 : VASCULARIZACIÓN SUBCORIAL , CON POWER
DÖPPLER 3D AL FINAL DE LA TERCERA SEMANA DE
DESARROLLO : Diferencias entre las diferentes zonas**



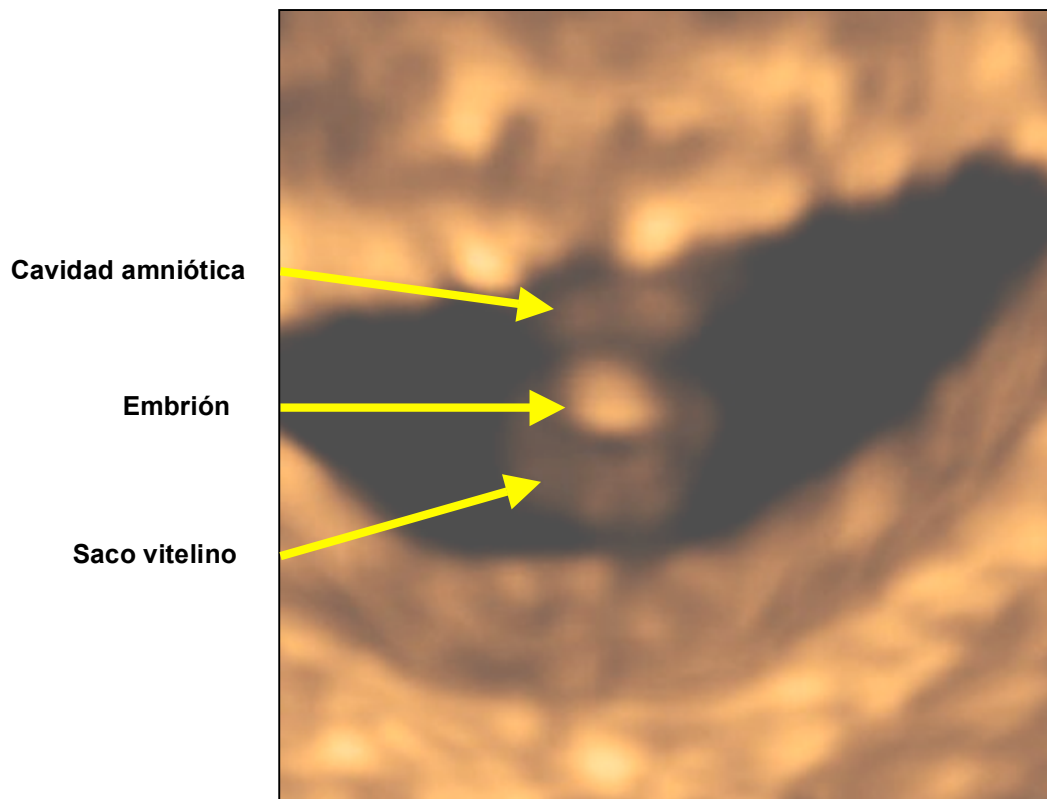
Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

B. 2.- EVOLUCION CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL DE LA FASE ORGANOGENÉTICA DEL PERÍODO EMBRIONARIO DEL DESARROLLO

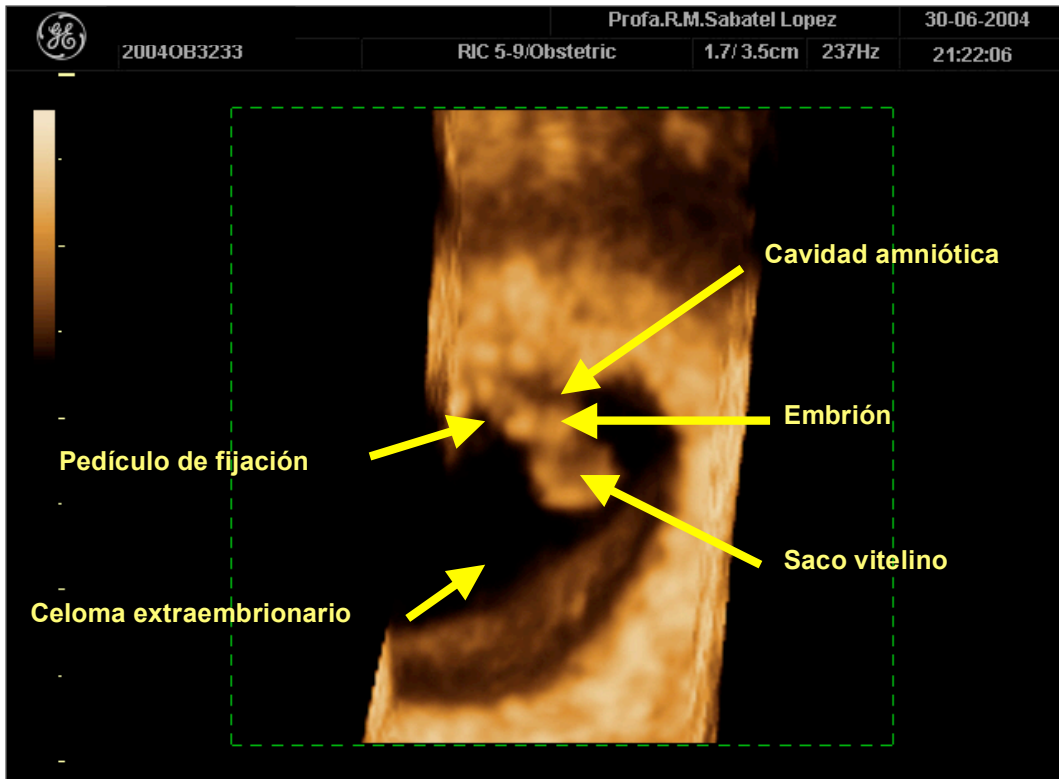
B. 2.1 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL SACO GESTACIONAL CON ECOGRAFÍA 3D

Entre los días 22 y 28 postfecundación, transcurre la cuarta semana del desarrollo ; estamos en la 6ª de amenorrea y en sus inicios ya podemos localizar al embrión entre el saco vitelino y la neoformada cavidad amniótica (**Figura 82**) , permaneciendo unido a la cubierta trofoblástica , por el pedículo de fijación (**Figura 83 y 84**) .

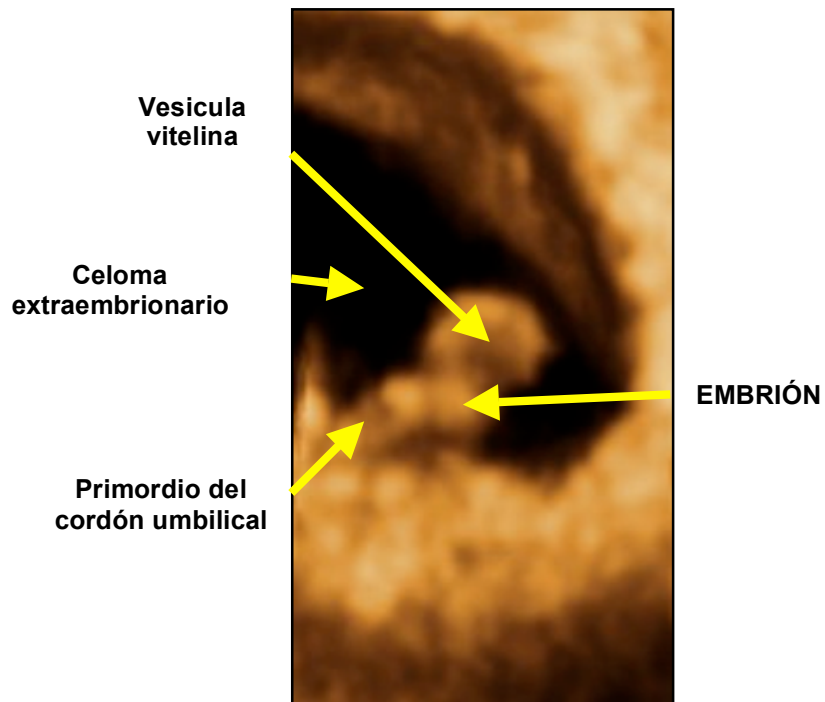
FIGURA 82 : CONTENIDO DEL SACO GESTACIONAL EN EL INICIO DE LA CUARTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO



**FIGURA 83 : CONTENIDO DEL SACO GESTACIONAL EN EL INICIO DE LA CUARTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO :
Pedículo de fijación del embrión**



**FIGURA 84 : CONTENIDO DEL SACO GESTACIONAL EN EL INICIO DE LA CUARTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO :
Pedículo de fijación del embrión**



El desarrollo del sistema nervioso y el plegamiento del embrión, condiciona, el que de forma progresiva, embrión y vesícula vitelina se separen (**Figura 85**), aunque ambas estructuras queden unidas por un fino pedículo (**Figura 86**). Paralelamente, el aumento de la cavidad amniótica, da lugar a que el embrión quede en su interior (**Figura 87 y 88**), permaneciendo por fuera del mismo la vesícula vitelina (**Figura 89 y 90**).

FIGURA 85 : CUARTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL
Alejamiento de la Vesícula Vitelina



FIGURA 86 : VESICULA VITELINA EN LA QUINTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

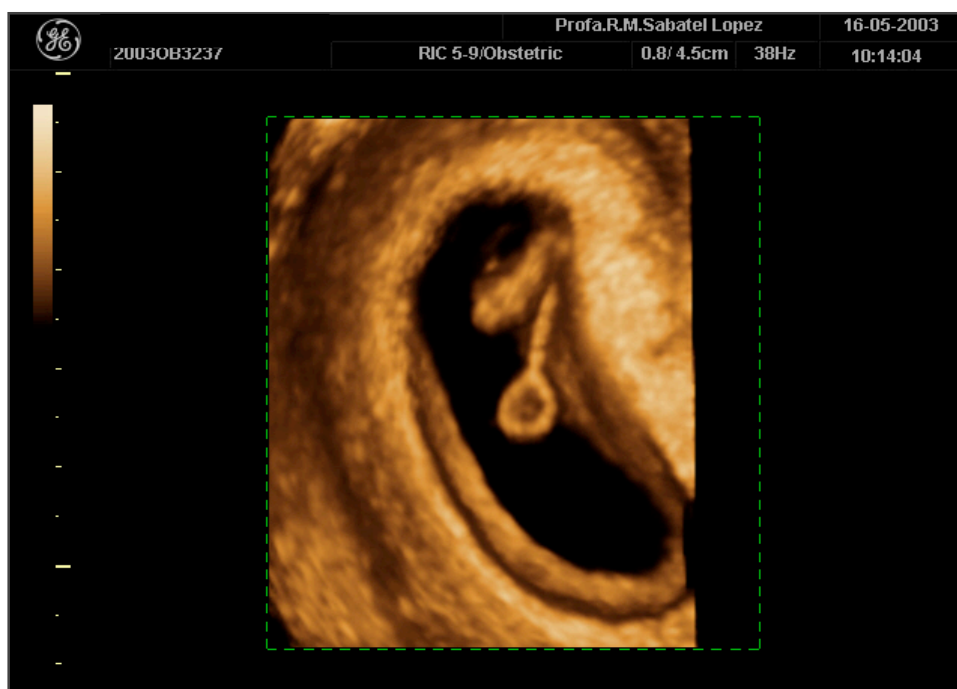


FIGURA 87 : SACO AMNIÓTICO EN LA SEXTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL



FIGURA 88 : SACO AMNIÓTICO EN LA SÉPTIMA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

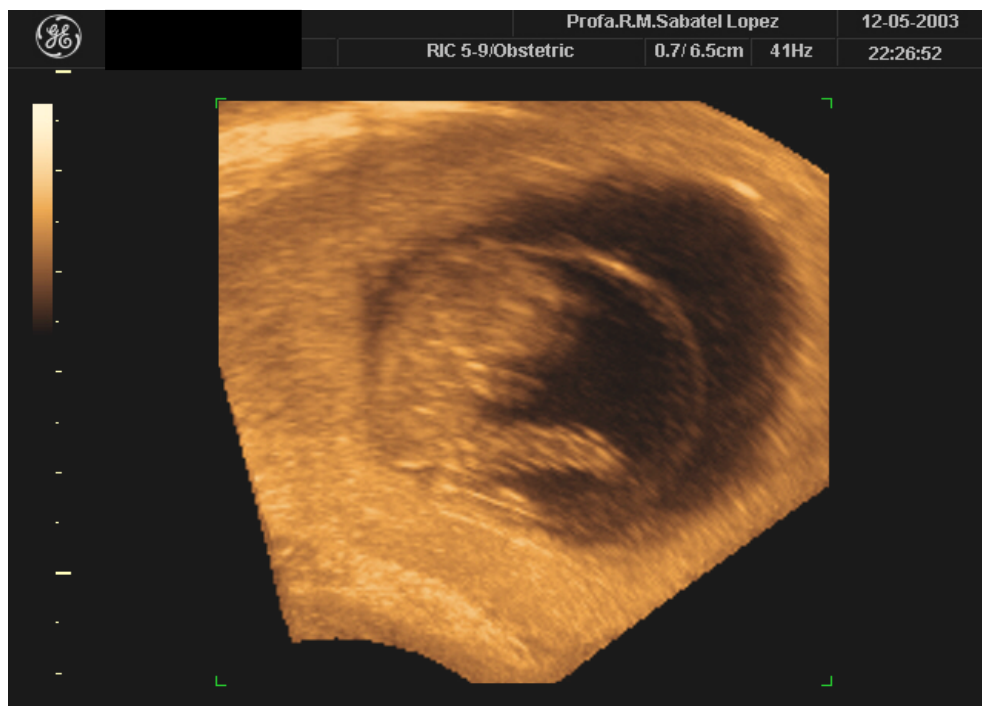
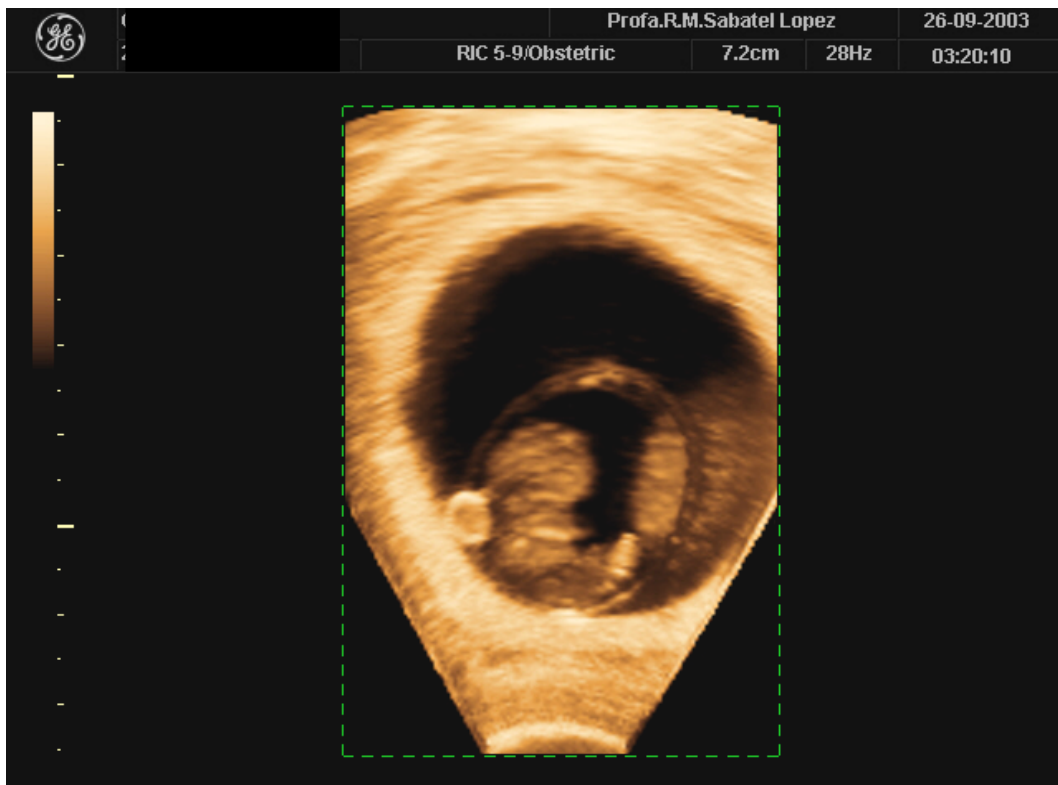
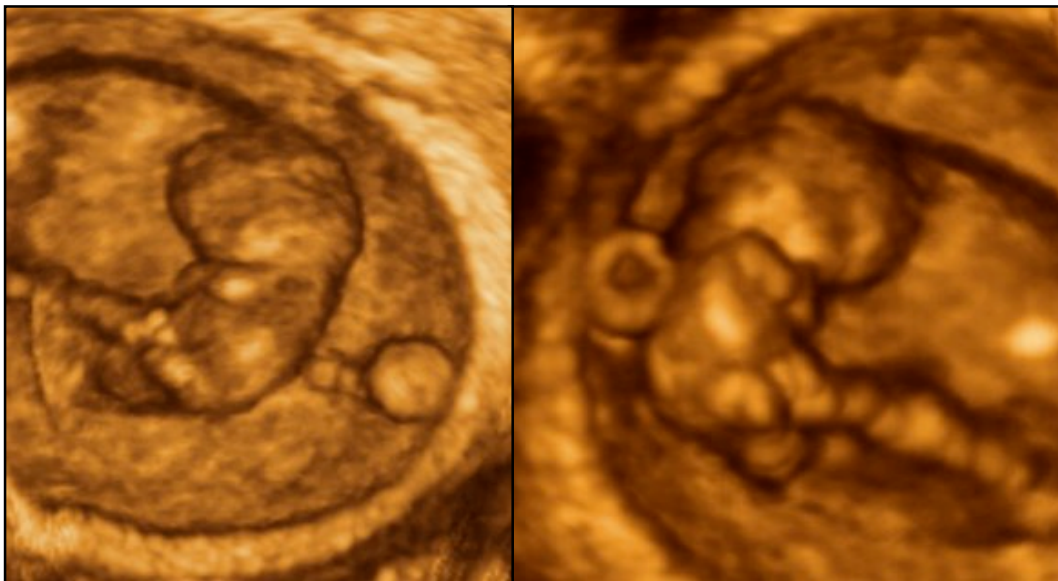


FIGURA 89 : SACO AMNIÓTICO Y VESICULA VITELINA

**EN LA SEPTIMA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



**FIGURA 90 : SACO AMNIÓTICO Y VESICULA VITELINA
EN LA OCTAVA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



B.2.2 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL EMBRION EN LA FASE DE ORGANOGÉNESIS DEL PERÍODO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA 3D

B.2.2.1.- Plegamiento del Embrión

El rápido crecimiento del sistema nervioso, fuerza y condiciona el plegamiento del embrión en sentido longitudinal ; al mismo tiempo , el crecimiento embrionario en sentido transversal , condicionará el plegamiento en ese sentido , de manera que , hacia el día 28 del desarrollo , el polo cefálico ha sobrepasado ampliamente el área cardíaca y el embrión, de ser un disco, pasará a tener la forma de un cilindro curvo (**Figura 91 y 92**) .

FIGURA 91 : PLEGAMIENTO CRANEO-CAUDAL DEL EMBRIÓN

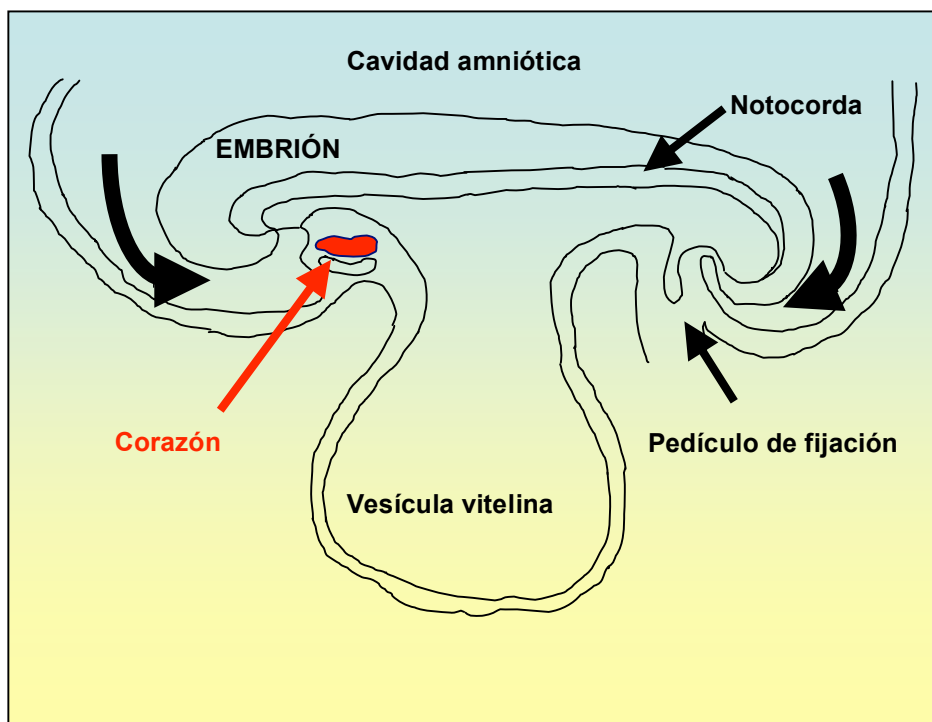
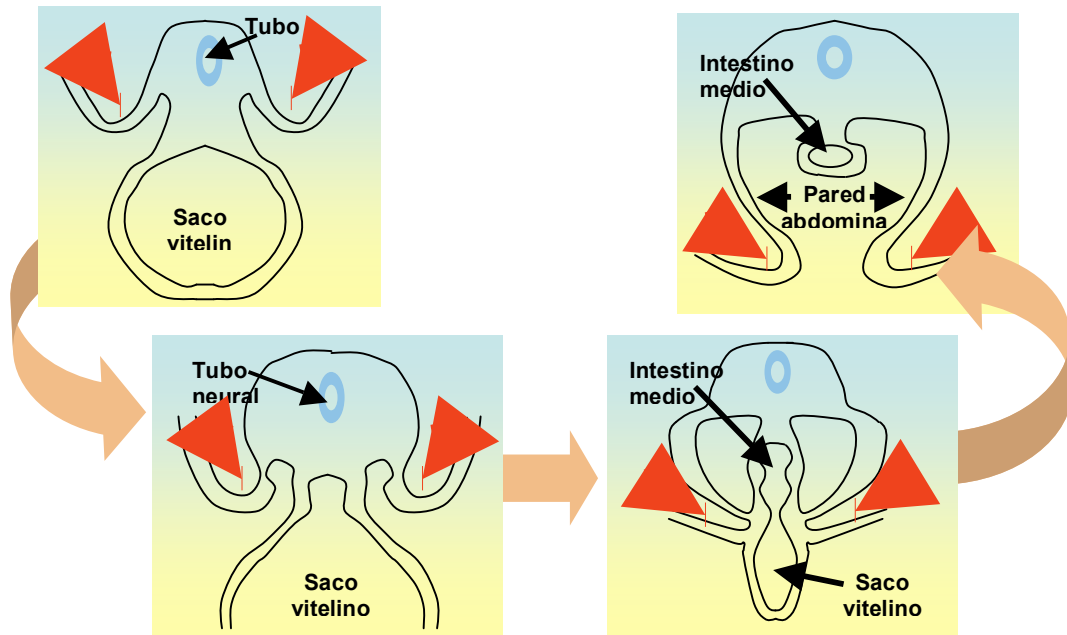


FIGURA 92 : PLEGAMIENTO VENTRAL DEL EMBRIÓN



Las características de este proceso hace casi imposible su visualización con ecografía convencional ; sin embargo la 3D nos permite identificarlo (Figuras 93 – 96) .

FIGURA 93 : PLEGAMIENTO EMBRIONARIO EN LA CUARTA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA 3D

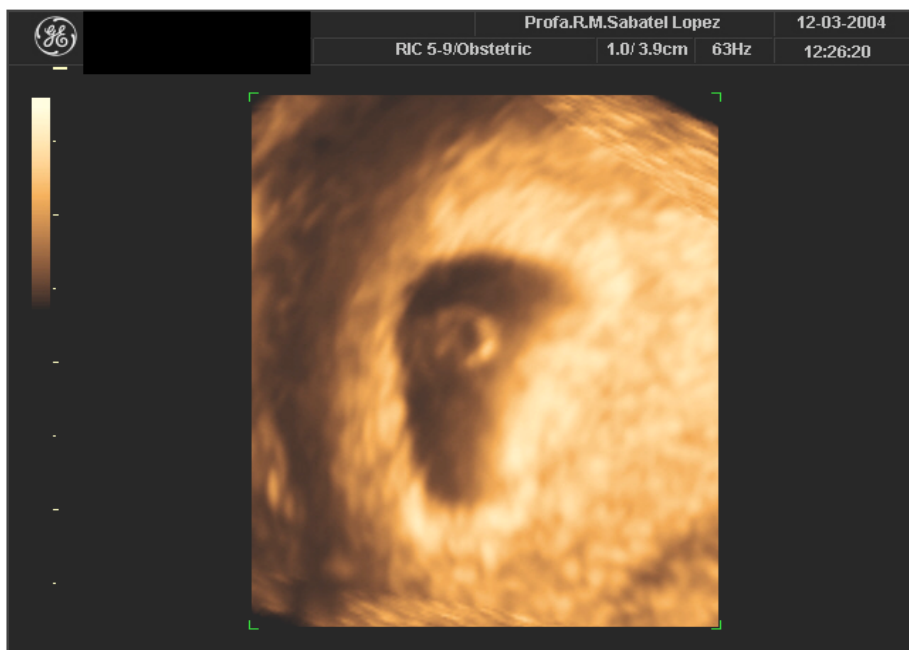
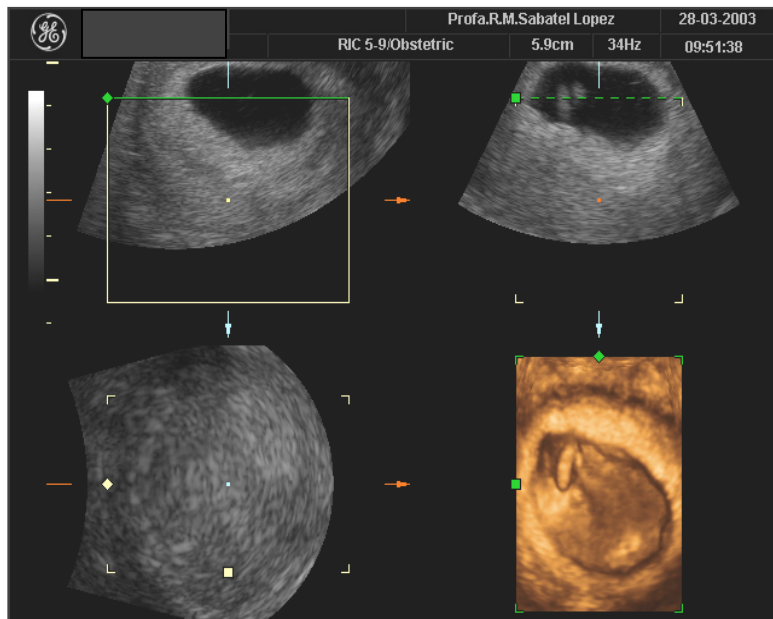
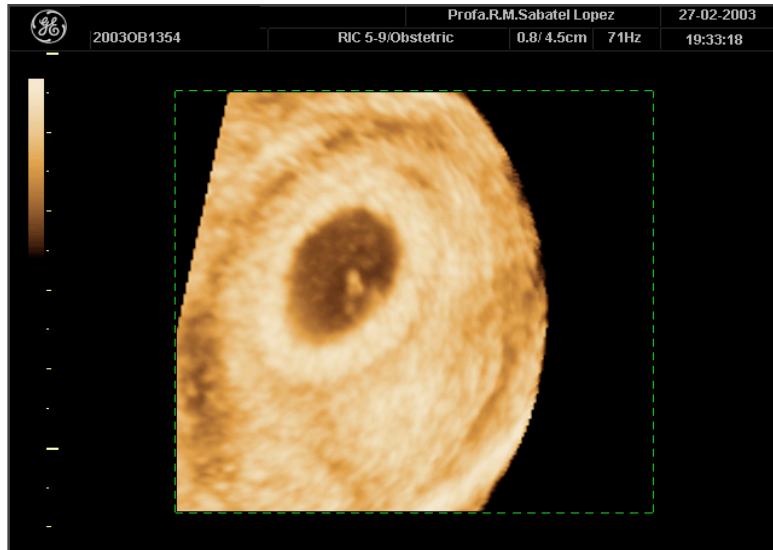
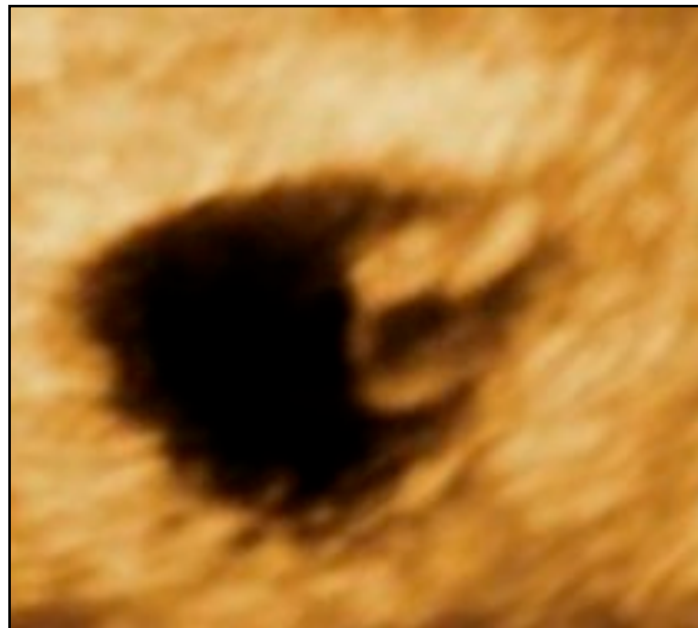


FIGURA 94 :

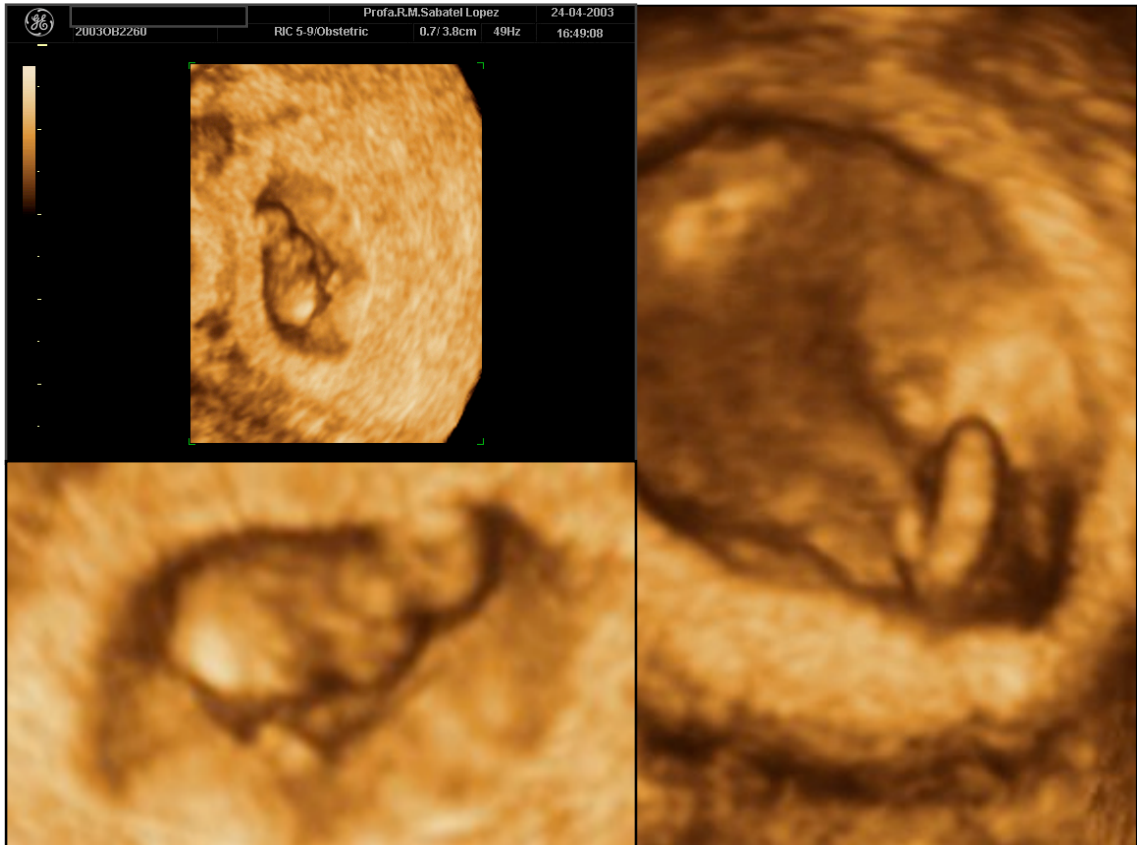
PLEGAMIENTO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA 3D



**FIGURA 95 :
PLEGAMIENTO CRANEO-CAUDAL DEL EMBRION
CON ECOGRAFÍA 3D**

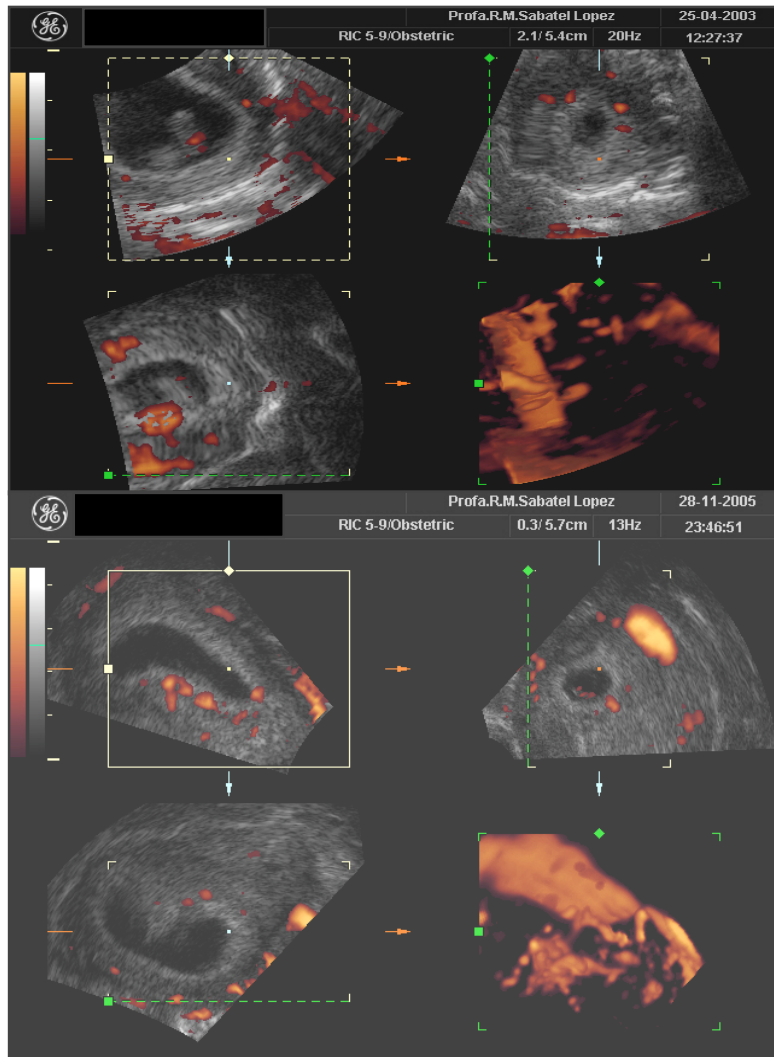


**FIGURA 96 :
PLEGAMIENTO VENTRAL DEL EMBRION
CON ECOGRAFÍA 3D**



El plegamiento del embrión condiciona dos nuevos hechos : por un lado la incorporación del alantoides al pedículo de fijación embrionario , constituyendo el primordio del cordón umbilical (**Figura 97 y 98**) , y el alejamiento de la vesícula vitelina del embrión (**Figura 99**); y por otro, la aparición de la denominada “ hernia umbilical fisiológica “ (**Figuras 100 y 101**) .

**FIGURA 97 :
PRIMORDIO DEL CORDON UMBILICAL
CON POWER DÖPLER 3D**



**FIGURA 98 :
EVOLUCIÓN DEL CORDON UMBILICAL
CON POWER DÖPPLER 3D
EN LA FASE ORGANOGENÉTICA
DEL PERIODO EMBRIONARIO DEL DESARROLLO**

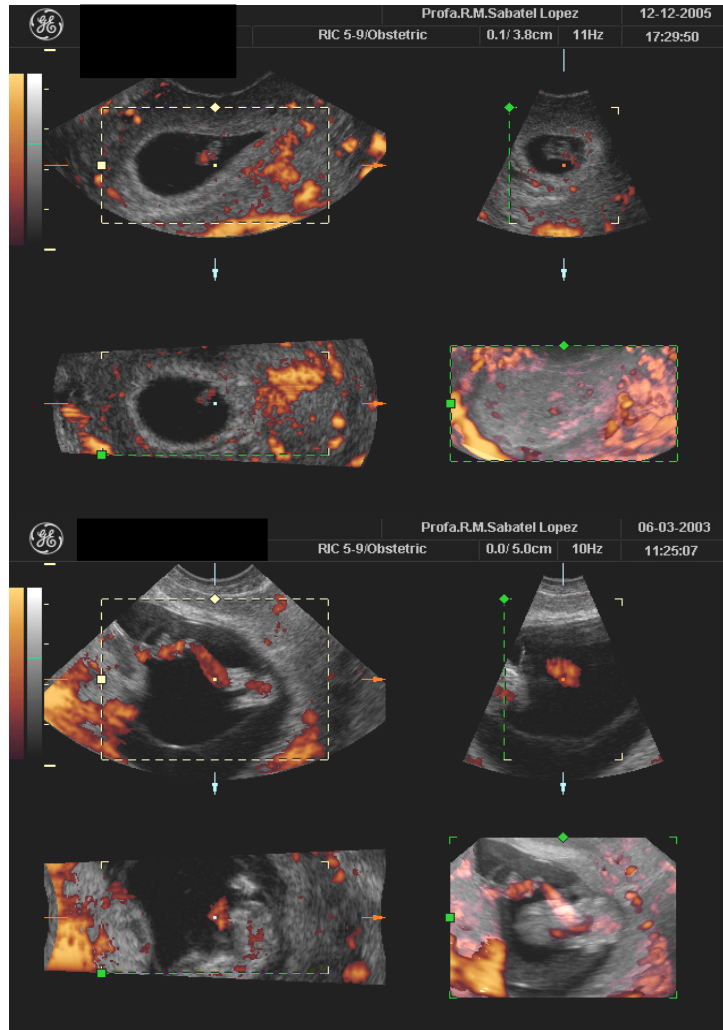


FIGURA 99 : ALEJAMIENTO DE LA VESICULA VITELINA CON ECOGRAFIA 3D EN LA FASE ORGANOGENÉTICA DEL PERIODO EMBRIONARIO DEL DESARROLLO

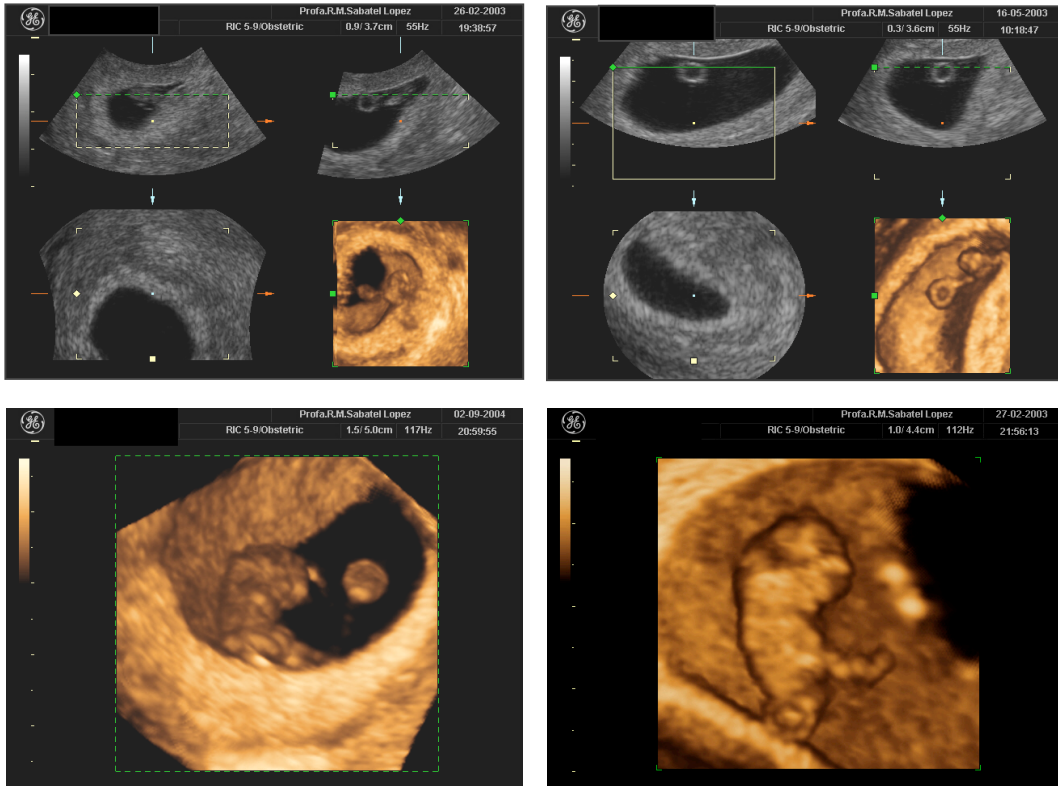


FIGURA 100 : HERNIA UMBILICAL FISIOLÓGICA

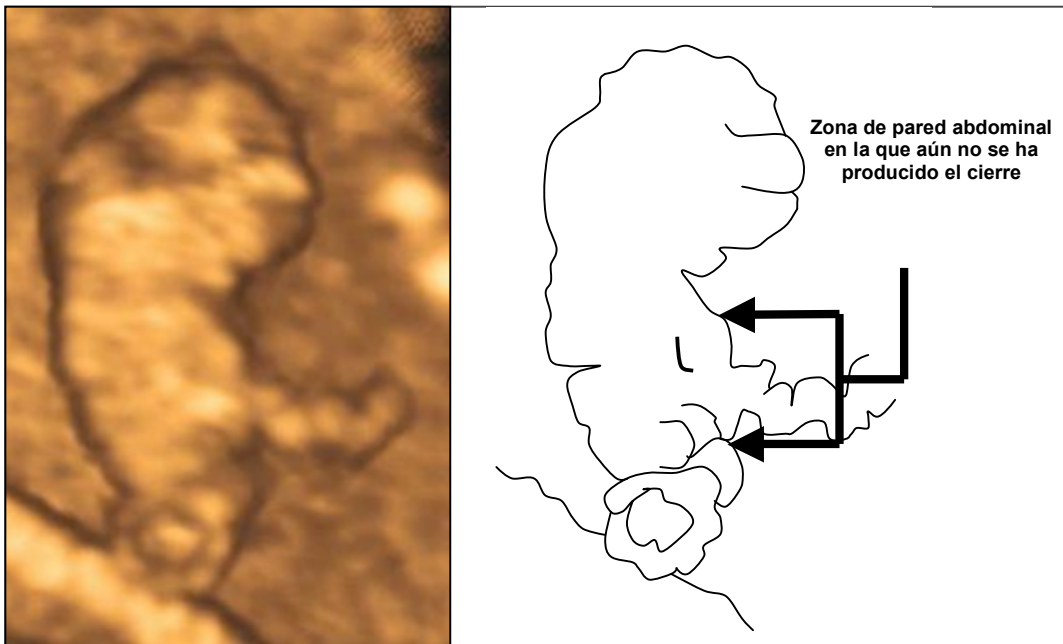
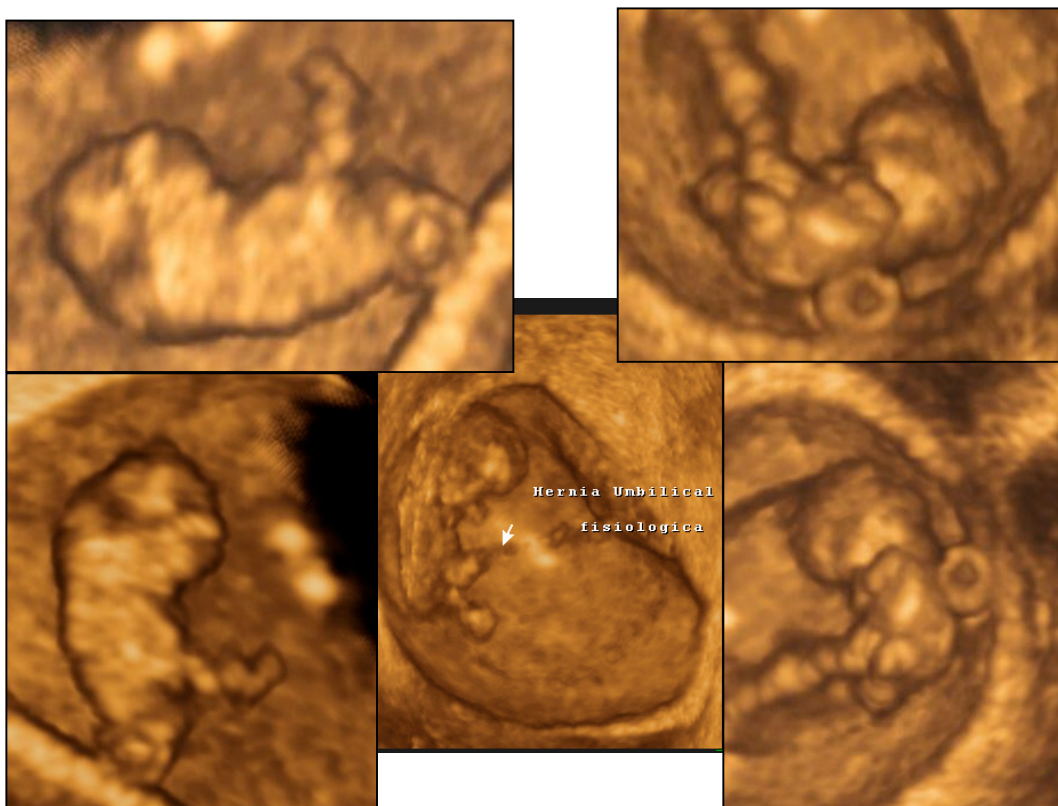


FIGURA 101 : HERNIA UMBILICAL FISIOLÓGICA EN LA FASE ORGANOGÉNÉTICA DEL PERIODO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

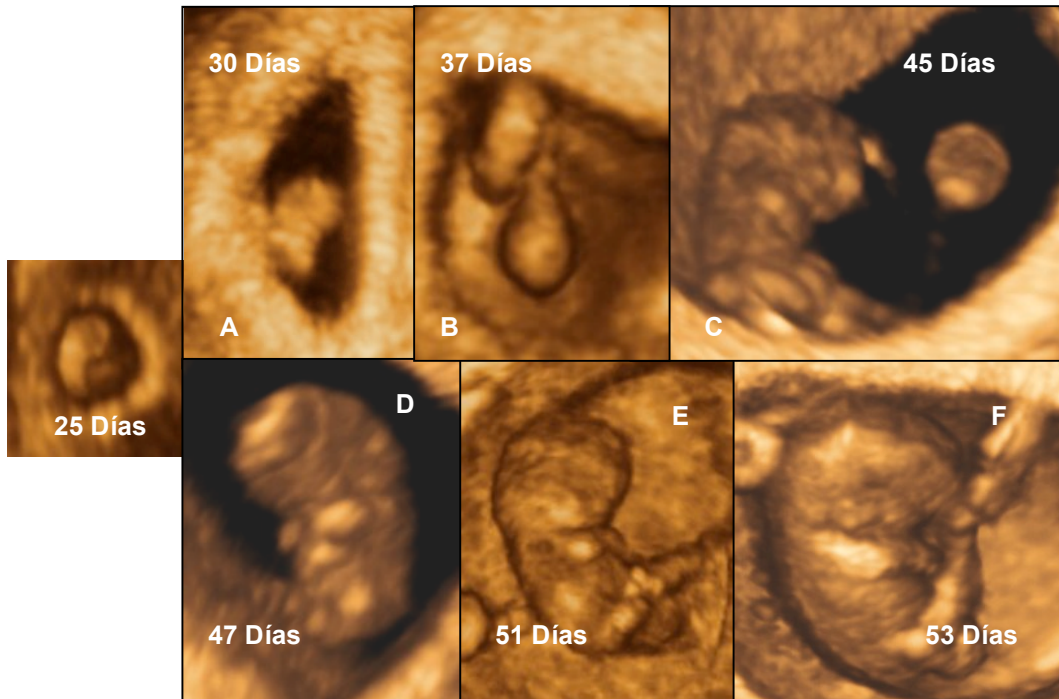


B.2.2.2.- Morfología del embrión

B.2.2.2.1.- Aspecto Externo del embrión

Con el plegamiento del embrión y el desarrollo de las diferentes partes del organismo , el aspecto externo del embrión va modificándose a lo largo del período embrionario . Como se aprecia en la **Figura 102** , en el transcurso de la semana 5 del desarrollo (**A**) somos capaces de distinguir entre el extremo cefálico y el extremo caudal ; en la semana 6 (**B**) ambos polos se aproximan entre sí , siendo difícil la visualización de la porción ventral embrionaria ; en el transcurso de la semana 7 (**C y D**) el polo cefálico aumenta considerablemente su tamaño , predominando sobre el resto de las estructuras , comenzando a enderezarse , de forma que las estructuras faciales se separan del tórax ; en el transcurso de la 8ª semana del desarrollo embrionario (**E y F**) , el enderezamiento del polo cefálico nos permite visualizar con claridad la cara del embrión .

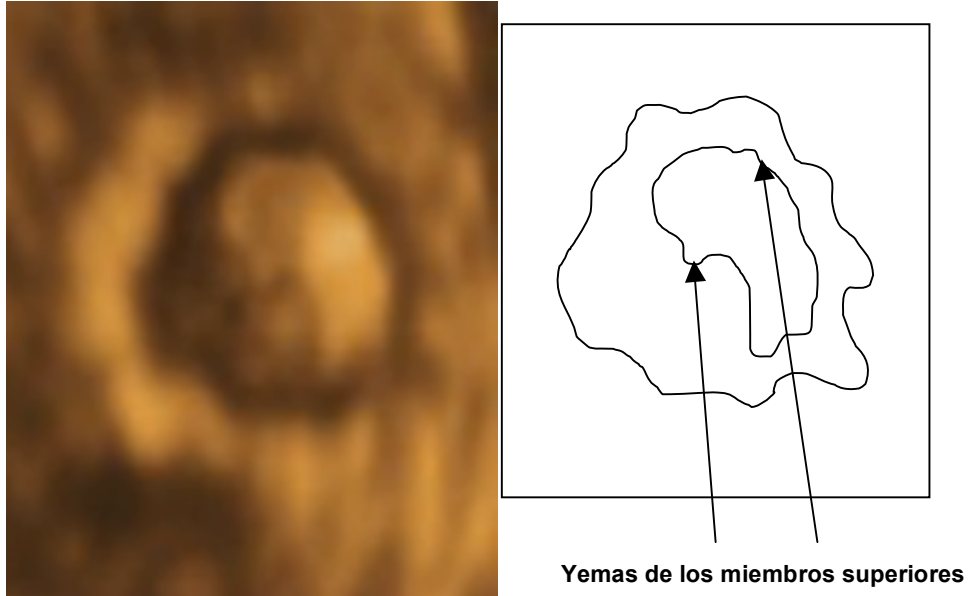
**FIGURA 102 :
CAMBIOS EN EL ASPECTO EXTERNO DEL EMBRIÓN
EN LA FASE ORGANOGENÉTICA
DEL PERIODO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



B.2.2.2.2.- Desarrollo de los miembros

Otra de las circunstancias que modifica el aspecto externo del embrión , transcurrida la tercera semana del desarrollo embrionario , es el desarrollo de los miembros . Hacia el día 25-27 del desarrollo , comienza el desarrollo de los miembros superiores , con la aparición de unas yemas , en las porciones laterales más próximas al extremo cefálico (**Figura 103**) .

**FIGURA 103 :
ESBOZO DE LOS MIEMBROS SUPERIORES , EN EL DÍA 25 DE
DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA
TRIDIMENSIONAL**



En la semana 5 aparecen los esbozos de los miembros inferiores que inicialmente simulan aletas en la porción caudal del embrión ; los esbozos de los superiores adoptan forma de raqueta , por la aparición de la placa de la mano , y al finalizar esta semana aparece la placa de los pies (**Figura 104 - 107**).

**FIGURA 104 :
ESBOZO DE LOS MIEMBROS SUPERIORES , EN EL DÍA 30 DE
DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA
TRIDIMENSIONAL**

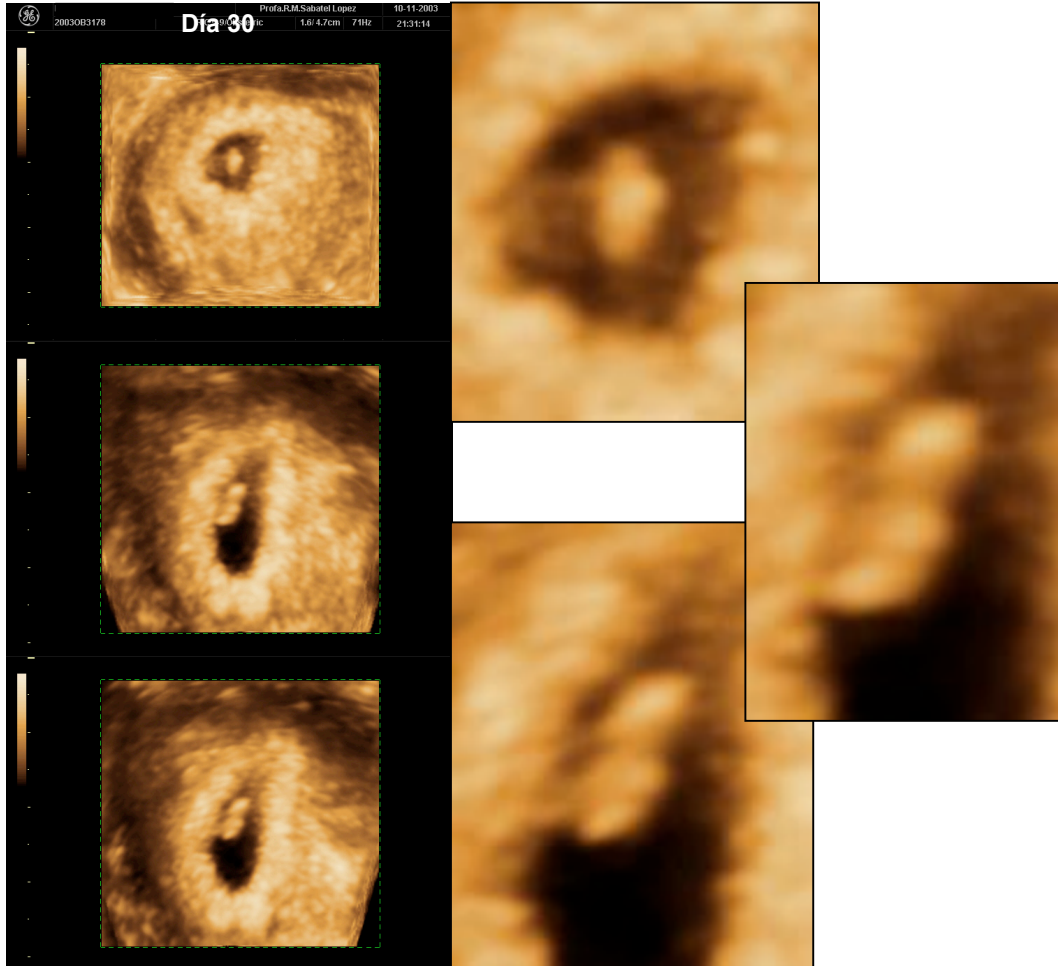


FIGURA 105 :PLACA DE LA MANO EN LOS MIEMBROS SUPERIORES , EN EL DÍA 36 DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

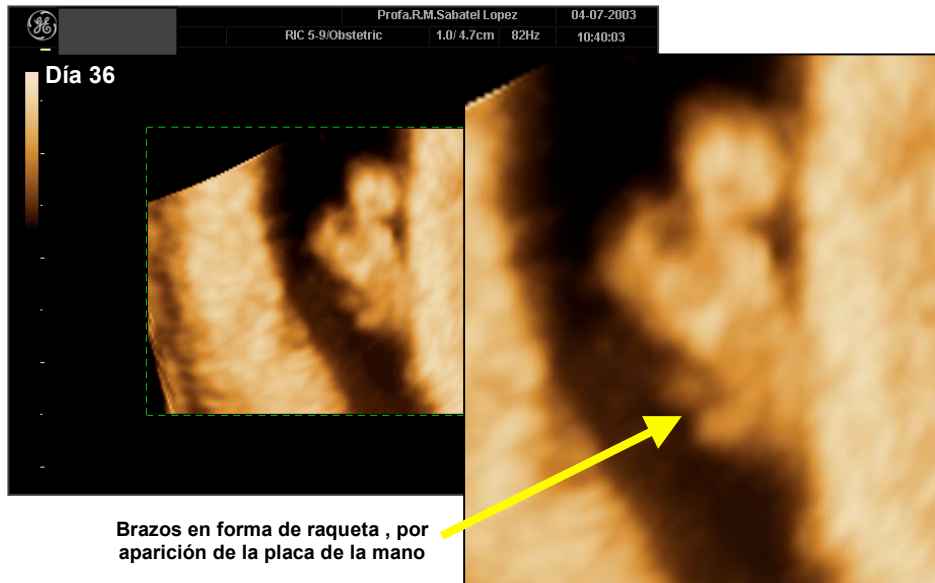
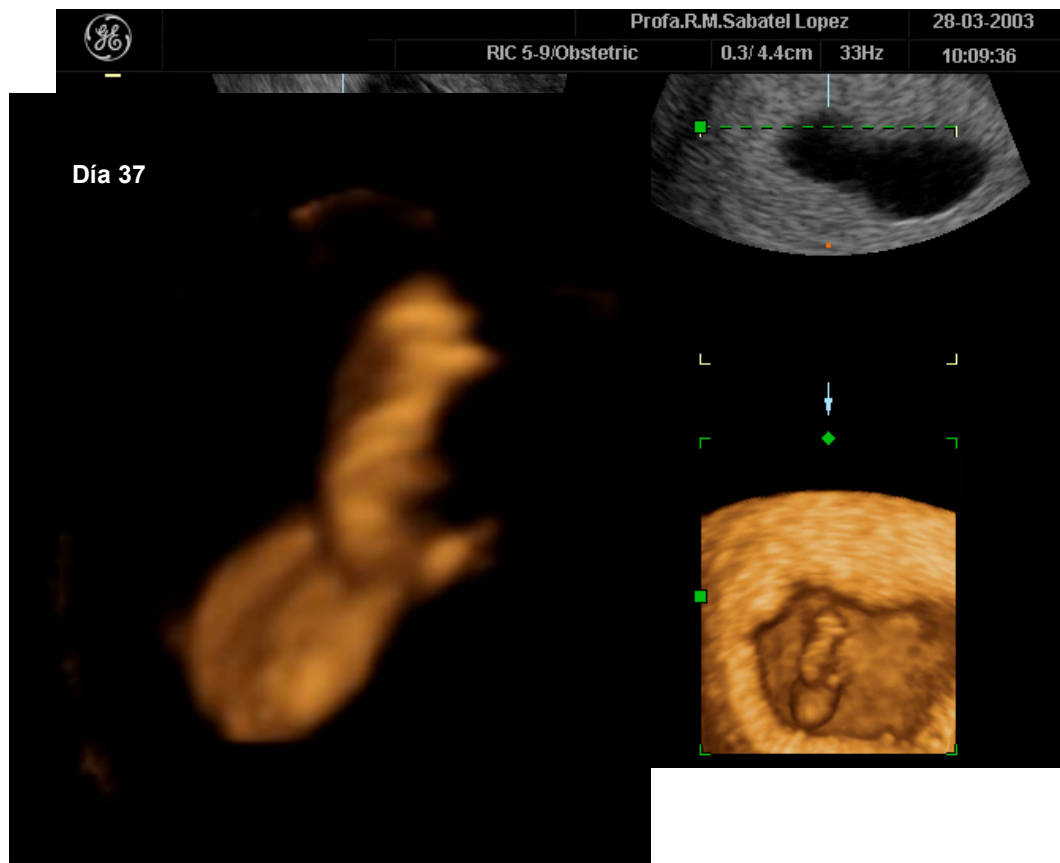


FIGURA 106 : MIEMBROS SUPERIORES E INFERIORES , EN EL DÍA 37 DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL



**FIGURA 107 :
PLACA DE LAS MANOS Y DE LOS PIES , EN EL DÍA 38 DE
DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA
TRIDIMENSIONAL**



A lo largo de la sexta semana de desarrollo , en los miembros superiores , aparecerá la flexura del codo (**Figura 108**) , lo que permite el que , de forma progresiva , vayan colocándose sobre la zona anterior del cuerpo (**Figura 109**).

FIGURA 108 : FLEXURA DEL CODO EN LA SEXTA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

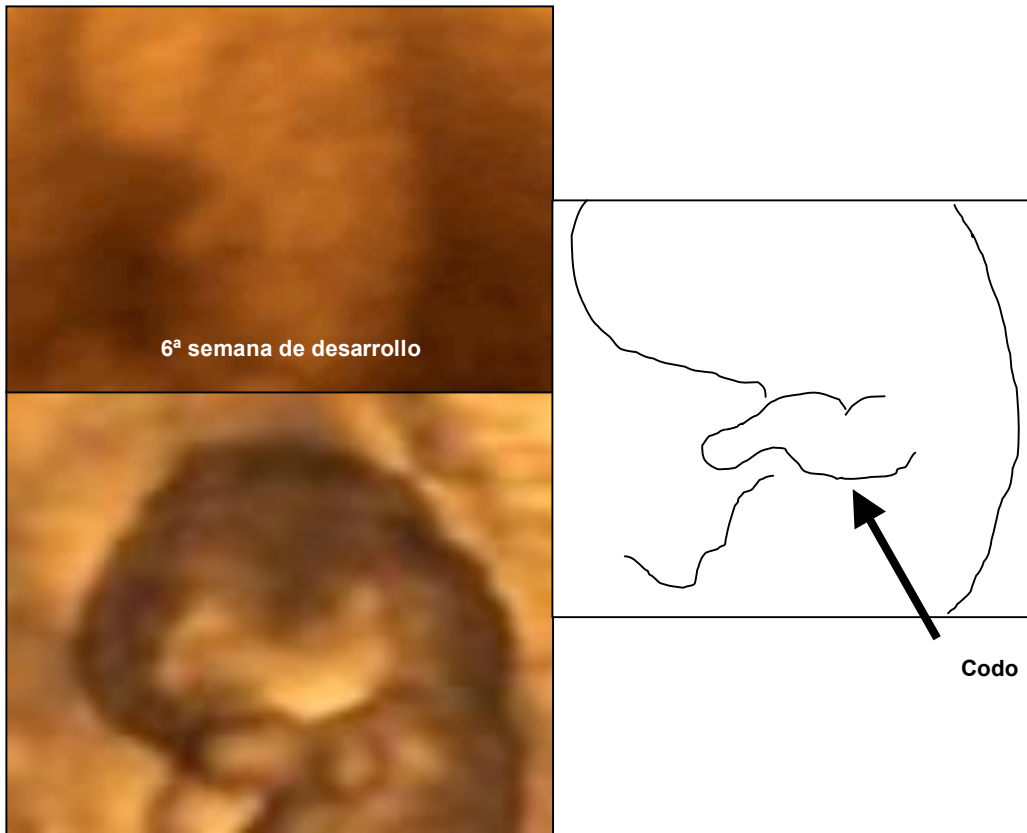
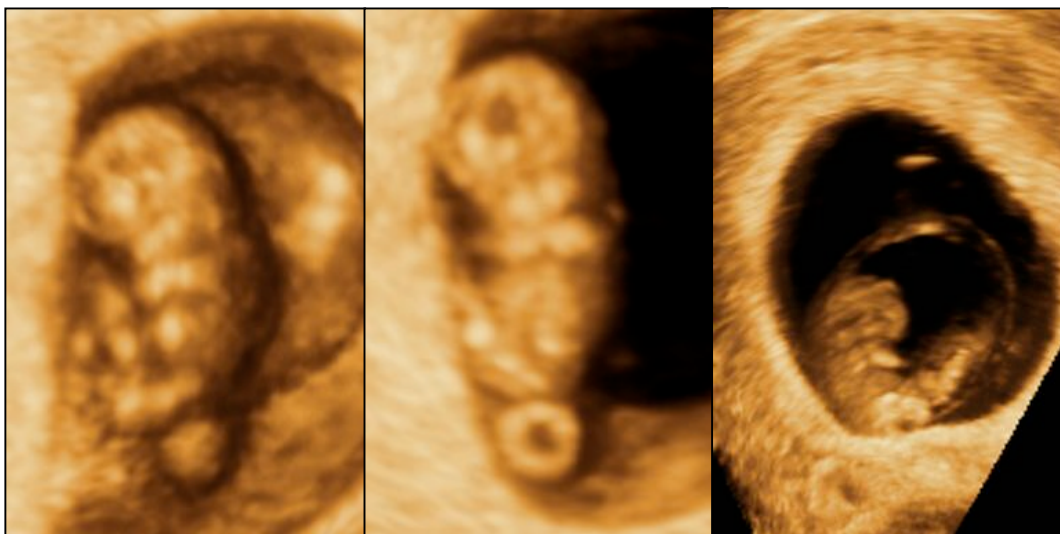
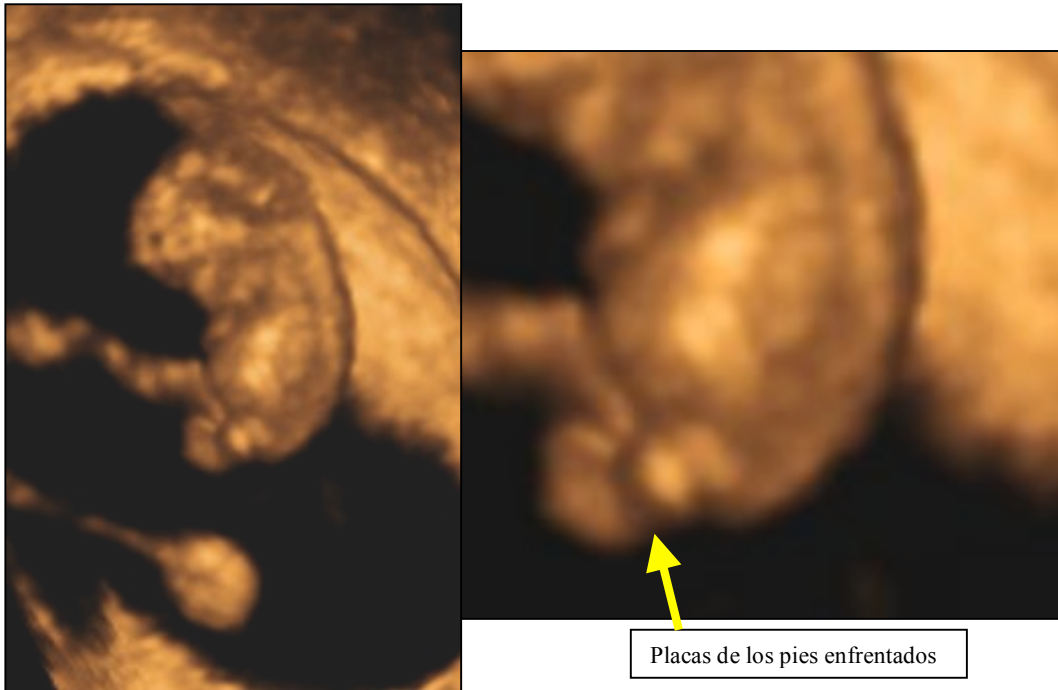


FIGURA 109 : SÉPTIMA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL : POSICIÓN DE LOS MIEMBROS SUPERIORES



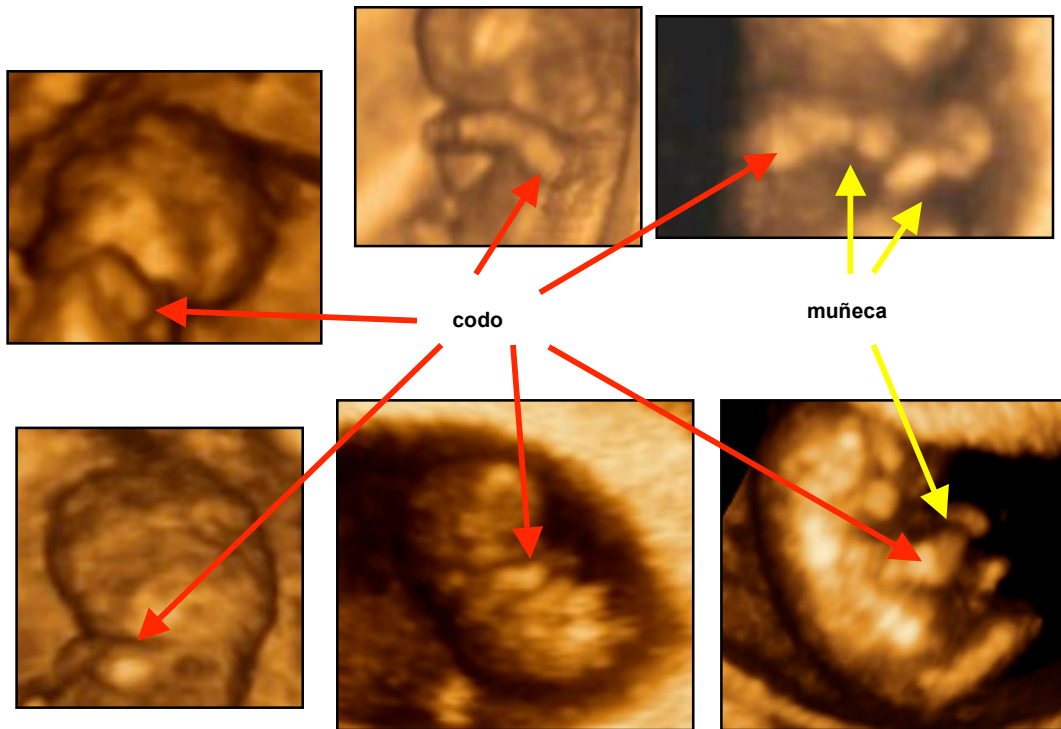
En la séptima semana , en las placas de las manos y los pies , aparecerán unas escotaduras , que marcan el inicio del desarrollo de los dedos . Paralelamente , las placas de manos y pies se miran , hecho demostrable con ecografía 3D (**Figura 110**) .

FIGURA 110 : INICIO DE LA SÉPTIMA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL : POSICIÓN DE LAS PLACAS DE LOS PIES

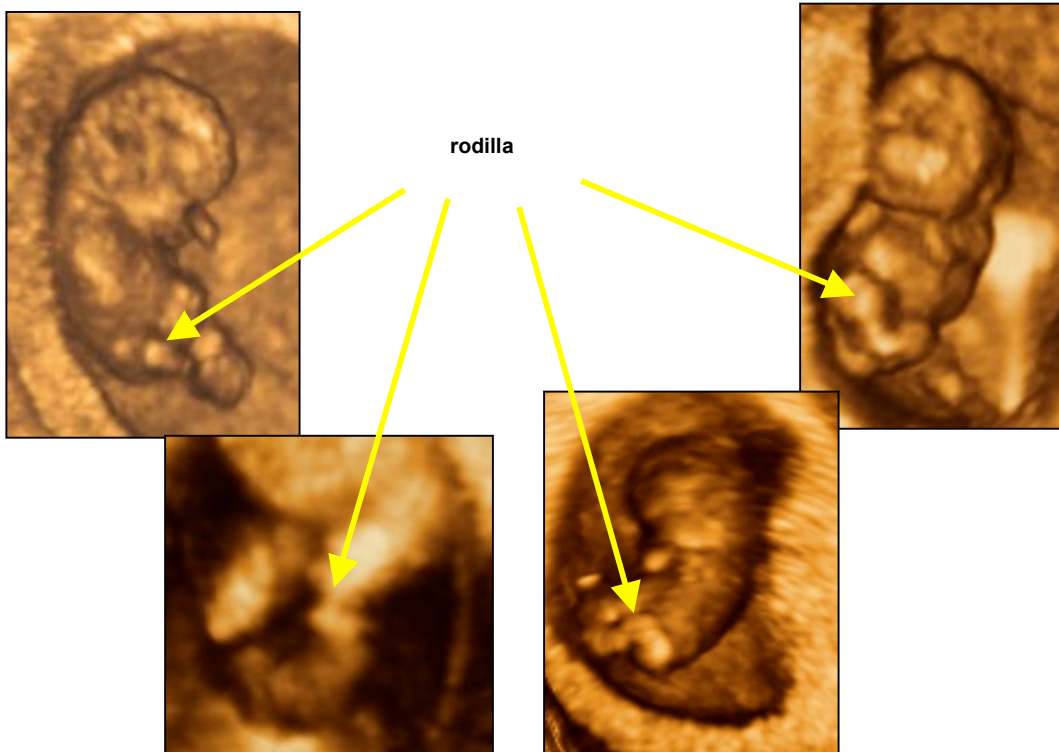


En la octava semana del desarrollo embrionario los miembros presentan una morfología similar a la que mantendrán a lo largo del resto de la gestación (**Figuras 111 – 113**) , se habrán independizado del cuerpo , pero aunque poseen capacidad de movilización independiente , suelen mantenerse flexionados sobre la zona ventral del embrión (**Figura 114**) .

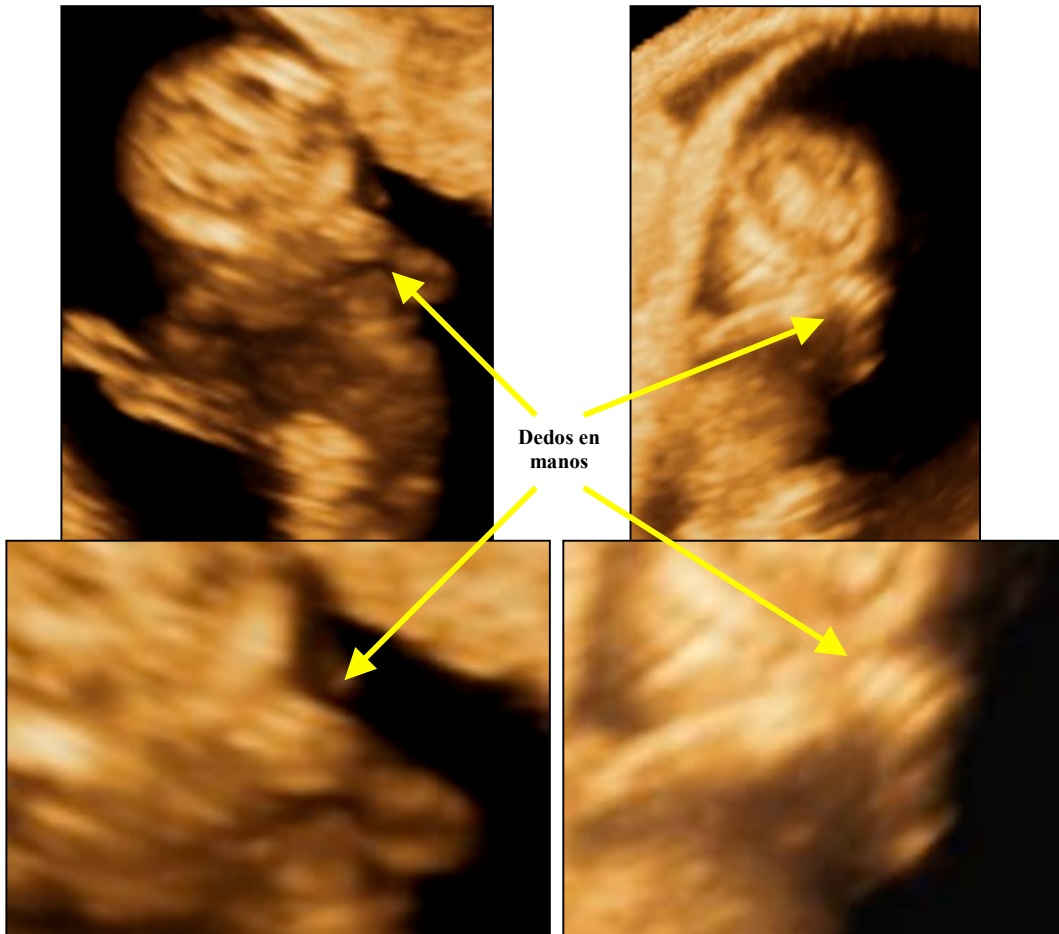
**FIGURA 111 : MIEMBROS SUPERIORES
EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



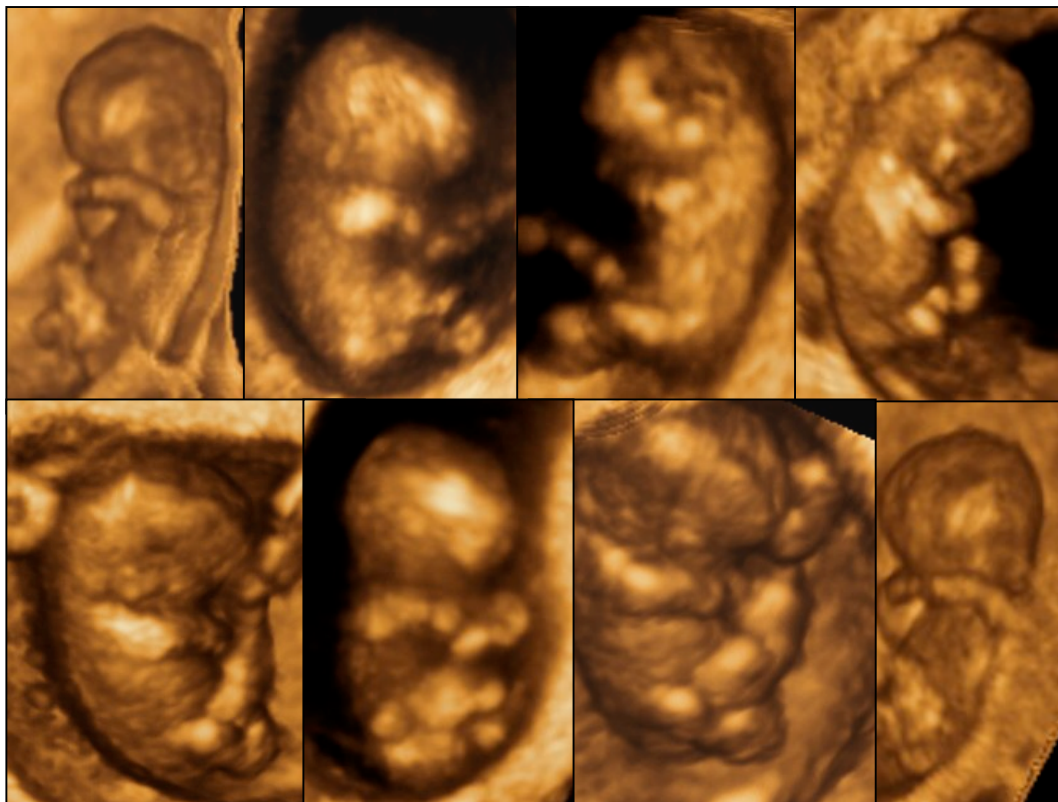
**FIGURA 112 : MIEMBROS INFERIORES EN LA OCTAVA SEMANA DE
DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA
TRIDIMENSIONAL**



**FIGURA 113 :
DEDOS DE LA MANO
AL FINALIZAR EL PERIODO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



**FIGURA 114 :
POSICION DE LOS MIEMBROS
EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



B.2.2.2.3.- Desarrollo de las estructuras faciales

Hacia el final de la tercera semana del desarrollo , se encuentra constituida la placoda del cristalino , un engrosamiento de una evaginación del tubo neural (vesícula óptica) , y los primeros arcos faríngeos , estructuras a modo de barras de mesénquima tapizadas por endodermo y ectodermo , y que se van constituyendo en progresión céfalo-caudal . Estas estructuras pueden observarse con 3D en la sexta semana del desarrollo en la zona anterior del polo cefálico (**Figuras 115 y 116**) .

Al finalizar la sexta semana , podemos reconocer la boca (**Figura 117**) y , en una visión más lateral del polo cefálico , los montículos auriculares (**Figura 118**) .

FIGURA 115 : ESTRUCTURAS FACIALES EN LA SEXTA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

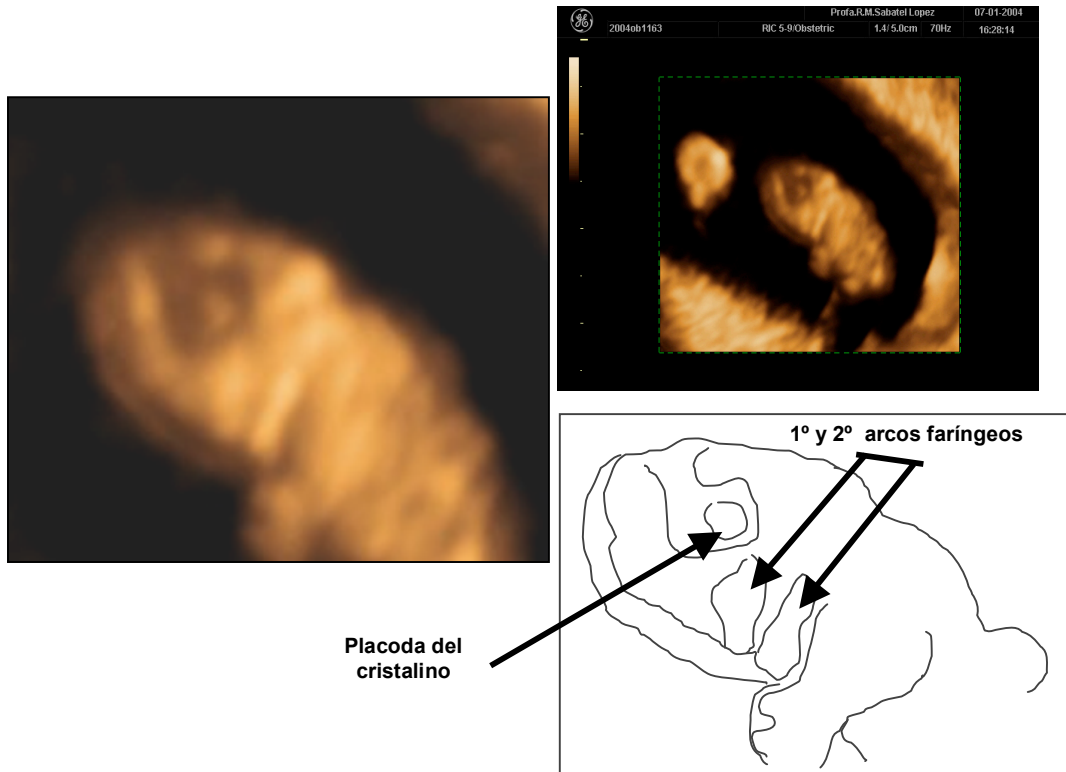


FIGURA 116 : ESTRUCTURAS FACIALES EN LA SEXTA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL



FIGURA 117 : CARA DEL EMBRIÓN AL FINALIZAR LA SEXTA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

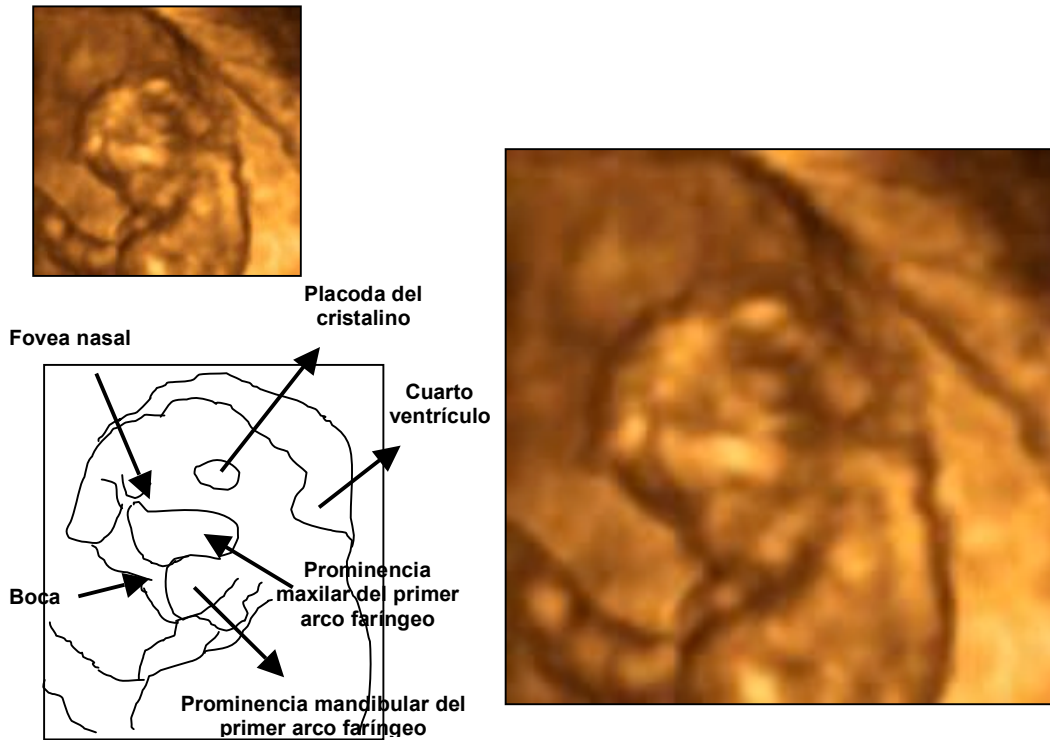
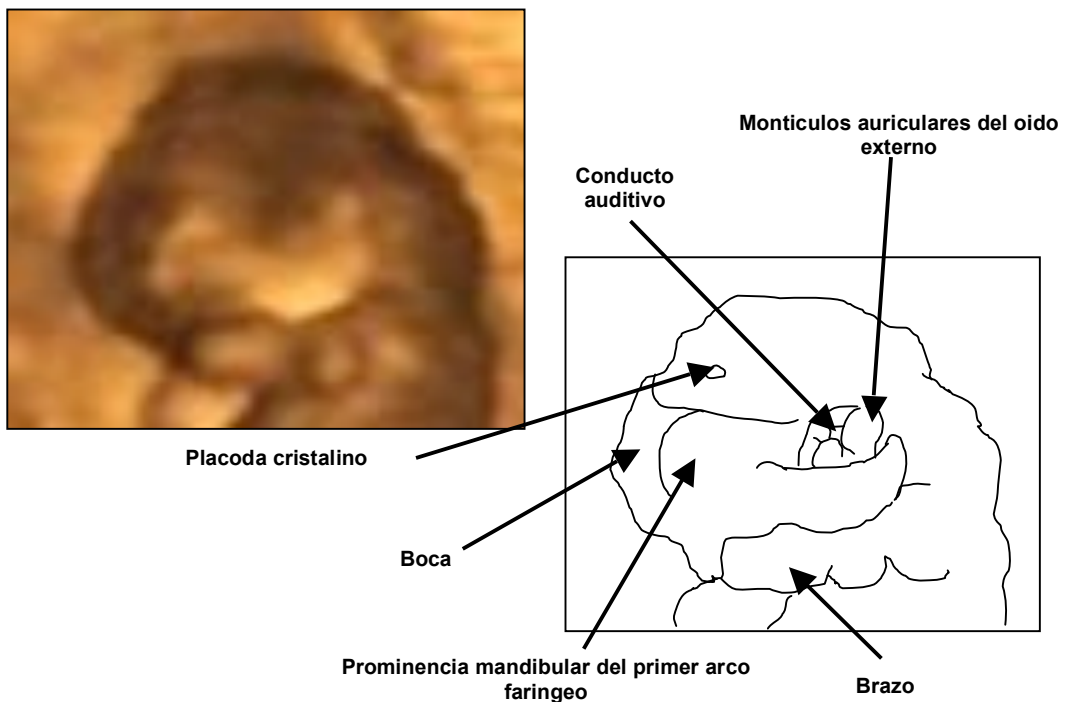
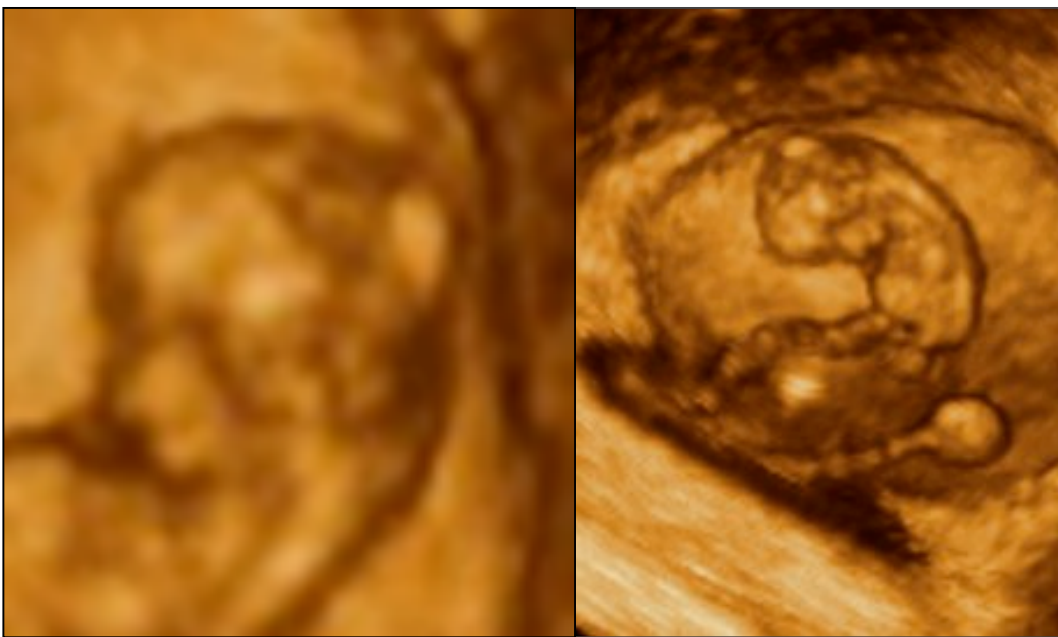


FIGURA 118 : MONTÍCULOS AURICULARES AL FINALIZAR LA SEXTA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL



A lo largo de la séptima semana del desarrollo , la boca desciende , ofreciendo el embrión un perfil más acorde con el que tendrá en la etapa fetal (**Figura 119**)

**FIGURA 119 :
PERFIL DEL EMBRION
EN LA SÉPTIMA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



La última semana del desarrollo embrionario , permite identificar con 3D todas las estructuras faciales (**Figuras 120 – 121**) y la posibilidad de navegación permite obtener cortes de las estructuras faciales más internas , como las fosas nasales , y apreciar como , en estos momentos , ya se ha producido el completo cierre del paladar (**Figura 122**) .

FIGURA 120 : ASPECTO DE LA CARA DEL EMBRION EN LA OCTAVA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

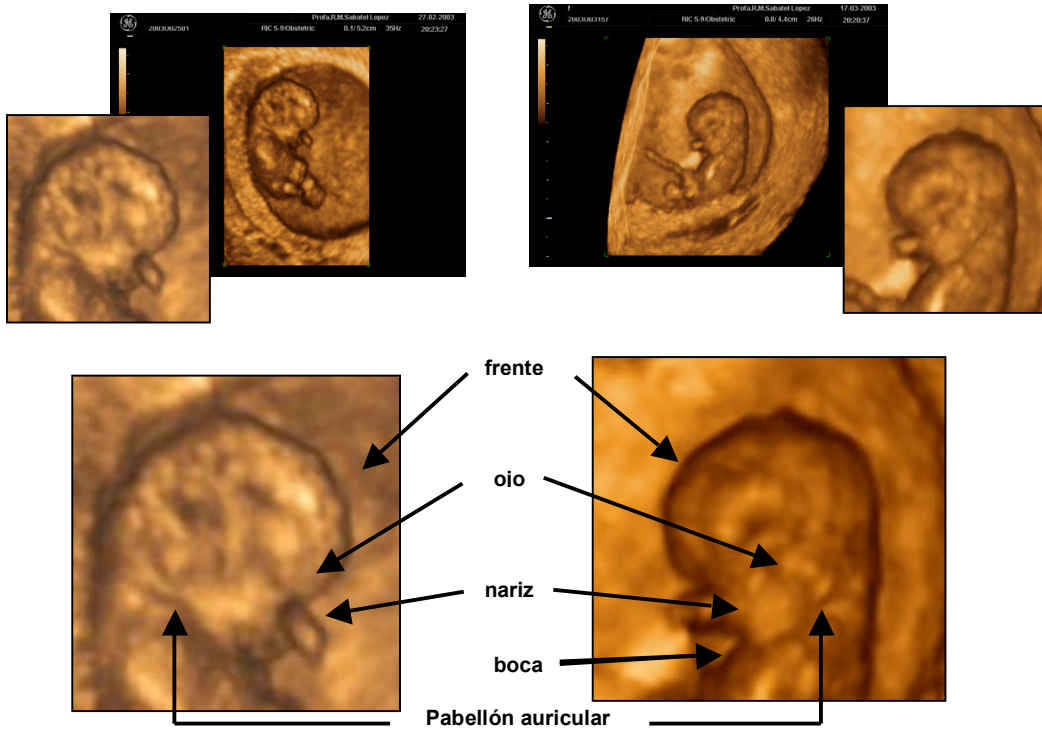


FIGURA 121 : PABELLONES AURICULARES EN LA OCTAVA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

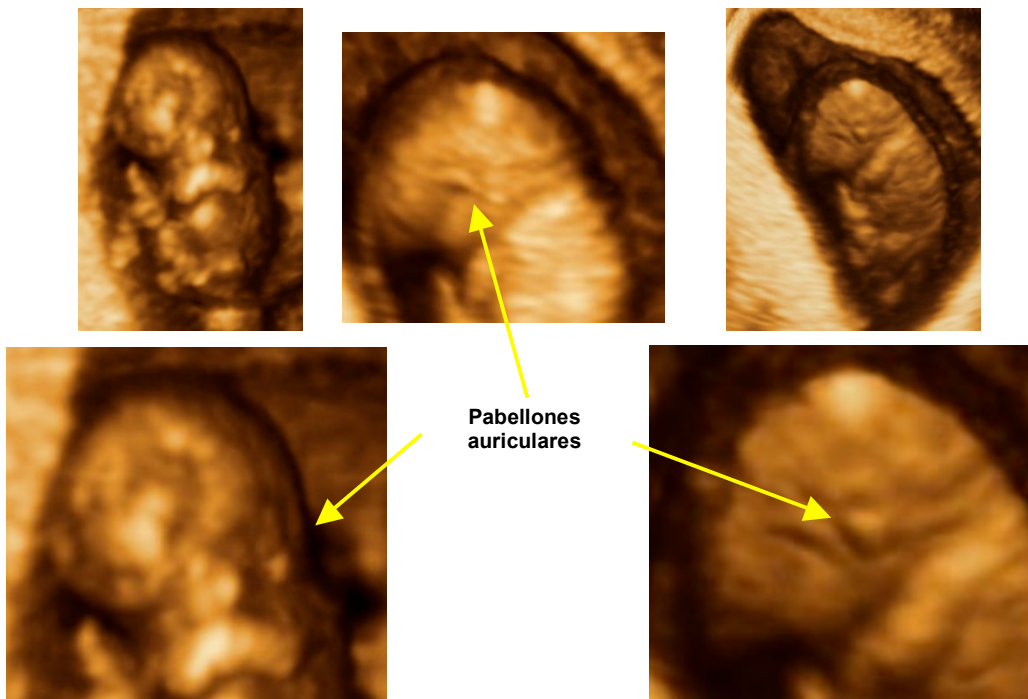
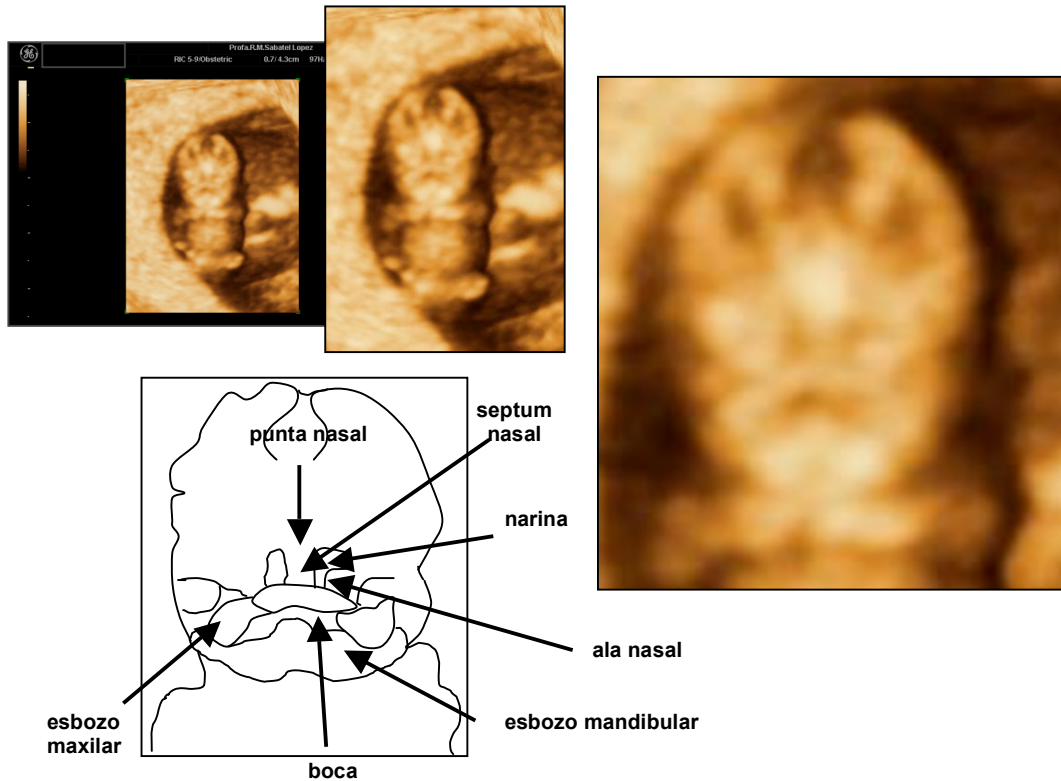


FIGURA 122 : VISION FRONTAL DE LA CARA DEL EMBRION EN LA OCTAVA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL



B.2.2.3.- Desarrollo de las estructuras internas embrionarias

B.2.2.3.1.- Desarrollo del Sistema Nervioso

En el transcurso de la cuarta semana , se ha producido el cierre del tubo neural (**Figura 123**) , y comienza su diferenciación hacia encéfalo y médula espinal ; en el inicio de la quinta semana aparecen las tres vesículas cerebrales primarias : anterior ó Prosencéfalo , media ó Mesencéfalo , y posterior ó Rombencéfalo , y dos flexuras : la que acoda las vesículas anterior y media (cefálica o mesencefálica) y la flexura cervical (**Figura 124**) .

FIGURA 123 : TUBO NEURAL EN LA CUARTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

Tubo neural

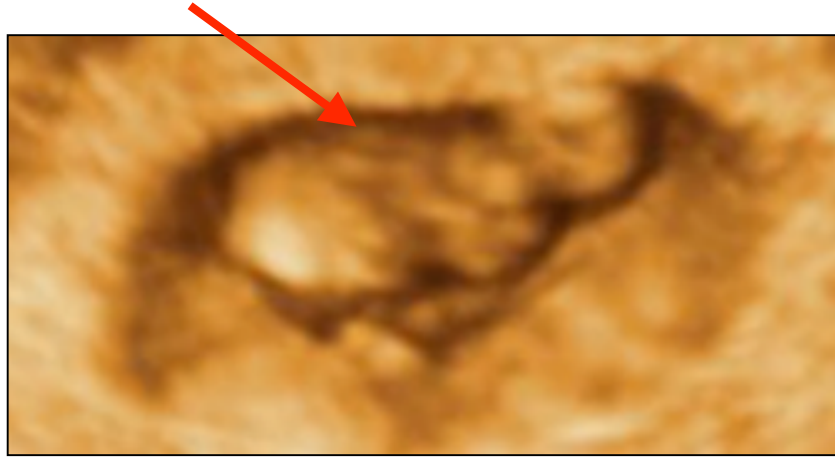
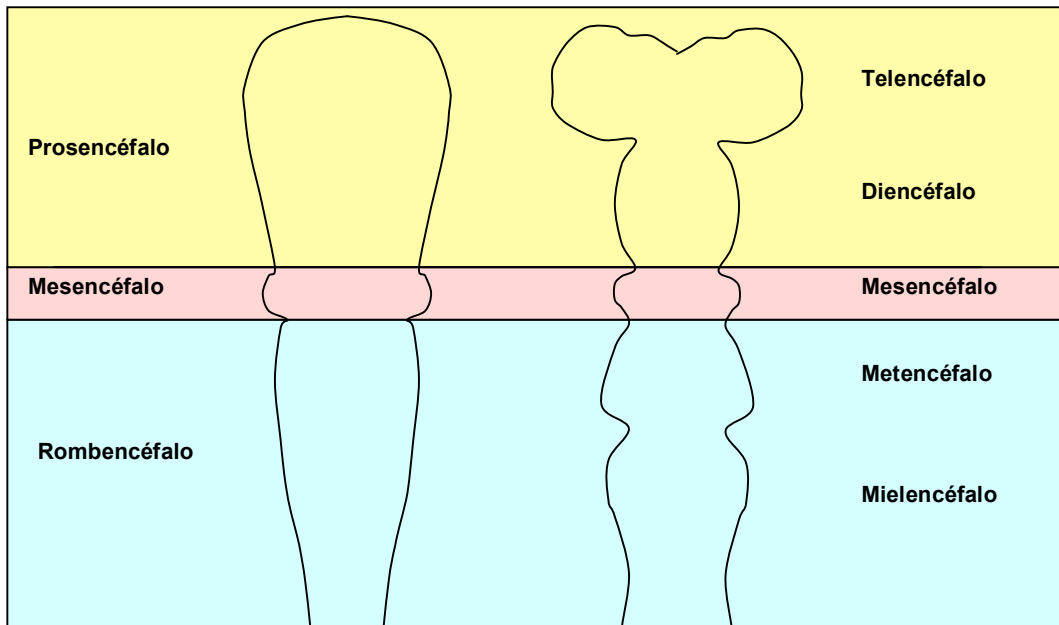
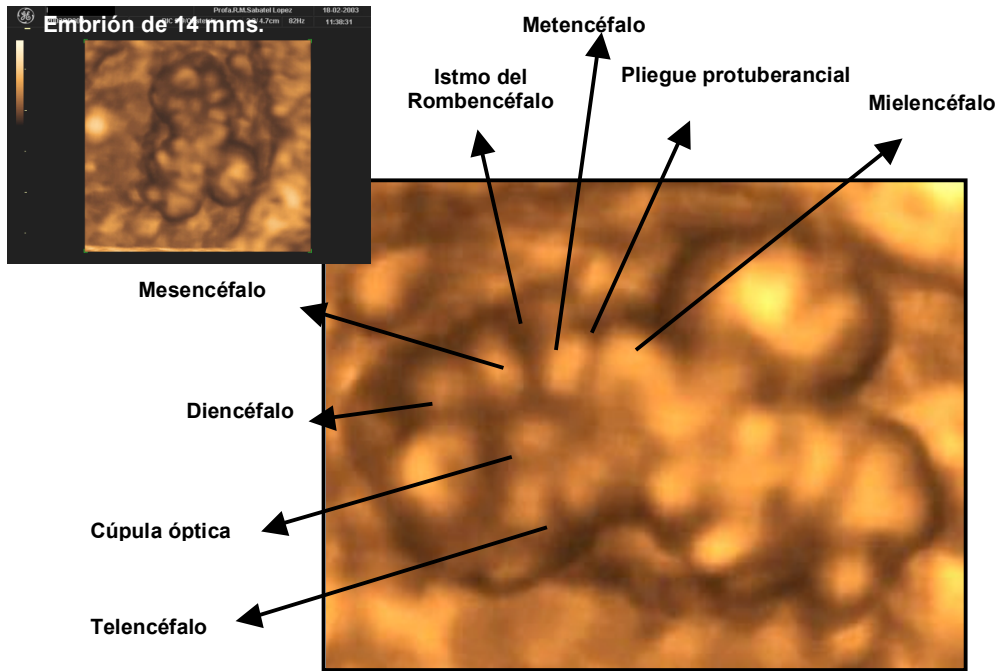


FIGURA 124 : ESTRUCTURAS CEREBRALES EN LA CUARTA Y QUINTA SEMANAS DEL DESARROLLO EMBRIONARIO



Al final de la quinta semana , podemos distinguir claramente cinco vesículas : Telencéfalo y Diencéfalo (derivadas del Prosencéfalo), Mesencéfalo (que no se divide) y Metencéfalo y Mielencéfalo (derivadas del Rombencéfalo) , apareciendo una tercera flexura o fisura denominada pontina (pliegue protuberancial) . El incremento de las mismas , en la 6ª semana del desarrollo , permite que , a nivel del polo cefálico embrionario , sean ahora reconocibles con ecografía tridimensional (**Figura 125**) .

FIGURA 125: ESTRUCTURAS CEREBRALES EN EL EMBRIÓN DE 14 mms , CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL



El interior de estas cinco vesículas es hueco (Telecele , Diocele , Mesocele , Metacele y Mielecele respectivamente), y será el origen del sistema de ventrículos del sistema nervioso central (**Figura 126**) . En esta edad gestacional , ecográficamente , puede localizarse muy bien la estructura romboidea que , posteriormente , será el cuarto ventrículo (**Figura 127**) .

FIGURA 126 : DESARROLLO DE LOS VENTRÍCULOS CEREBRALES

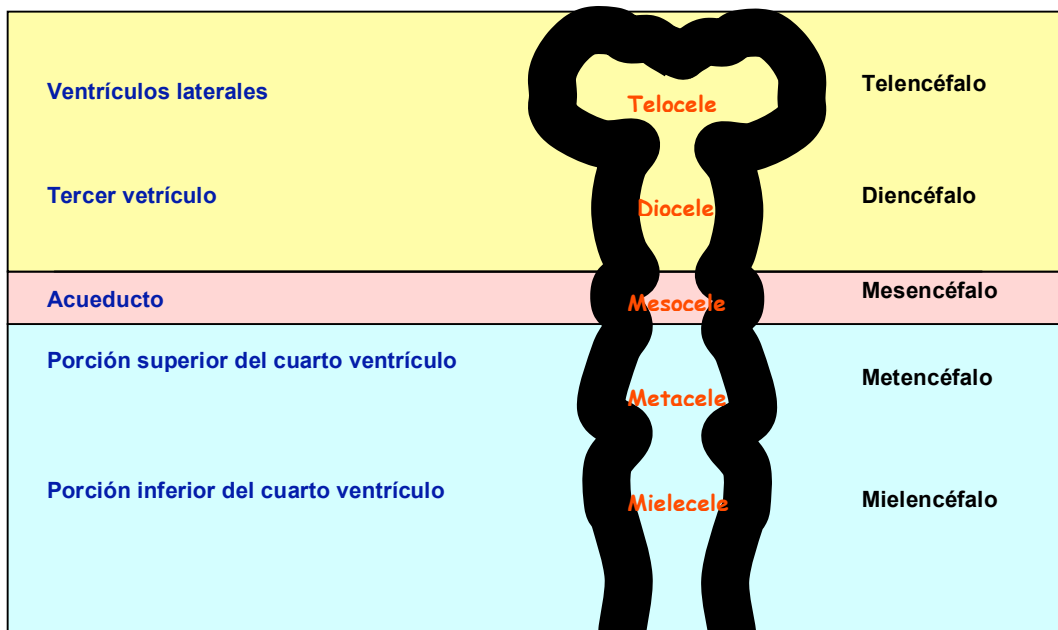
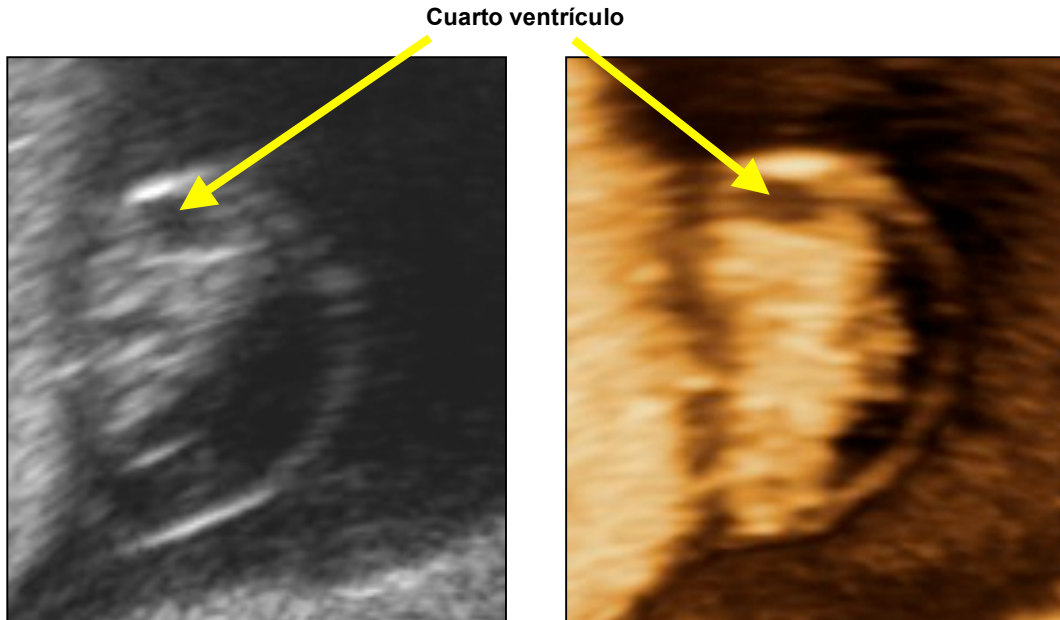


FIGURA 127 : CUARTO VENTRÍCULO EN EL EMBRION EN LA SEXTA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

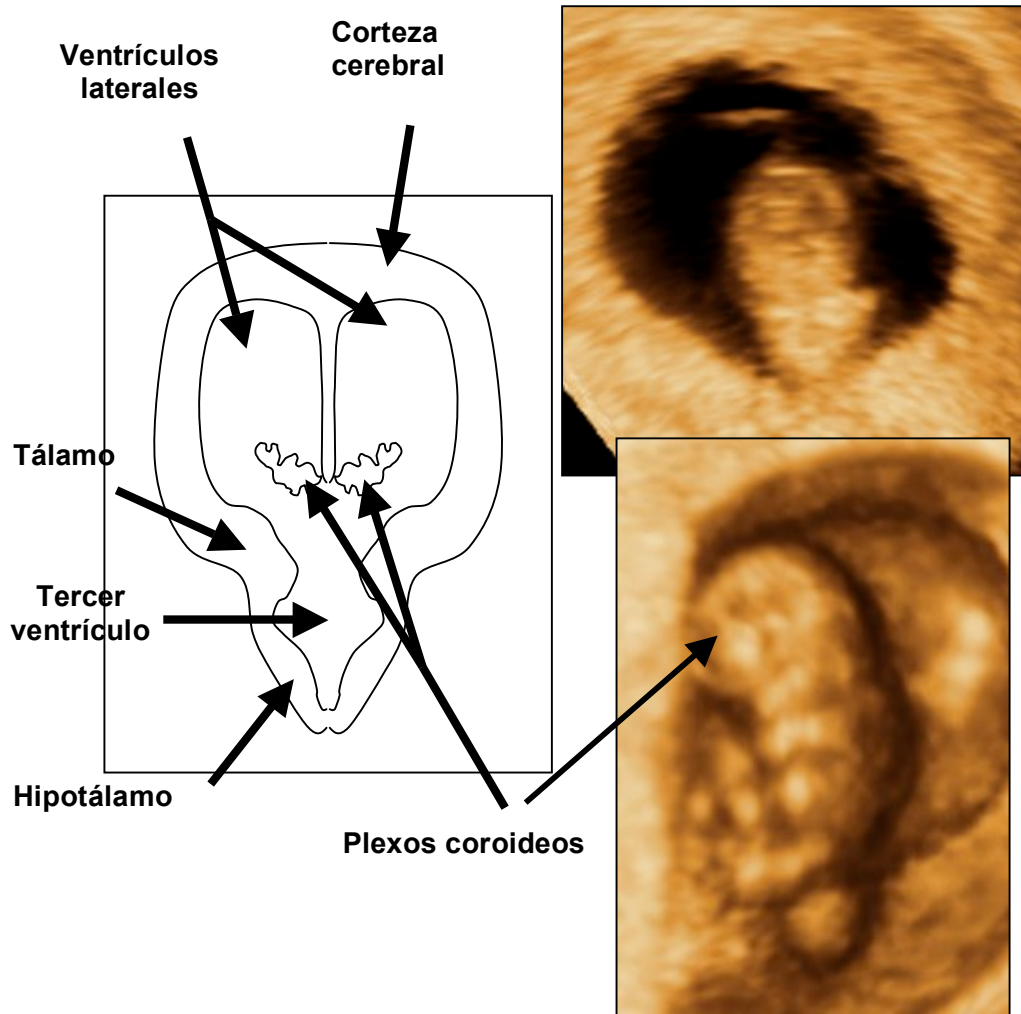


De las vesículas cerebrales secundarias , derivan las diferentes estructuras y cavidades del sistema nervioso central , todas en franco desarrollo en la séptima semana (**Figura 128**) . En el interior de los ventrículos laterales , al final de la semana , comienza el desarrollo de los plexos coroideos . Los ventrículos laterales , el tercer ventrículo y los pequeños plexos coroideos son localizables ecográficamente (**Figura 129**) .

FIGURA 128: ESTRUCTURAS DERIVADAS DE LAS VESÍCULAS CEREBRALES

DERIVADOS DE LAS VESICULAS CEREBRALES			
VESICULAS PRIMARIAS	VESICULAS SECUNDARIAS	ESTRUCTURAS QUE SE DERIVAN	
		PAREDES	CAVIDADES
PROENCÉFALO	TELENCÉFALO	Hemisferios cerebrales	Ventrículos laterales
	DIENCÉFALO	Tálamo , Hipotálamo ..etc.	Tercer ventrículo
MESENCÉFALO	MESENCÉFALO	Cerebro Medio	Acueducto
ROMBENCÉFALO	METENCÉFALO	Protuberancia	Parte superior del cuarto ventrículo
		Cerebelo	
	MIELENCÉFALO	Bulbo	Parte inferior del cuarto ventrículo

**FIGURA 129 :
VENTRÍCULOS LATERALES Y PLEXOS COROIDEOS
EN LA SÉPTIMA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



En la octava semana de desarrollo el pequeño plexo coroideo que ocupaba los ventrículos laterales en la séptima semana , aumenta de tamaño y la producción de líquido cefalorraquídeo , los hace flotar en el interior , haciéndolos mucho más visibles a la ecografía (**Figura 130**) . En esta octava semana , no sólo es posible localizar los ventrículos laterales , sino el tercer y cuarto ventrículo , este último con gran facilidad , por su tamaño y su proximidad a la zona cervical (**Figuras 131 y 132**).

FIGURA 130 : PLEXOS COROIDEOS EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

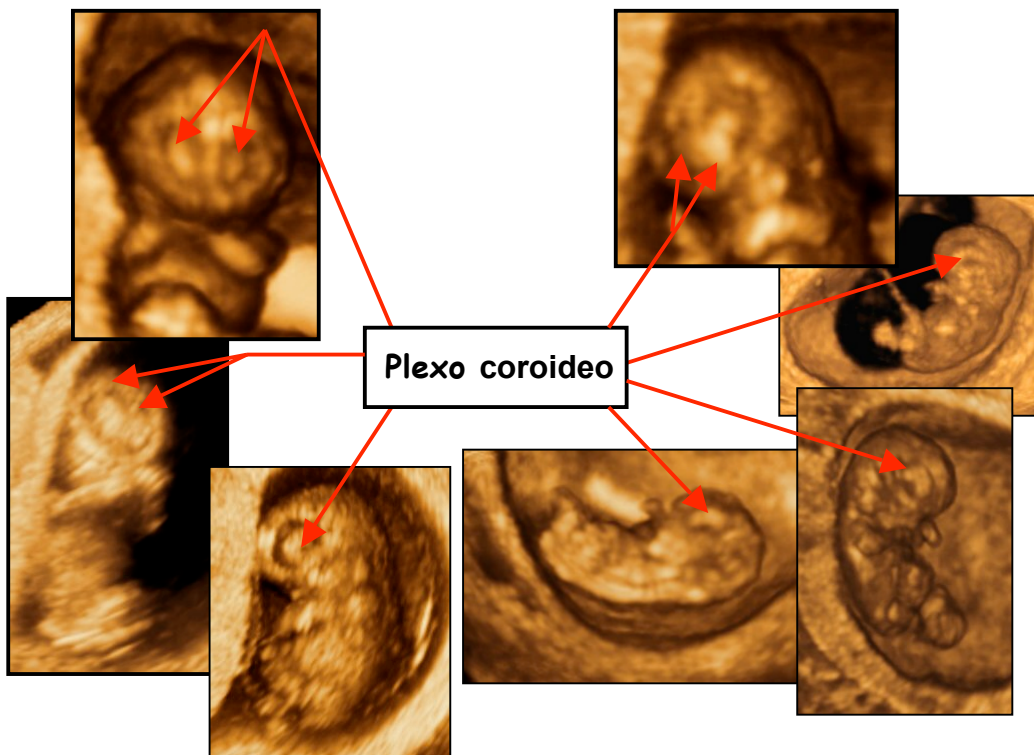
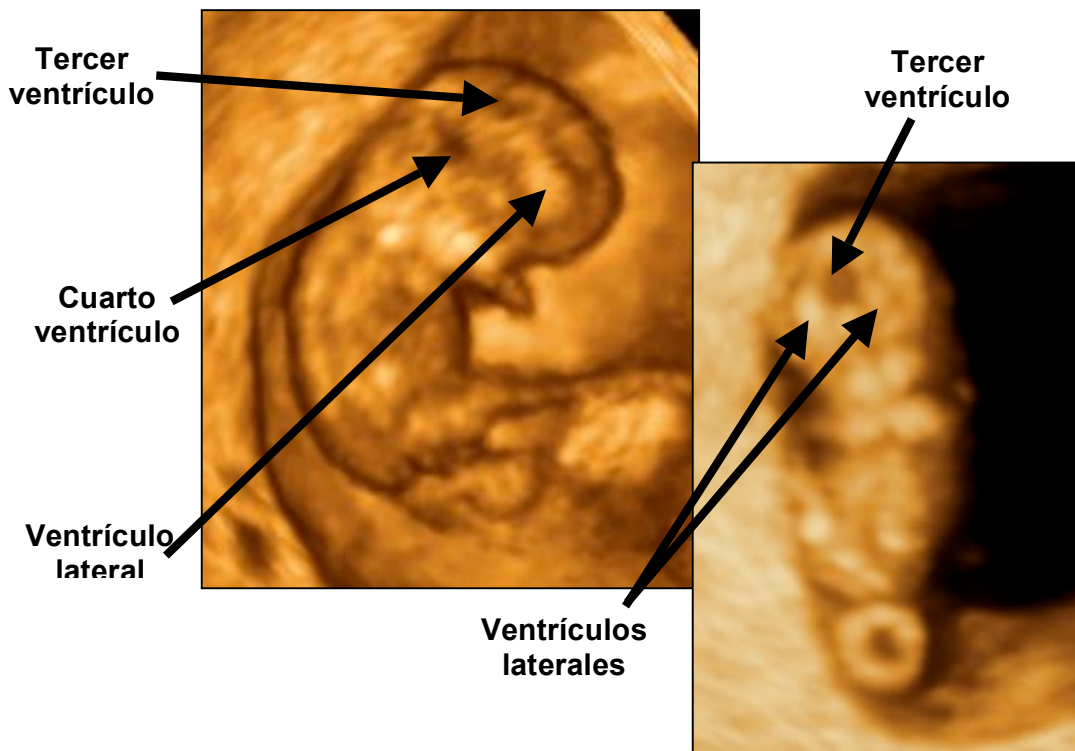


FIGURA 131 : VENTRICULOS CEREBRALES EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL



**FIGURA 132 :
CUARTO VENTRÍCULO
EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



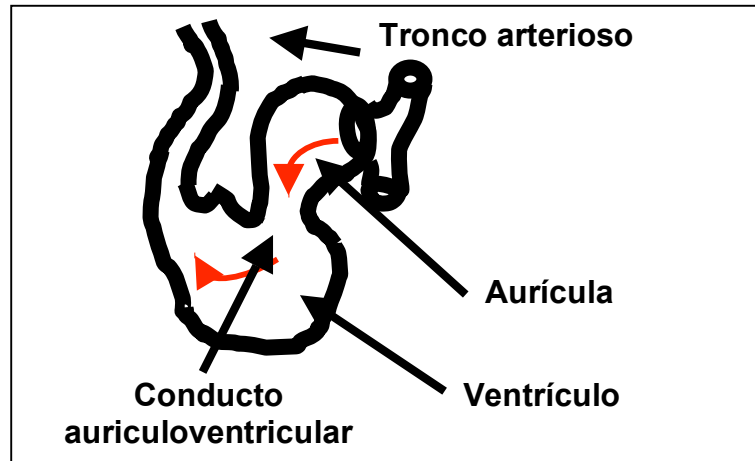
Cuarto ventrículo



B.2.2.3.2.- Desarrollo del Sistema Cardiovascular

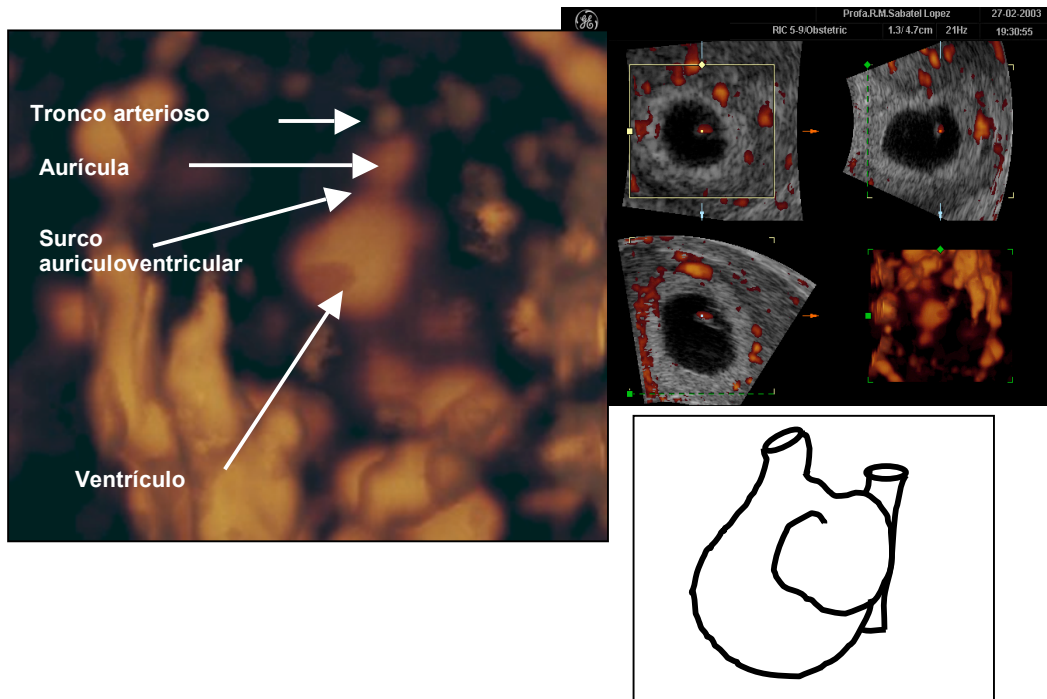
La compleja morfología del corazón , se desarrolla entre la 4ª y la 5ª semana . A lo largo de la 4ª semana , el tubo cardiaco se acoda , reconociéndose en él una aurícula y un ventrículo separados por un surco (**Figura 133**) .

FIGURA 133 : CORAZÓN EN LA CUARTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO



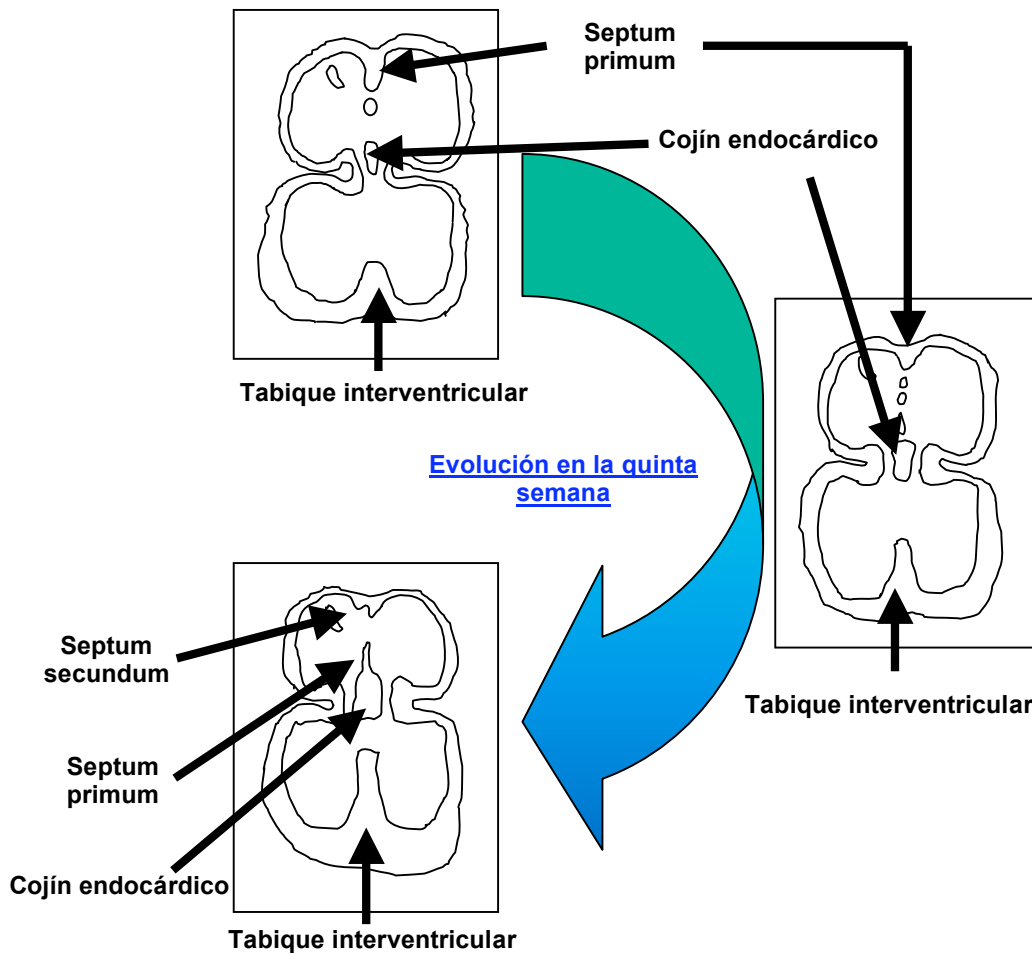
Cuando con Power 3D capturamos la imagen , podemos localizar la señal del corazón embrionario , lo que nos permite ver el desarrollo estas estructuras en la cuarta semana (**Figura 134**) .

FIGURA 134 : CORAZÓN EN LA CUARTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON POWER 3D



Al final de la quinta semana , se habrá producido el tabicamiento del canal atrio-ventricular y el desarrollo de las válvulas aurículo-ventriculares dará sus primeros pasos . En el corazón de embriones de 11 mms. , es posible diferenciar las aurículas de los ventrículos ; las primeras , separadas entre sí por el septum primum ; los segundos , parcialmente separados por el septum interventricular , que todavía presenta un orificio de comunicación entre ellos . De forma paralela al proceso de separación de las cuatro cavidades cardiacas , el tabique aorto – pulmonar sufre un giro helicoidal , circunstancias que complican la circulación sanguínea intracardiaca (**Figuras 135 - 137**) .

**FIGURA 135 :
EVOLUCION DEL CORAZÓN
EN LA QUINTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO**



**FIGURA 136 :
EVOLUCION DEL CORAZÓN
EN LA SEXTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO**

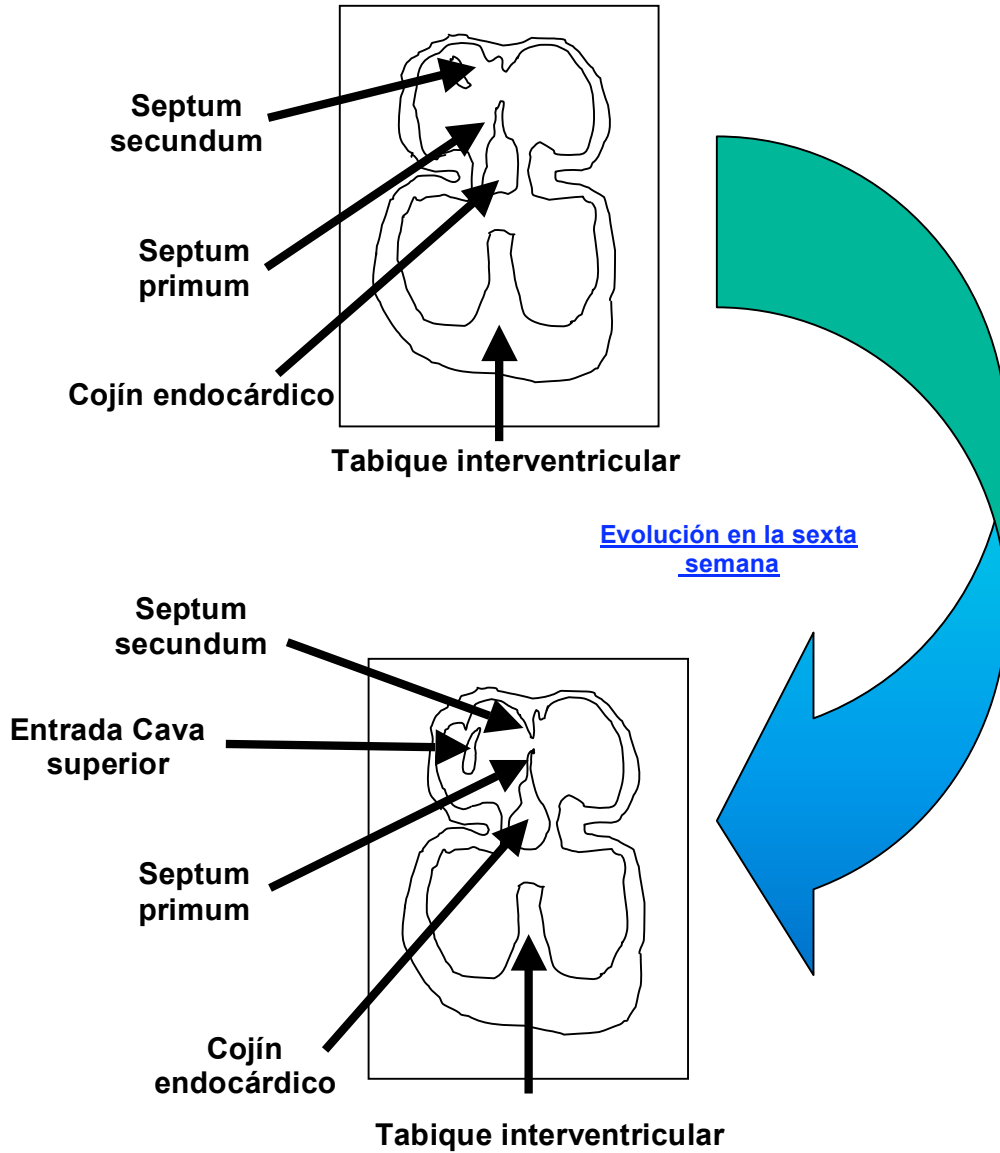
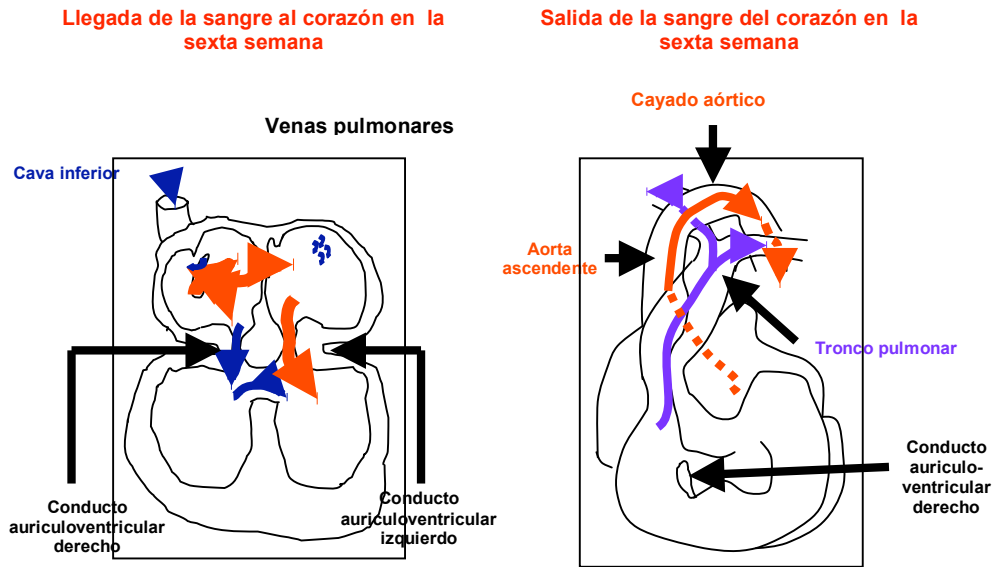
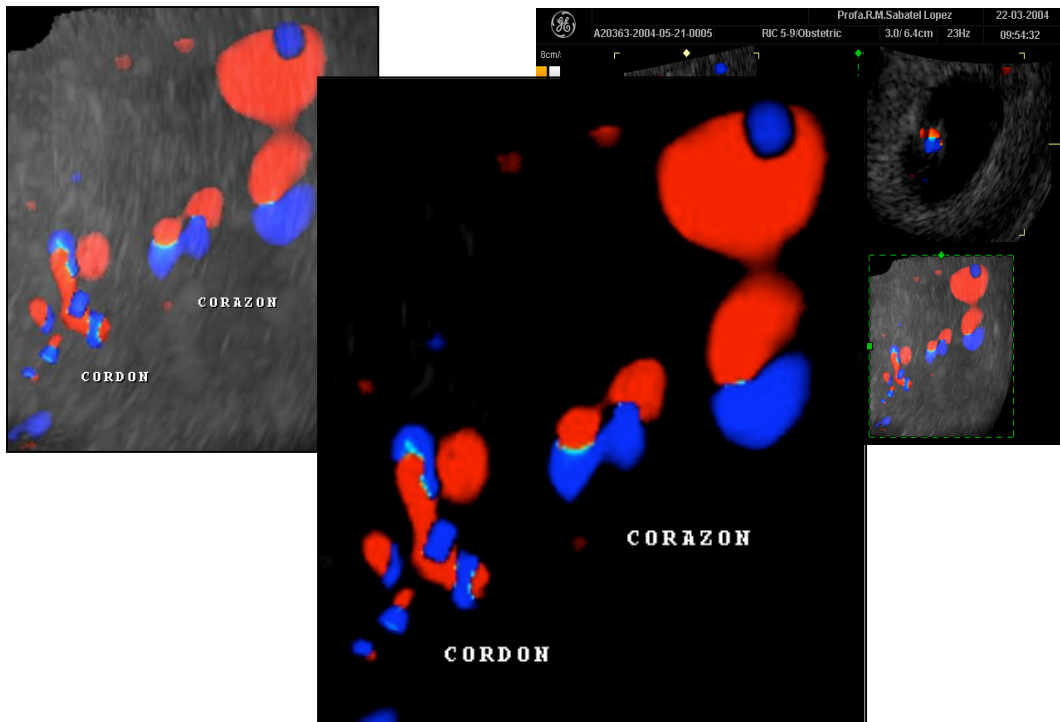


FIGURA 137 : CIRCULACION INTRACARDIACA EN LA SEXTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO



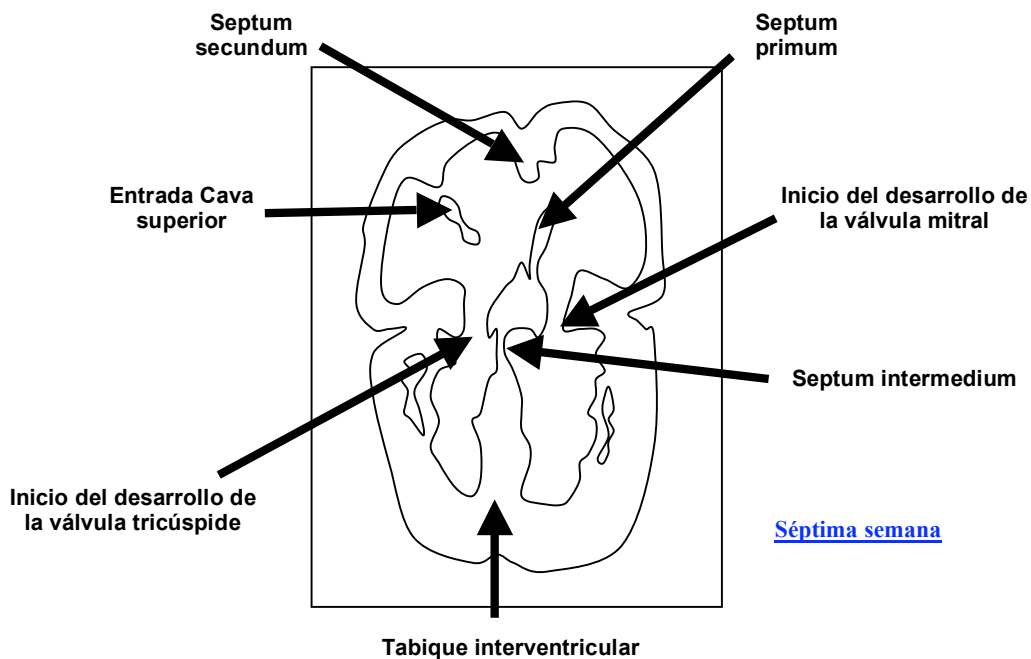
Con döppler-color 3D , en la sexta semana se consigue localizar el corazón , permitiéndonos reconocer su morfología y la circulación intracardiaca (Figuras 138) .

FIGURA 138 : CIRCULACION INTRACARDIACA EN LA SEXTA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO



A nivel cardíaco , el final de la séptima semana de desarrollo supone la separación completa de ambos ventrículos . La porción muscular del tabique interventricular (que ha estado creciendo desde finales de la cuarta semana) no llega a contactar con el septum intermedium (situado entre aurículas y ventrículos) , dejando una comunicación entre ambos ventrículos . A finales de la séptima semana , y coincidiendo con la separación entre los tractos de salida aórtico y pulmonar , un crecimiento del tejido del cojín endocárdico inferior llega a contactar con la porción muscular del tabique interventricular , cerrando el orificio y separando ambos ventrículos ; es la porción membranosa del tabique interventricular (**Figura 139**).

**FIGURA 139 :
CARACTERÍSTICAS DEL CORAZÓN
EN LA SEPTIMA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO**



El power 3D nos permite reconocer la morfología externa del corazón en la séptima semana del desarrollo (**Figuras 140 y 141**)

FIGURA 140 : CORAZÓN EN LA SEPTIMA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON POWER 3D

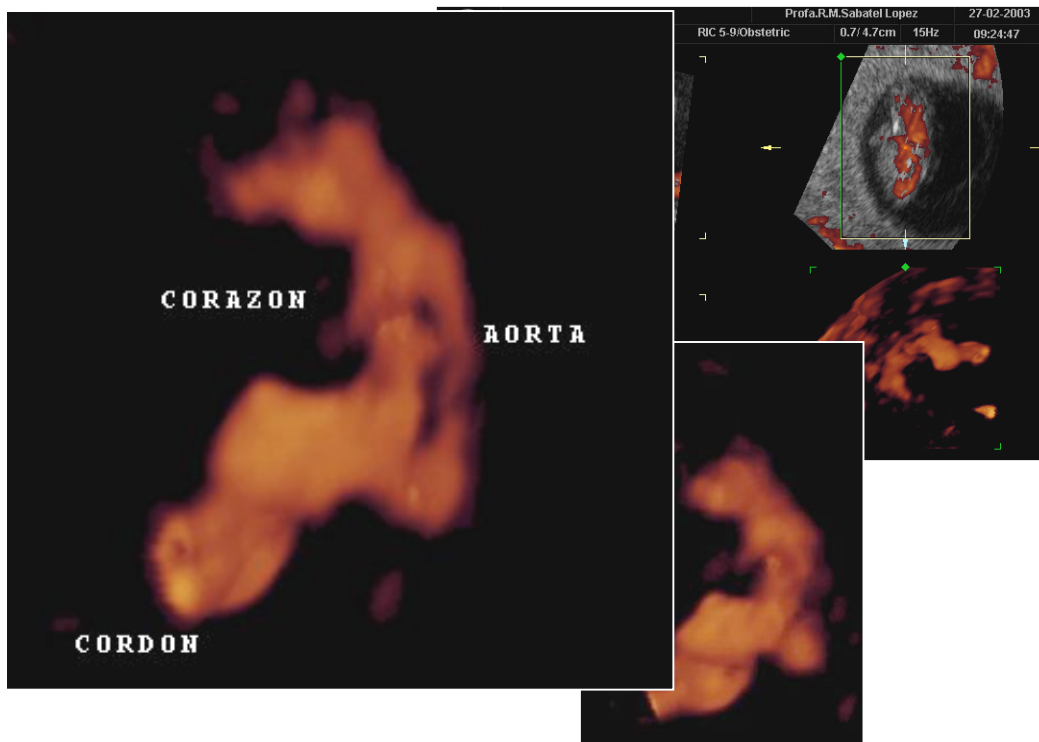
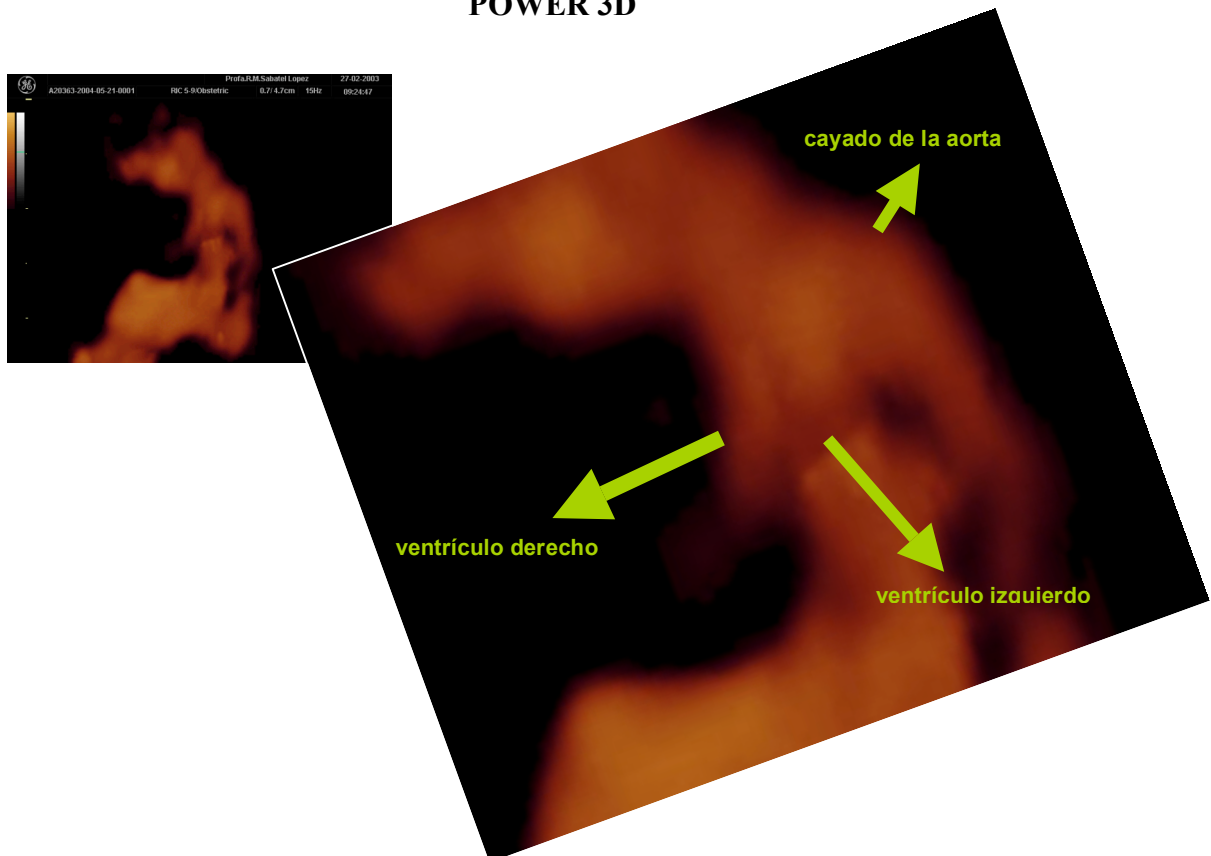


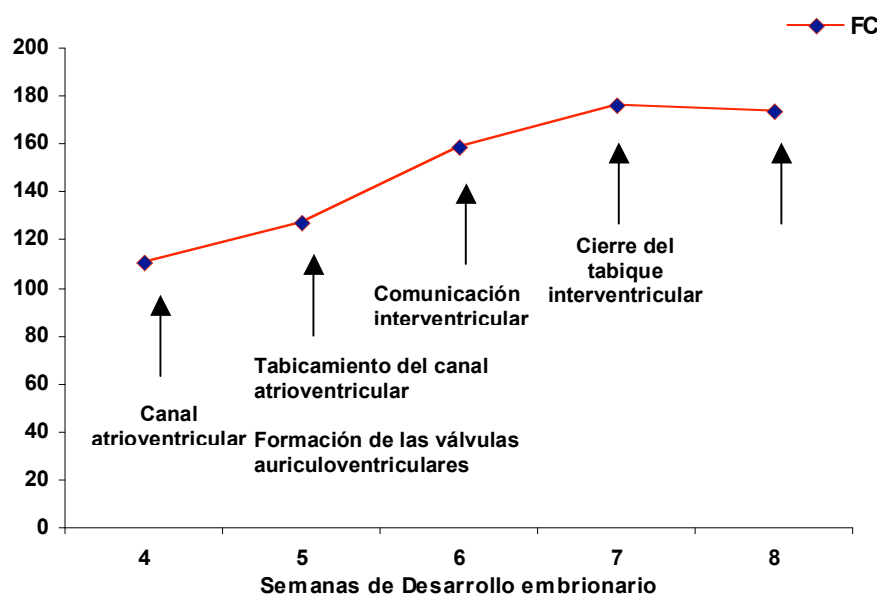
FIGURA 141 : DETALLE DE LA MORFOLOGÍA CARDIACA EN LA SEPTIMA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO CON POWER 3D



Aunque no podemos afirmar que la única causa de las modificaciones en la frecuencia cardíaca embrionaria reside en los acontecimientos del desarrollo cardíaco en el período embrionario, si vemos que: en los resultados obtenidos, transformando la Edad Gestacional Ultrasónica en semanas de desarrollo embrionario existe un paralelismo, al menos en el tiempo, entre unos y otros, coincidiendo el cierre del tabique interventricular, y lo que ello supone para la evolución del sistema de conducción del corazón, con el período de la máxima frecuencia cardíaca del corazón embrionario (**Tabla 37** y **Figura 142**).

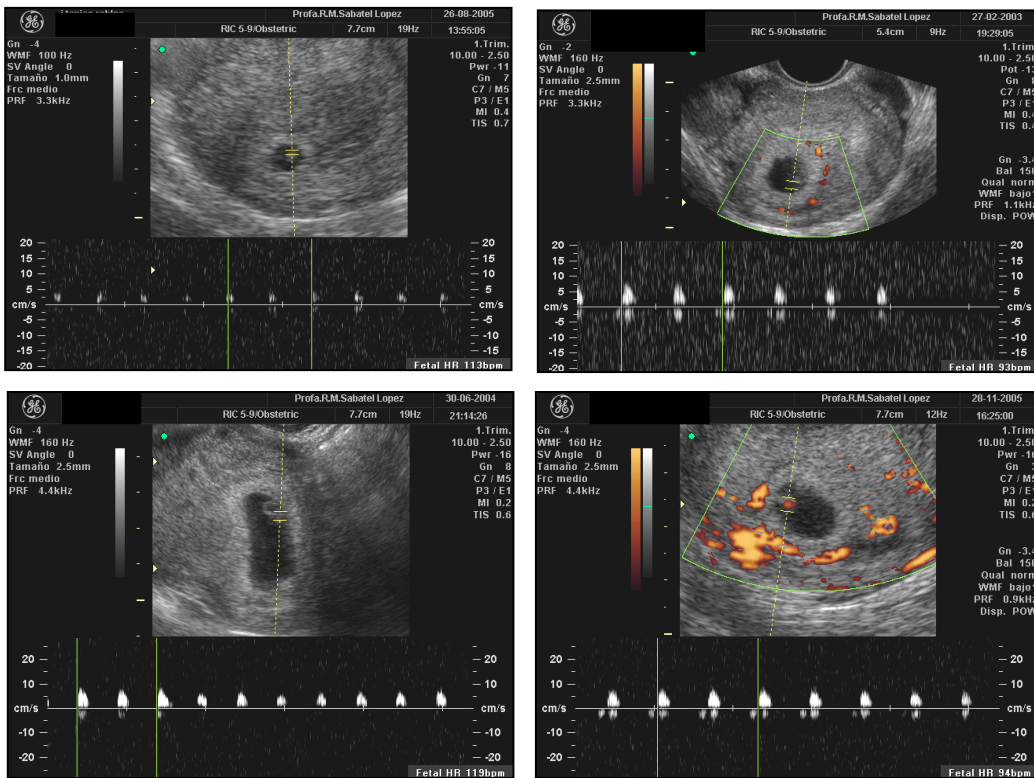
Tabla 37: FRECUENCIA CARÍACA : Características evolutivas según la Semana de Desarrollo Embrionario						
Sem.Desarrollo	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
3+1 – 4 sem.	12	92-122	110,67	9,257	2,672	85,697
4+1 – 5 sem.	28	92-169	127,29	21,039	3,976	442,656
5+1 – 6 sem.	8	146-173	158,25	9,953	3,519	99,071
6+1 – 7 sem.	12	162-190	175,92	7,621	2,200	58,083
7+1 – 8 sem.	25	156 -188	173,52	8,206	1,641	67,343

FIGURA 143 : FRECUENCIA CARDIACA EN LAS DIFERENTES SEMANAS DE DESARROLLO EMBRIONARIO

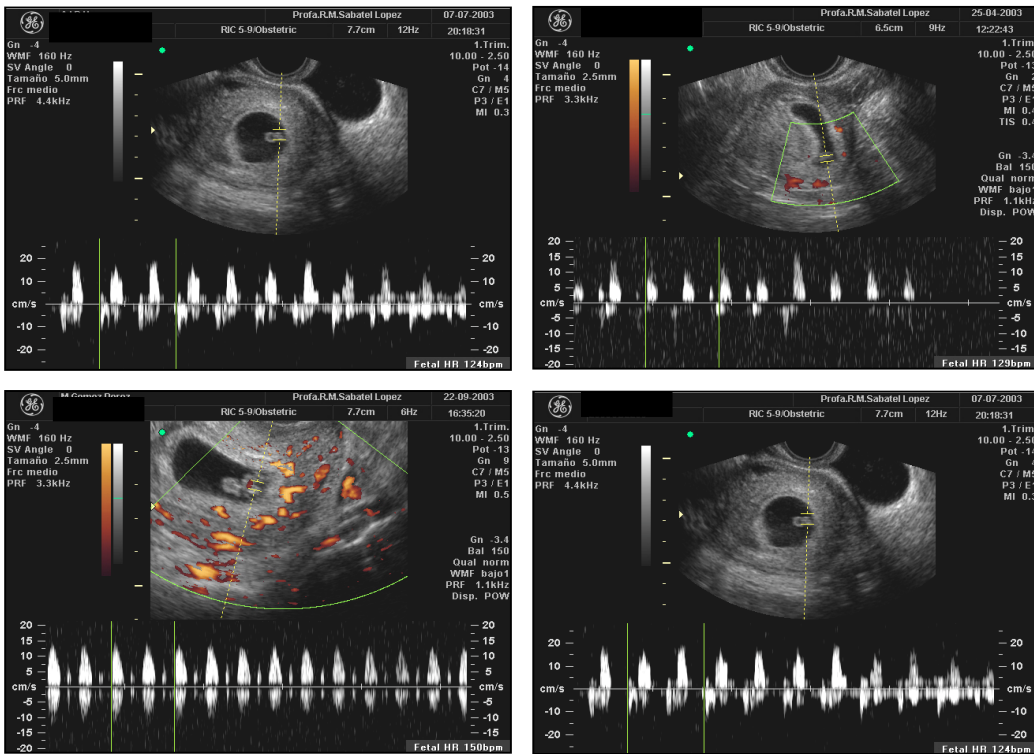


Los hallazgos anteriores nos condujeron a una nueva valoración de los 85 casos en los que teníamos registro döppler (OVF) de la frecuencia cardíaca, el estudio de los mismos nos permitió agruparlos en 4 tipos de acuerdo con su complejidad. El que denominamos **Tipo 1**, se caracteriza por presentar un solo componente sistólico y es el que corresponde con los registros más precoces del latido cardíaco (**Figura 143**). En el **Tipo 2**, existe el componente sistólico anterior, pero se registro también otros componentes de menor velocidad (**Figura 144**). El **Tipo 3** presenta un gran componente sistólico y otros componentes con velocidad superior a los del tipo 2 (**Figura 145**). los registros más complejos los catalogamos como **Tipo 4** (**Figura 146**).

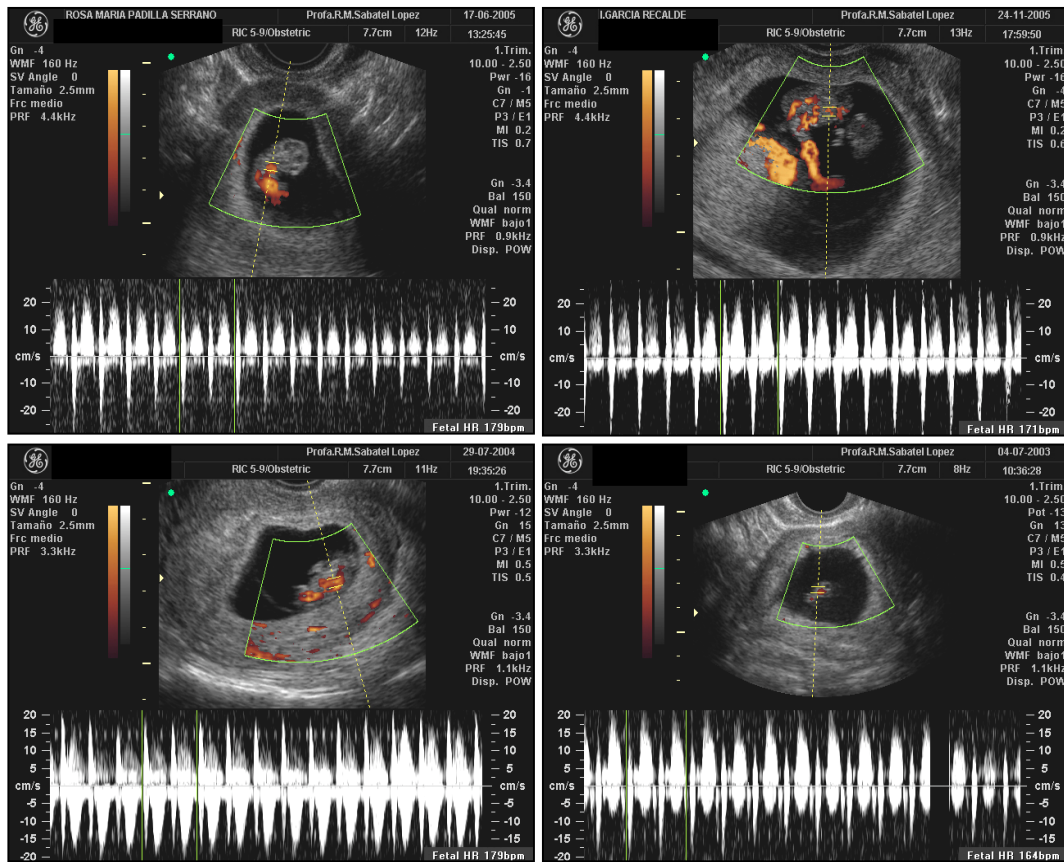
**FIGURA 143 :
FRECUENCIA CARDIACA : REGISTRO DÖPPLER TIPO 1**



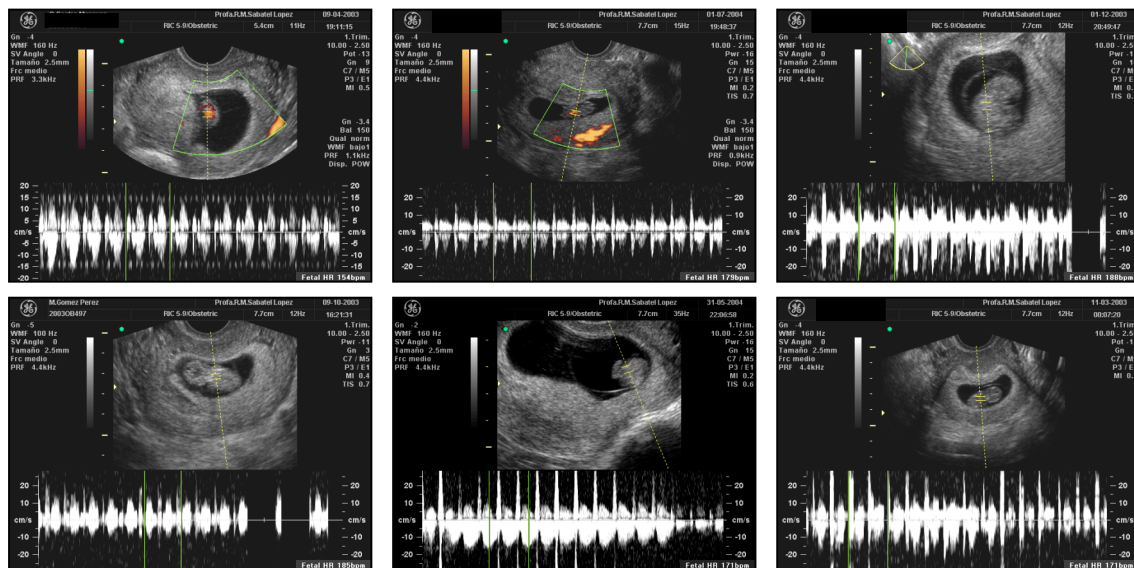
**FIGURA 144 :
FRECUENCIA CARDIACA : REGISTRO DÖPPLER TIPO 2**



**FIGURA 145:
FRECUENCIA CARDIACA : REGISTRO DÖPPLER TIPO 3**

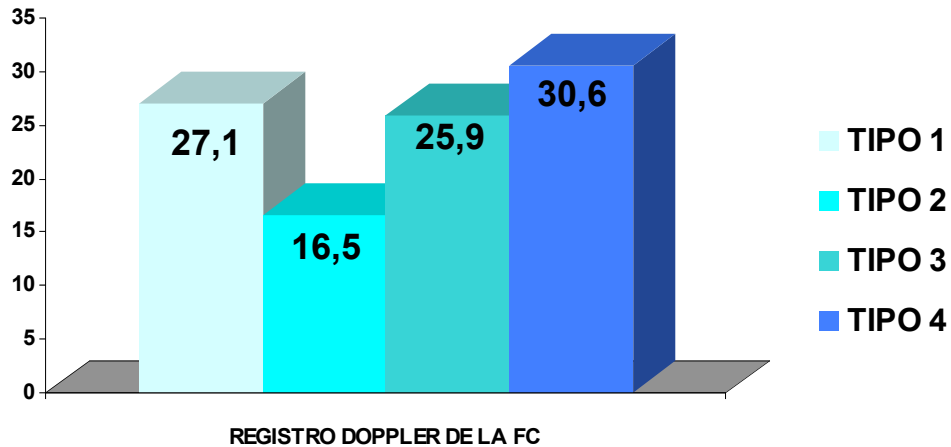


**FIGURA 146 :
FRECUENCIA CARDIACA : REGISTRO DÖPPLER TIPO 4**



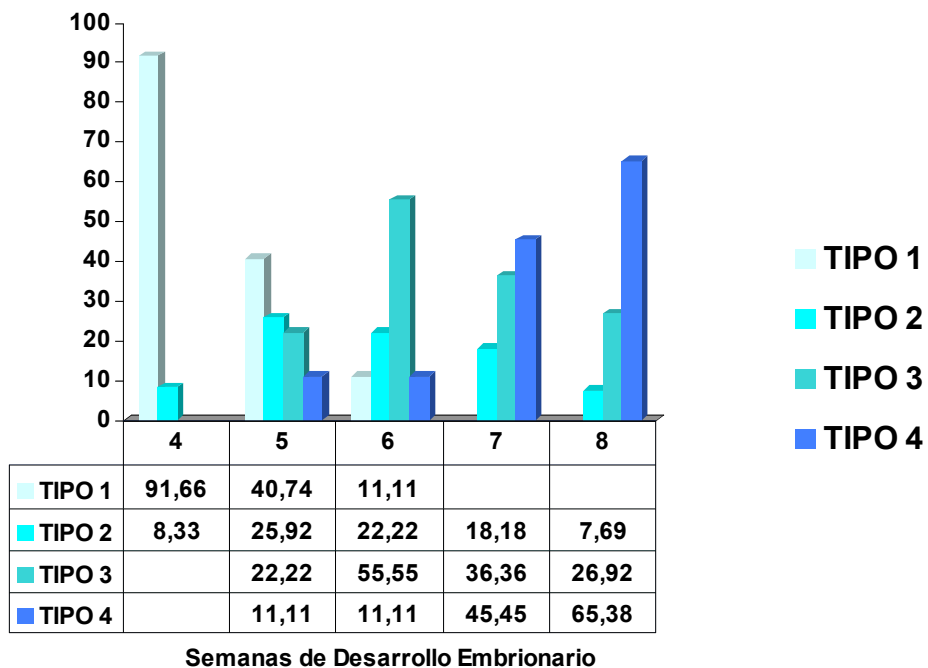
En la **Figura 147** observamos la distribución de los 85 casos , según el tipo de registro .

FIGURA 147 : DISTRIBUCION DE LOS CASOS según EL TIPO DE REGISTRO DOPPLER DE LA FRECUENCIA CARDIACA



Al considerar el tipo de Registro de la frecuencia cardiaca según las semanas de desarrollo (**Figura 148**) debemos destacar como los registros tipo 1y 2 , son los únicos que encontramos en la semana 4 de desarrollo embrionario , y que el tipo de registro 4 es el que predomina en la semana 8 .

FIGURA 148 : DISTRIBUCION DE LOS CASOS según EL TIPO DE REGISTRO DOPPLER DE LA FRECUENCIA CARDIACA y LA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO



Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

Al considerar los días de desarrollo de cada tipo de registro , como vemos en las **Tablas 38 y 39** , y en la **Figura 149** , la media de días de desarrollo fue aumentando con la complejidad de registro Döppler de la frecuencia , con significación estadística en los resultados del tipo 1 (28,35 +/- 3,961 días) y el tipo 2 (37,71 +/- 10,126 días) , así como en los del tipo 3 (43,18 +/- 8,937 días) y el tipo 4 (49,62 +/- 7,945 días) .

Tabla 38: DIAS DE DESARROLLO EMBRIONARIO según el TIPO DE REGISTRO DÖPPLER DE LA FRECUENCIA CARDIACA						
Tipo Registro	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
Tipo 1	23	22-41	28,35	3,961	0,826	15,692
Tipo 2	14	28-57	37,71	10,126	2,706	102,527
Tipo 3	22	29-58	43,18	8,937	1,905	79,870
Tipo 4	26	30-58	49,62	7,945	1,558	63,126

**FIGURA 149 :
DIAS DE DESARROLLO EMBRIONARIO según el TIPO DE REGISTRO DÖPPLER DE LA FRECUENCIA CARDÍACA**

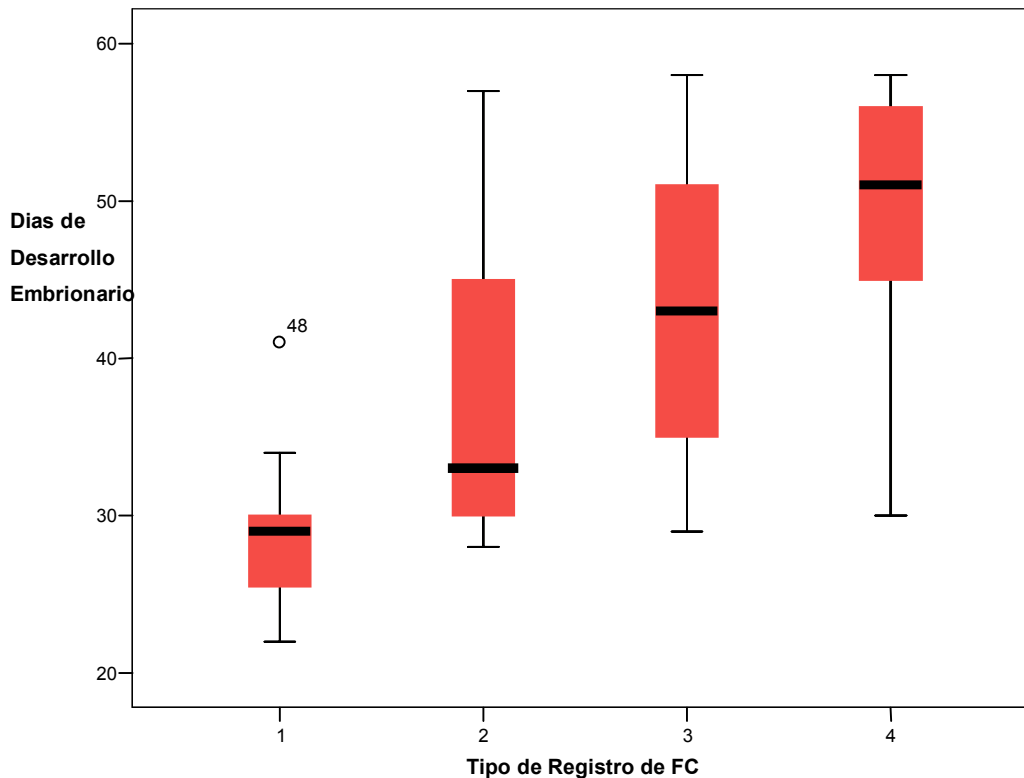


Tabla 39 : Comparación de las medias de Desarrollo Embrionario según el TIPO DE REGISTRO DÖPPLER DE LA FRECUENCIA CARDIACA			
Tipo Registro	Test STUDENT		
1			"t" = - 3,991 p<0,000
2			
3	"t" = -2,640 p<0,01		"t" = -1,700 n.s.
4			

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

La frecuencia cardiaca media sufre un incremento con la complejidad del registro döppler (**Tablas 40 y 41** , y **Figura 150**) de 116,13 lat/min en el tipo 1 , asciende a 141 lat/min , en el tipo 2 , sigue ascendiendo hasta 163,14 lat/min en el tipo 3 y alcanza los 171,61 lat/min en el tipo 4 , con diferencias estadísticamente significativas entre ellos .

Tabla 40: FRECUENCIA CARDIACA según el TIPO DE REGISTRO DÖPPLER DE LA FRECUENCIA CARDIACA						
Tipo Registro	N	Rangos	Media	DS	ES	Varianza
Tipo 1	23	92-171	116,13	18,096	3,773	327,482
Tipo 2	13	112-185	141	25,371	7,037	643,667
Tipo 3	21	122-190	163,14	16,749	3,655	280,529
Tipo 4	23	14-188	171,61	11,264	2,349	126,885

FIGURA 150 : FRECUENCIA CARDÍACA según el TIPO DE REGISTRO DÖPPLER

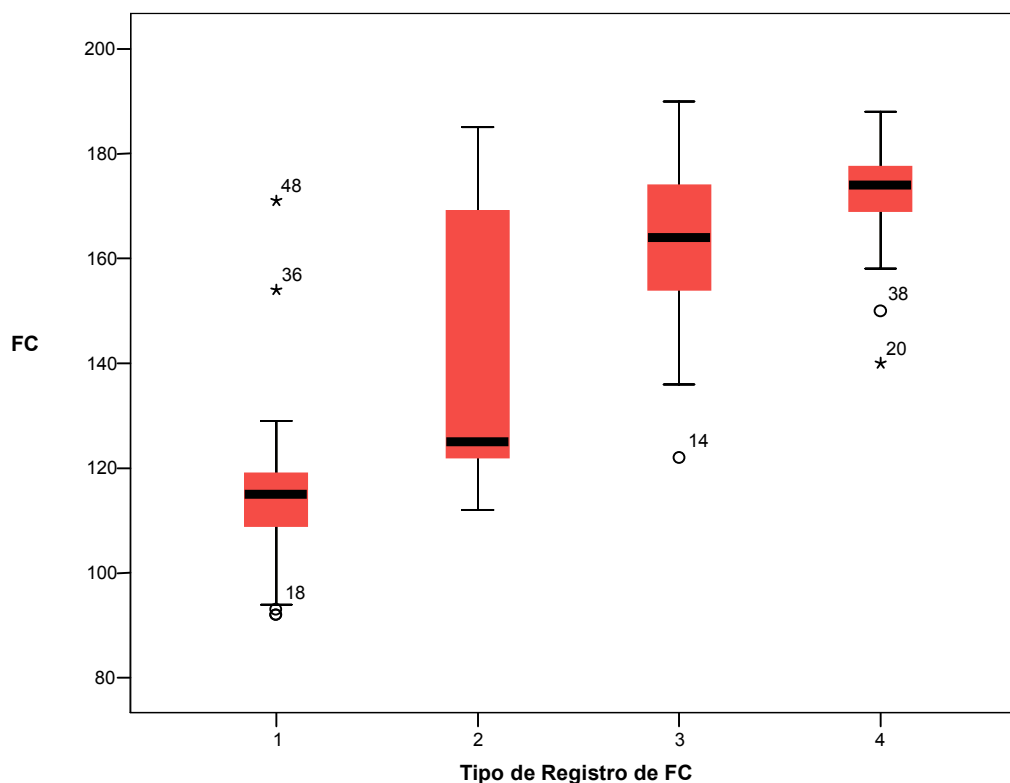
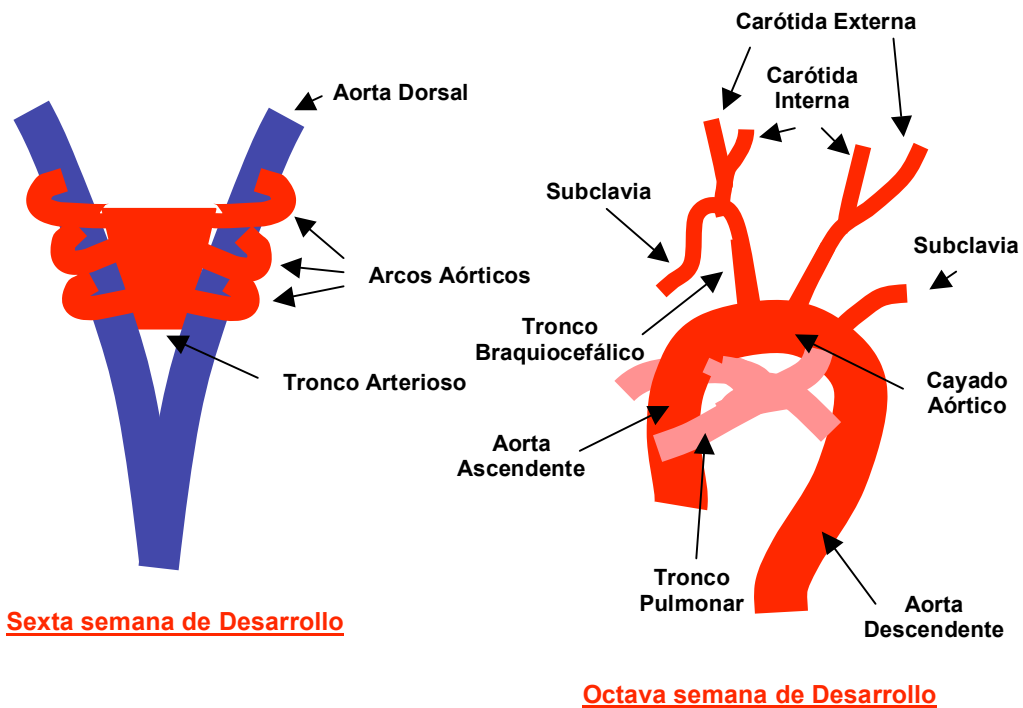


Tabla 41 : Comparación de las medias de la Frecuencia Cardiaca Embrionario según el TIPO DE REGISTRO DÖPPLER			
Tipo Registro	Test STUDENT		
1			"t" = - 3,420 p<0,002
2		"t" = -3,074	
3	"t" = -1,983 p < 0,05	p < 0,004.	
4			

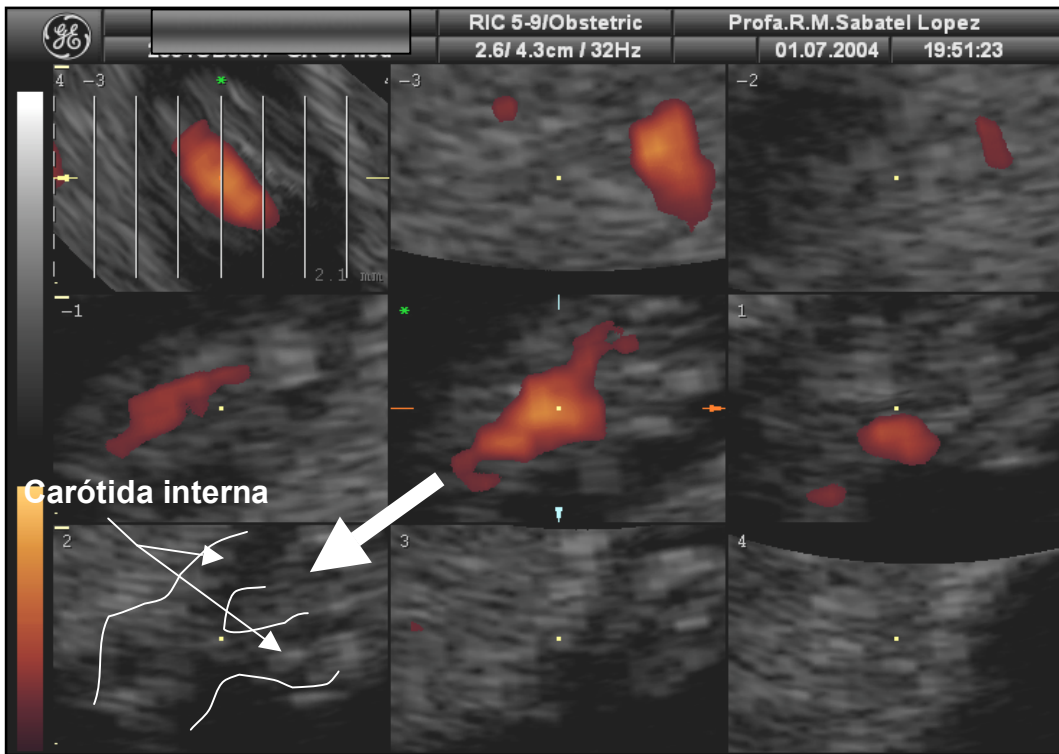
En la cuarta semana del desarrollo se produce paralelamente el desarrollo de los arcos faríngeos , que son irrigados por los arcos aórticos , y terminan en la aorta dorsal del embrión . El número de arcos aórticos , es similar al de arcos faríngeos , pero habitualmente no todos coexisten a la vez , de manera que cuando se forma el sexto , el primero y el segundo han desaparecido . Entre la sexta y octava semana del desarrollo se produce la transformación del cayado aórtico , para que con posterioridad , el sistema arterial fetal adopte la configuración propia del adulto (**Figura 151**).

**FIGURA 151 :
EVOLUCIÓN DEL SISTEMA ARTERIAL EMBRIONARIO**

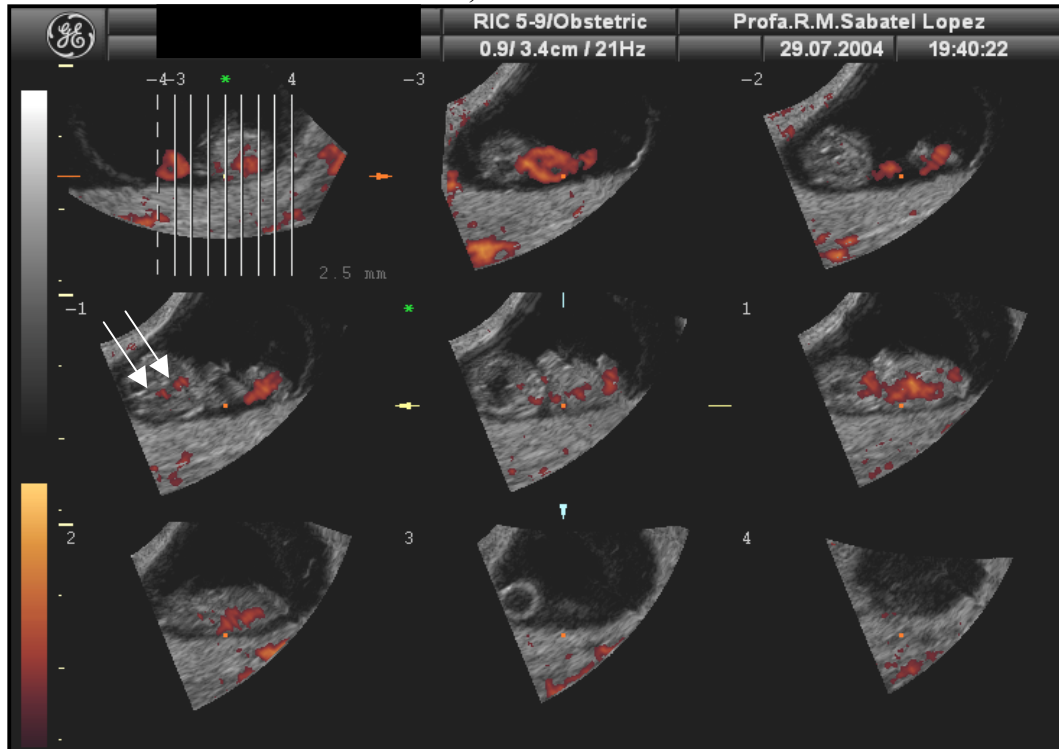


Con Power 3D y utilizando el TUI (Tomographic Ultrasound Imaging) , en el día 30 de desarrollo se pueden localizar las carótidas internas , partiendo del saco aórtico (**Figura 152**) y por el mismo procedimiento las carótidas primitivas en gestaciones en el día 50 de desarrollo (**Figura 153**) , arterias identificables con facilidad en la octava semana del desarrollo (**Figura 154**) .

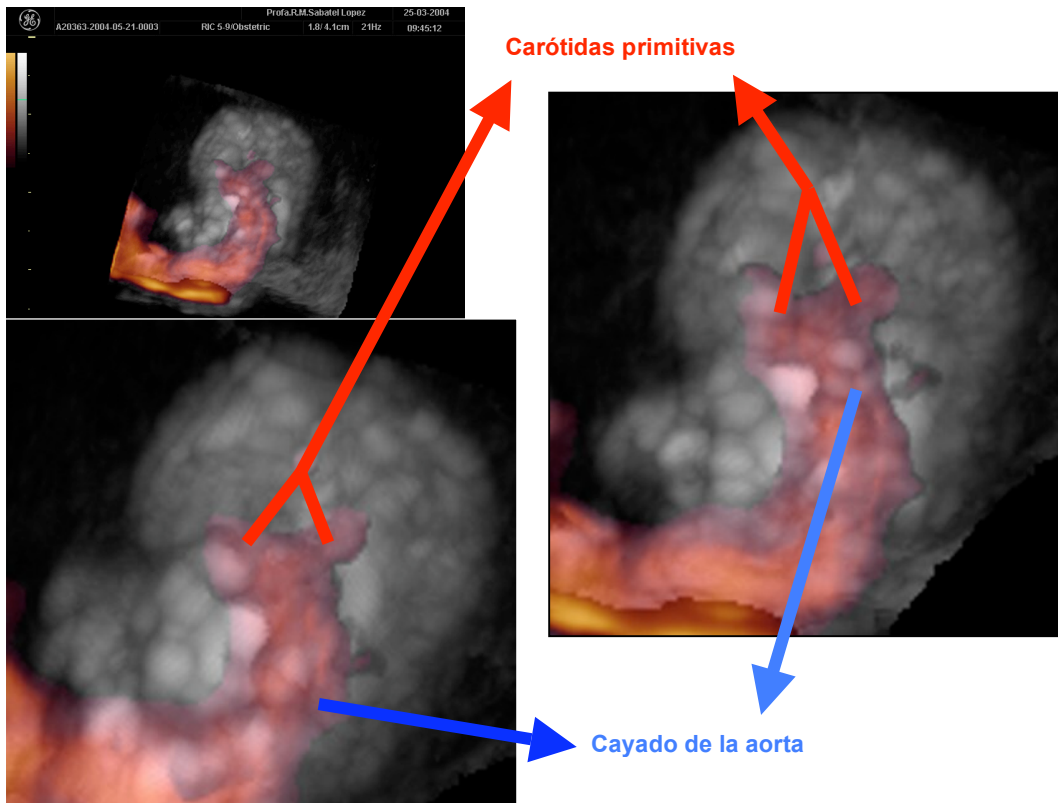
**FIGURA 152 :
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ARTERIAL EMBRIONARIO
EN EL DÍA 30 DE DESARROLLO CON POWER 3D Y TUI**



**FIGURA 153 : CARÓTIDAS PRIMITIVAS EN EL DÍA 50 DE
DESARROLLO, CON POWER 3D Y TUI**



**FIGURA 154 :
CARÓTIDAS PRIMITIVAS
EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA 3D**



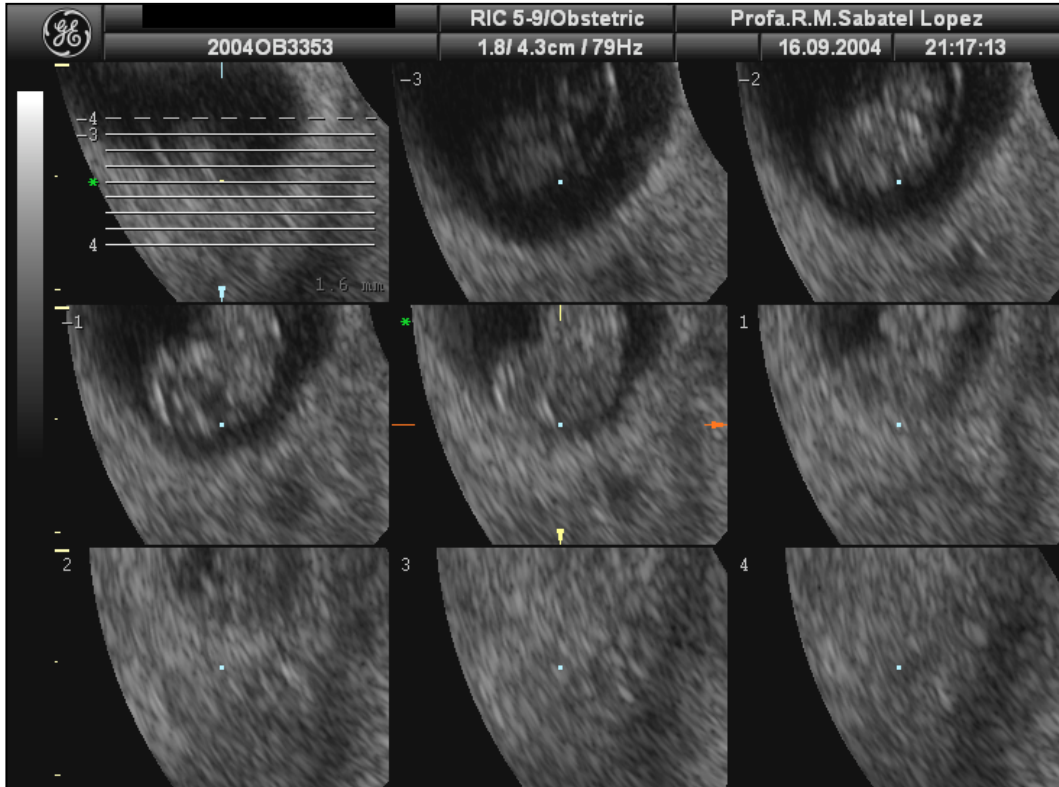
B.2.2.3.3.- Desarrollo del Sistema Óseo

B.2.2.3.3.1.- Huesos del Cráneo

El sistema óseo craneal se subdivide en Neurocráneo , que configurará la cubierta ósea del sistema nervioso , y Viscerocráneo , que configurará las estructuras óseas de la cara . Tanto uno como otro pasarán por una primera fase cartilaginosa y un posterior periodo de osificación , con un patrón secuencial de osificación bien definido para el neurocráneo , secuencia encabezada por el frontal , al que sigue el occipital , el basiesfenoides y el etmoides .

En la séptima semana de desarrollo embrionario , utilizando la imagen multiplanar de la 3D y el TUI , podemos observar , como en la zona frontal ya comienzan a parecer , zonas de mayor densidad (**Figura 155**) .

**FIGURA 155 :
NEURO CRÁNEO EN LA SÉPTIMA SEMANA DE DESARROLLO.
IMAGEN MULTIPLANAR y TUI .**

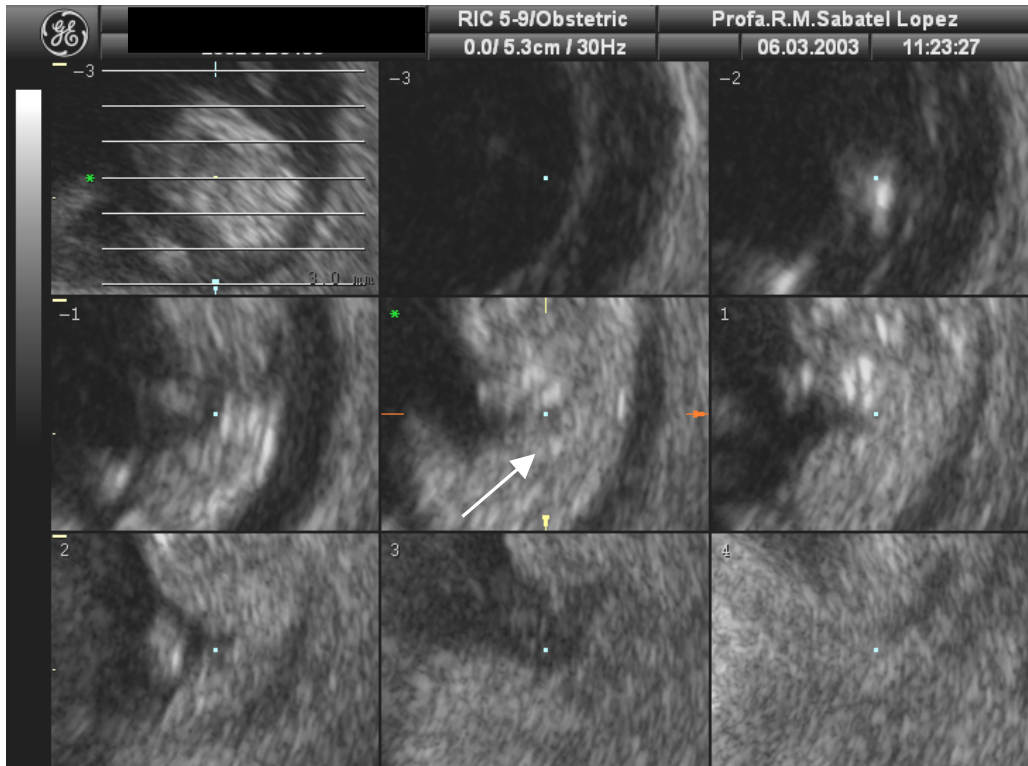


B.2.2.3.3.2.- Huesos largos

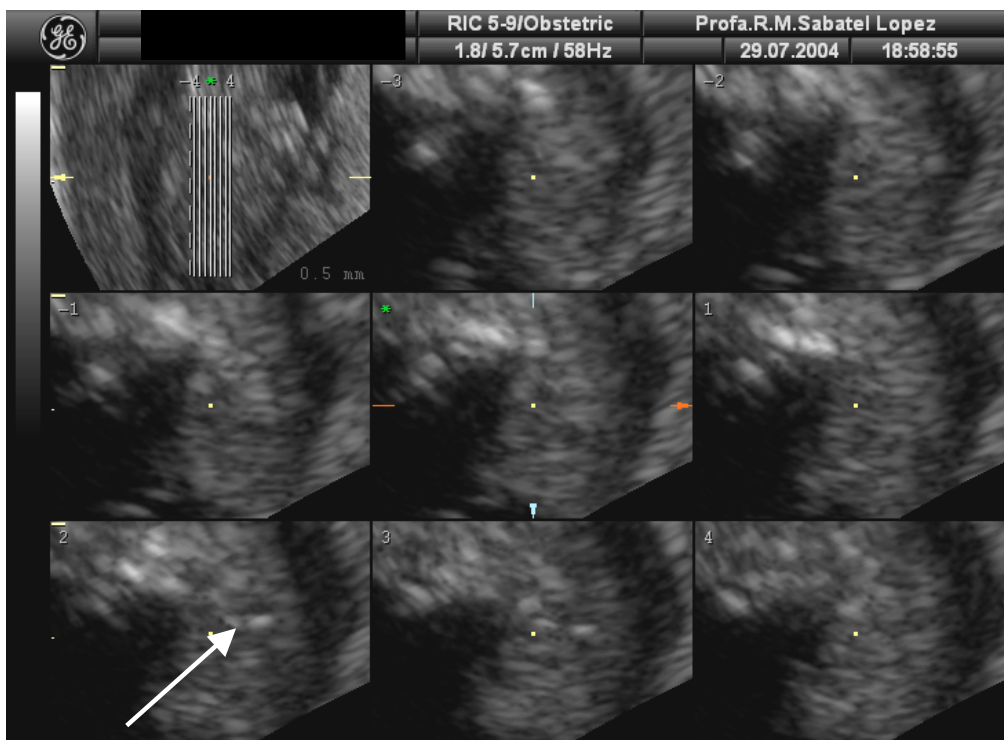
Hacia la sexta semana de desarrollo embrionario , los huesos largos se encuentran en período de condricificación , comenzando su osificación hacia la octava semana de desarrollo embrionario . Esta osificación comienza por las zonas centrales de las diáfisis , de manera que , entre la séptima y doceava semana de desarrollo todos los huesos largos tendrán centros de osificación . El primero de los huesos largos en presentar centros de osificación , es la clavícula .

La posibilidad de conseguir una tomografía ecográfica mediante el TUI , a partir de las imágenes multiplanares , nos permite identificar los núcleos de osificación de la clavícula en la octava semana de desarrollo embrionario (Figuras 156 y 157) .

**FIGURA 156 : PUNTO DE OSIFICACIÓN DE LA CLAVÍCULA
EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO.
IMAGEN MULTIPLANAR Y TUI**



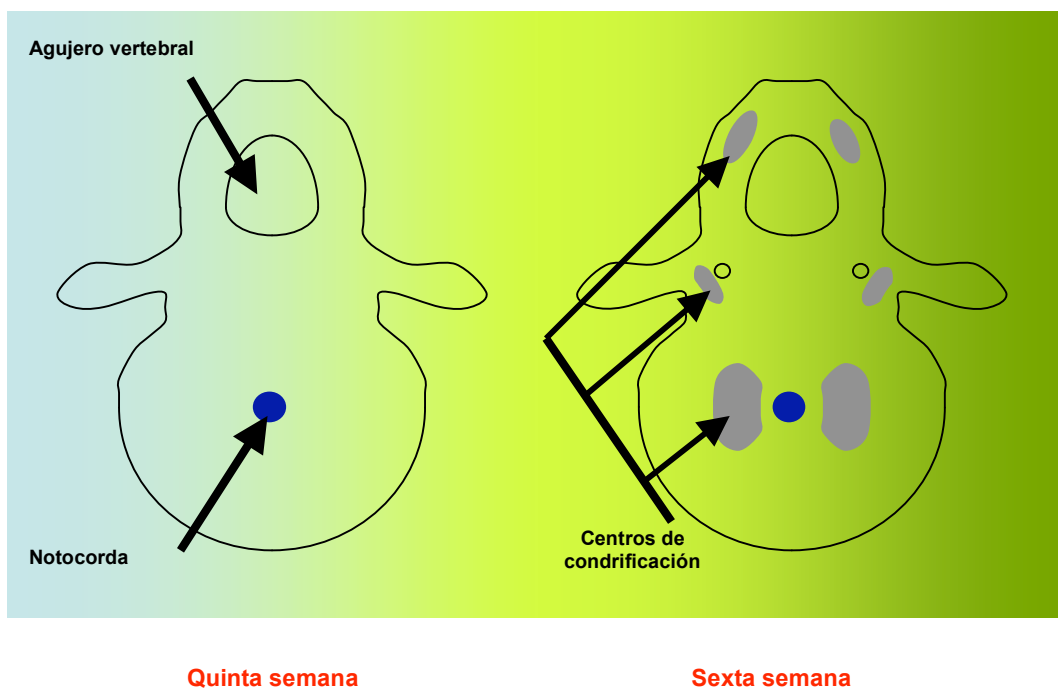
**FIGURA 157 : PUNTO DE OSIFICACIÓN DE LA CLAVÍCULA
EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO.
IMAGEN MULTIPLANAR Y TUI .**



B.2.2.3.3.3.- Columna vertebral

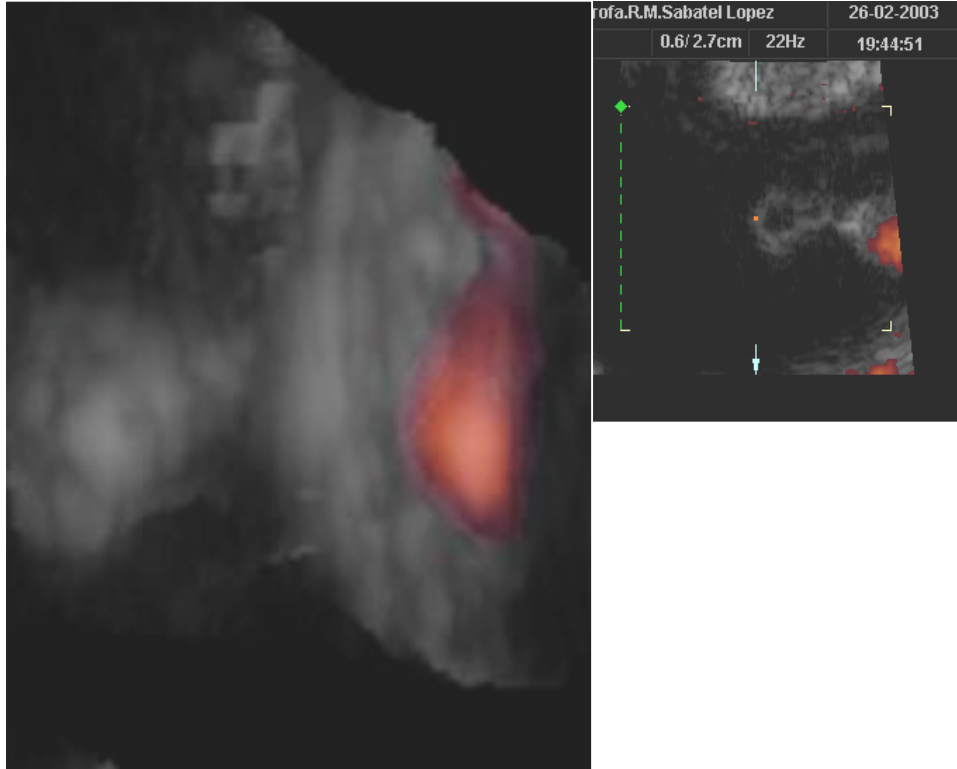
En las cinco primeras semanas del desarrollo embrionario , se han formados vértebras mesenquimatosas , a partir de células provenientes de las esclerotomas , vértebras que en la sexta semana comenzarán a tener centros de condricación (**Figura 158**) .

**FIGURA 158 :
CARACTERÍSTICAS VERTEBRALES EN LA QUINTA Y SEXTA
SEMANAS DE DESARROLLO EMBRIONARIO**



Estos núcleos de condricación son identificables , cuando observamos la columna con Power 3D , con la forma de captura body (**Figura 159**) .

**FIGURA 159 : CARACTERÍSTICAS VERTEBRALES
EN LA SEXTA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



A partir de la séptima semana de desarrollo , la columna comienza su osificación , con la aparición de núcleos de osificación , existiendo en la octava semana de desarrollo tres núcleos por vértebra : uno central que corresponde al cuerpo vertebral y dos laterales que corresponden a los arcos vertebrales (**Figura 160**) . En este momento del desarrollo y con 3D , se pueden localizar estos núcleos (**Figura 161 - 163**) .

FIGURA 160 : NUCLEOS DE OSIFICACIÓN VERTEBRAL EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO

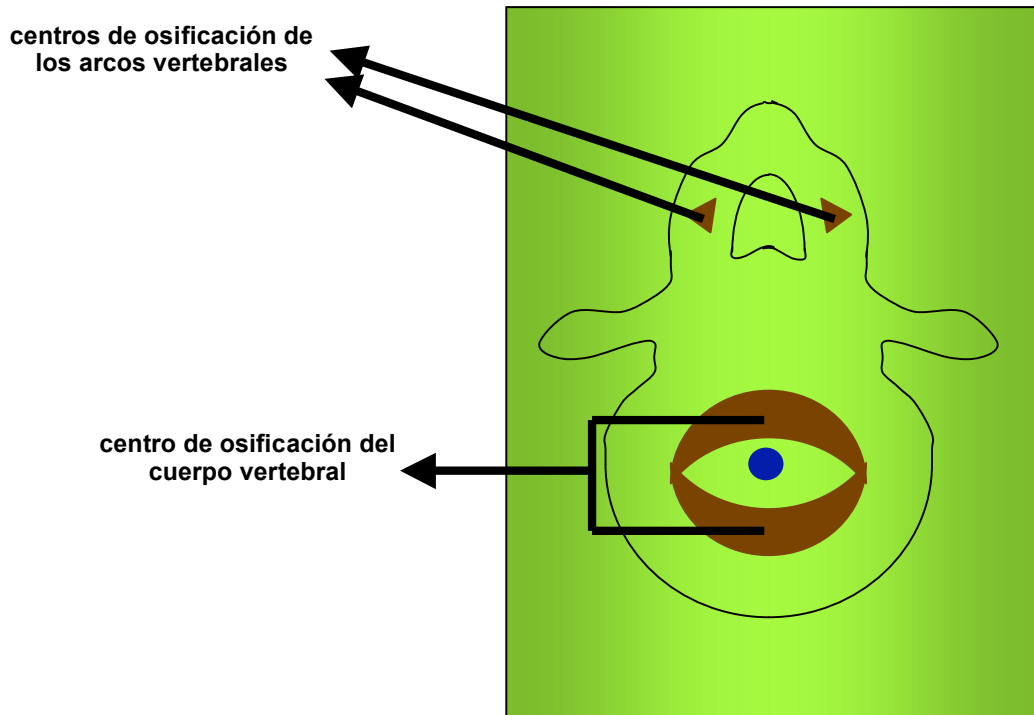
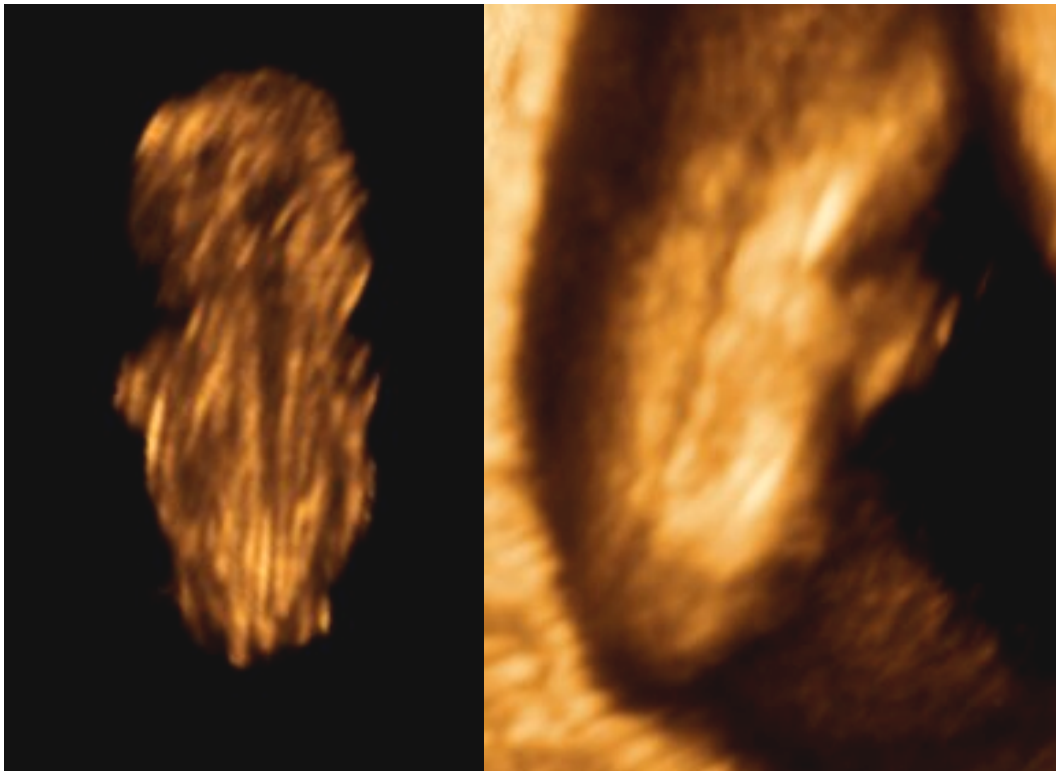
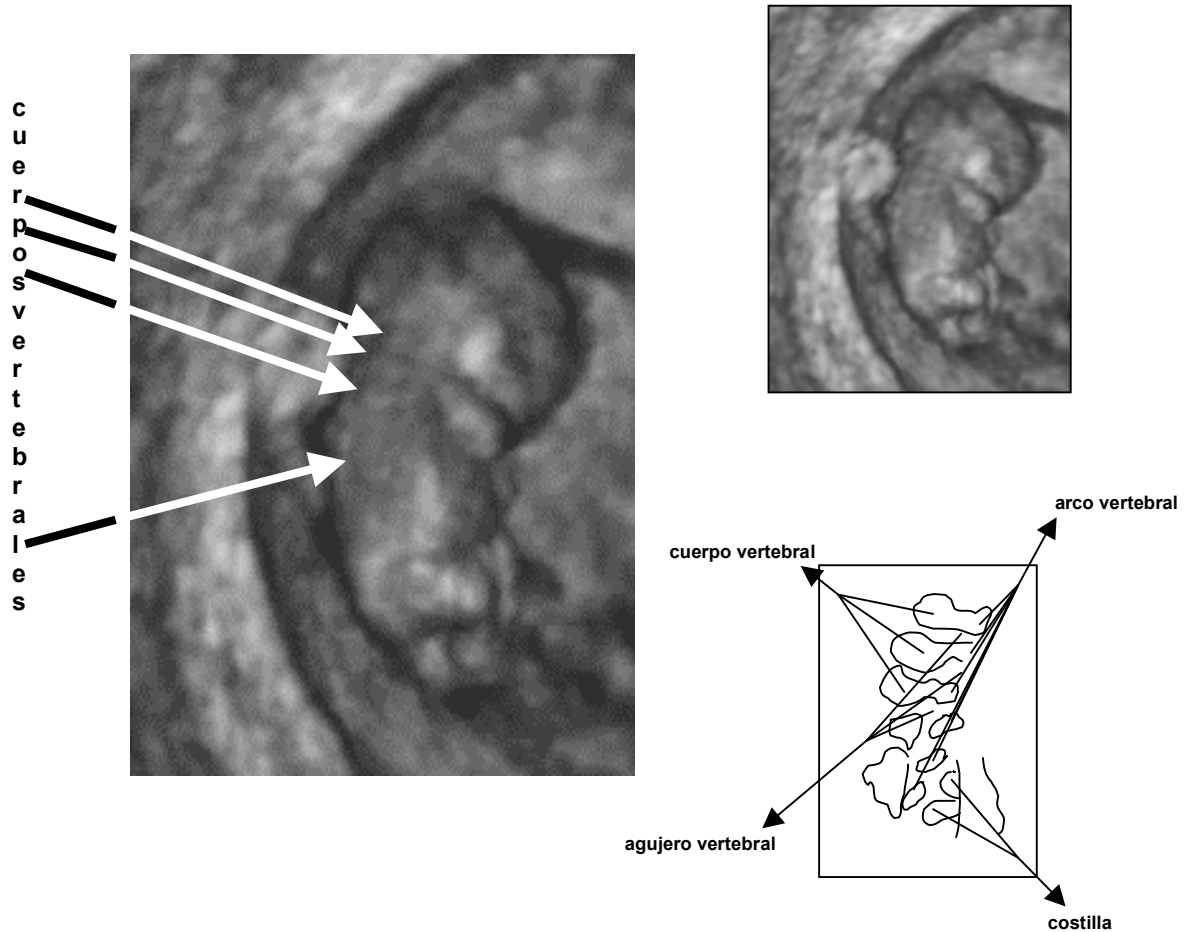


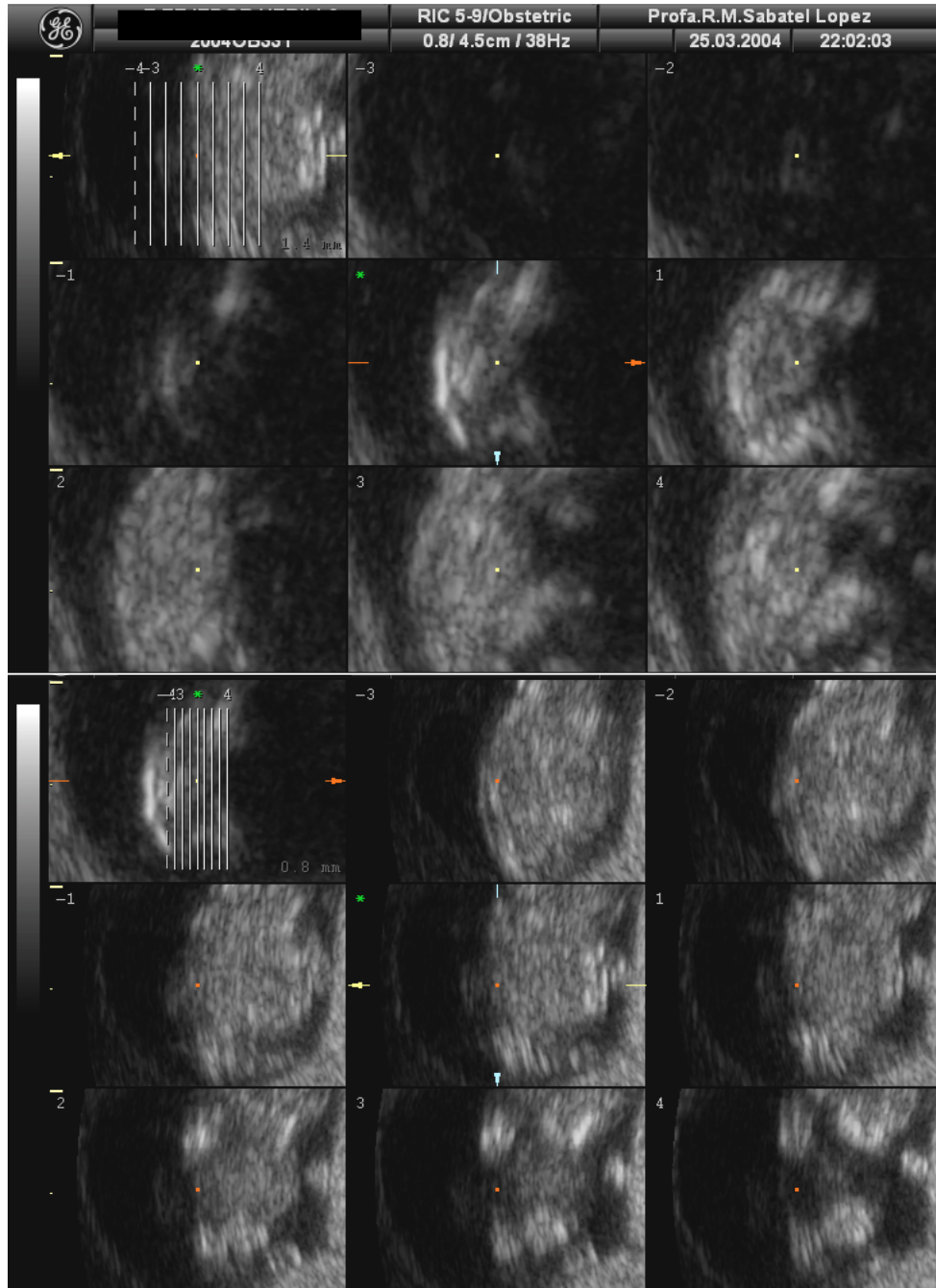
FIGURA 161 : COLUMNA VERTEBRAL EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL



**FIGURA 162 :
COLUMNA VERTEBRAL
EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



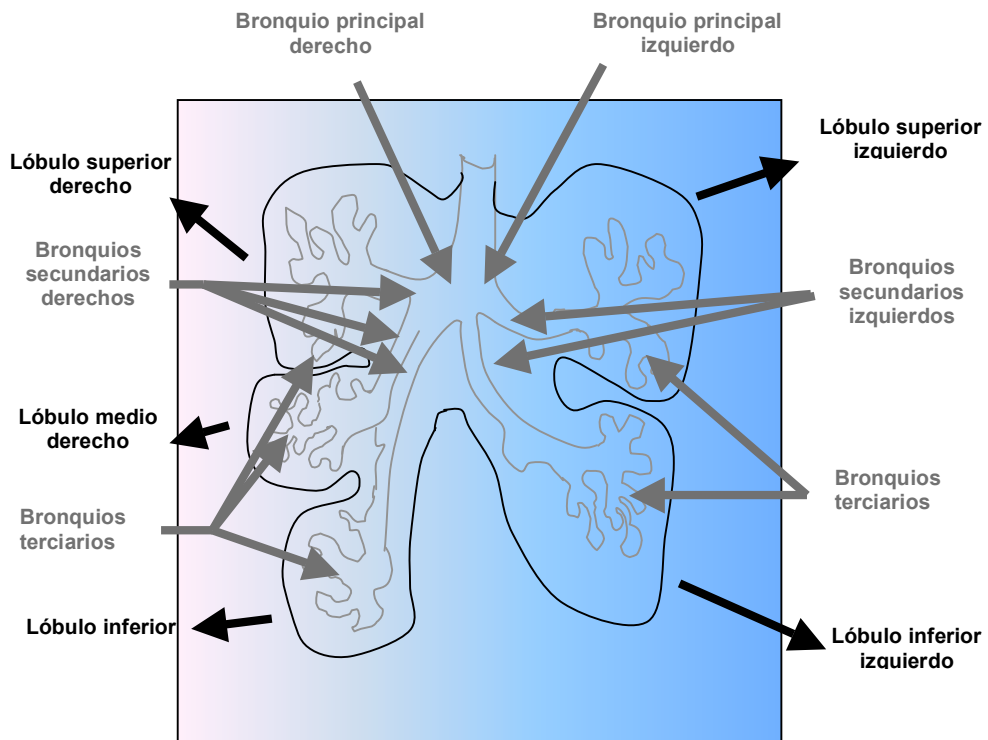
**FIGURA 163 :
COLUMNA VERTEBRAL
EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO
CON TUI DE LA IMAGEN MULTIPLANAR**



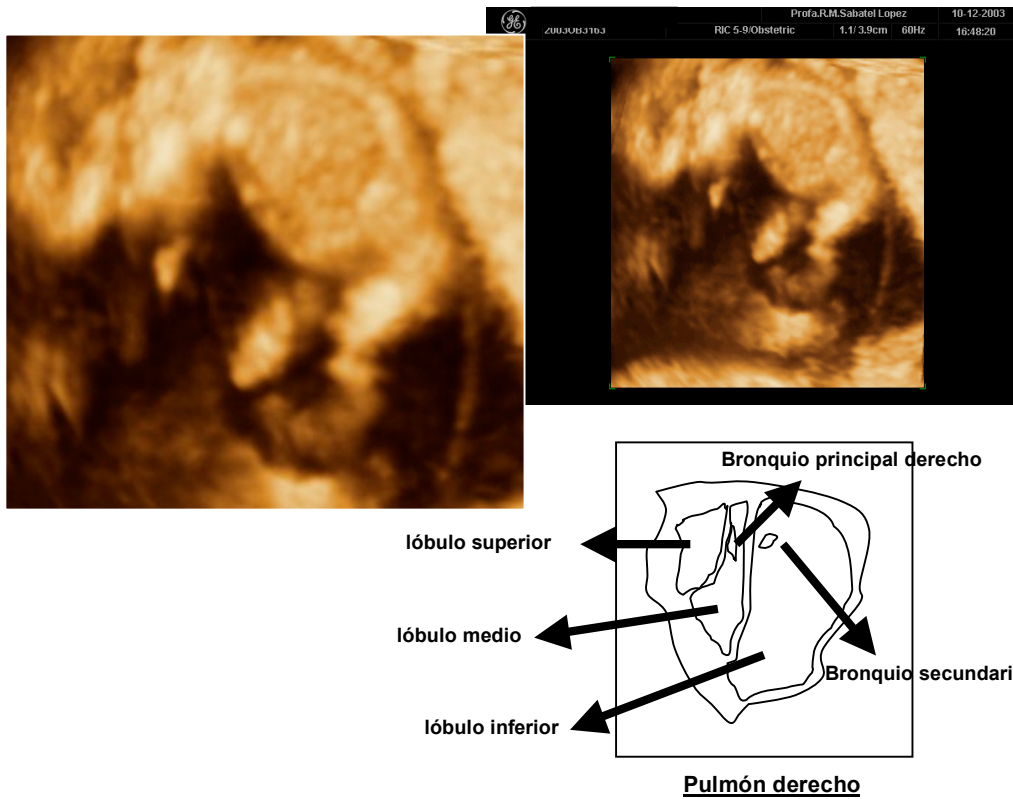
B.2.2.3.4.- Desarrollo del Pulmón

En embriones tan pequeños , es prácticamente imposible poder seguir , ecográficamente , el desarrollo de las vísceras debido a su pequeño tamaño y a la densidad de las diferentes capas titulares ; sólo el pulmón se escapa a este comportamiento . En la octava semana del desarrollo , el árbol bronquial está constituido por dos bronquios principales , izquierdo y derecho , siendo el derecho mayor que el izquierdo ; bronquios secundarios y bronquios segmentarios ó terciarios , encontrándose el pulmón a nivel histológico en su período pseudoglandular (**Figura 164**) . Con ecografía 3D , identificamos el pulmón embrionario , los lóbulos e incluso el corte de bronquios (**Figura 165**) .

**FIGURA 164 :
CARACTERÍSTICAS PULMONARES
EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO EMBRIONARIO**



**FIGURA 165 :
PULMÓN EN LA OCTAVA SEMANA DE DESARROLLO
CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL**



Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

DISCUSION

SACO GESTACIONAL

Con ecografía bidimensional la primera estructura visible es el Saco Gestacional ; nos aparece como una zona anecogénica en el espesor del endometrio , rodeada de un halo de mayor ecogenicidad . Con sonda vaginal puede identificarse , cuando alcanza 2-3 mms. , en gestaciones de 4 + 2 semanas (30 días de gestación – 16 días de desarrollo) (7,56-60) .

Las publicaciones que valoran el saco gestacional con tres dimensiones , lo hacen partiendo de gestaciones de 5 semanas (10,27,37) . Nosotros en el 2003 (61) publicamos la imagen correspondiente al único caso de nuestro material en el que fue posible diagnosticar el embarazo en el día 27 del ciclo (3+ 6 semanas de gestación - 13 días de desarrollo) con ecografía tridimensional , sin que fuera visible con la ecografía convencional . Con tres dimensiones pudimos localizar el relieve del saco gestacional sobre la superficie endometrial .

Con ecografía bidimensional podemos valorar los diámetros : longitudinal , anteroposterior y transversal del saco gestacional; los tres aumentan con la edad gestacional (62-65) , siendo el diámetro longitudinal el que lo hace con mayor rapidez. . Dado que la forma del saco gestacional puede influir en los resultados de la valoración , hay autores (62) que recomiendan la valoración del diámetro medio , obtenido de la suma de los tres diámetros , dividida por tres .

Nuestros resultados , como los de otros (25,37,66-68) , también muestran un incremento gradual del diámetro medio del saco , con un coeficiente de correlación de $r = 0,893$.

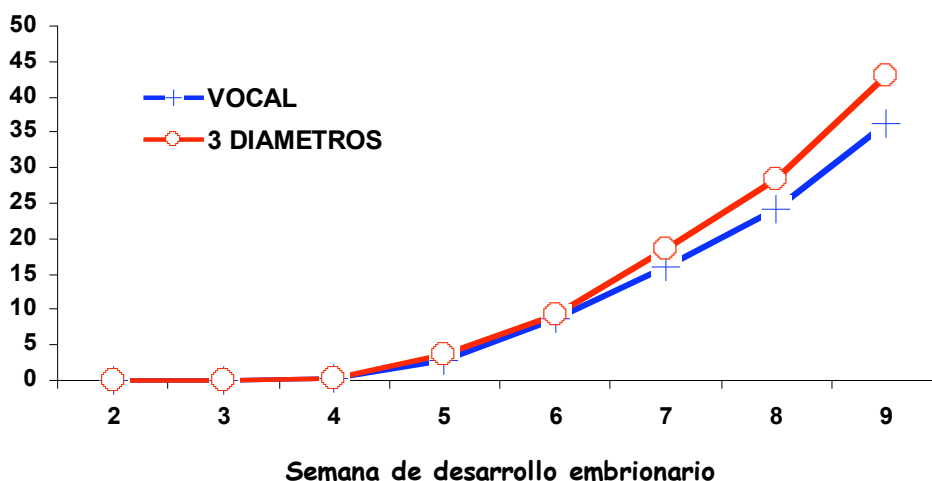
Inicialmente con 2D , el volumen del saco gestacional se obtuvo a partir de los tres diámetros aplicando la fórmula de la elipse (64,69,70) . Con este procedimiento (71) se demuestra un crecimiento que inicialmente es exponencial para pasar , con posterioridad , a una forma de crecimiento más lineal .

La llegada de la 3D permite una mejor valoración del volumen de las estructuras a valorar . Con el sistema multiplanar del Voluson 730 , podemos calcular el volumen mediante el sistema Vocal , o bien , podemos aplicar la fórmula de la elipse , obteniendo los diámetros de los tres planos del espacio . Este segundo procedimiento , nos pareció más exacto que el de la ecografía bidimensional , ya que con aquella la medición de los diámetros longitudinal y anteroposterior se realizan en el mismo plano debiendo rotar la sonda 90° para obtener el diámetro transversal , y sin embargo , la imagen multiplanar , si que permite medir los tres diámetros en un mismo corte . En el segundo curso de la Madrid Internacional School of 3D Ultra Sonography (MISUS) celebrado en

Madrid en Abril del 2005 (72) presentamos los resultados de la valoración del volumen del saco gestacional con 3D a partir de los tres diámetros de la imagen multiplanar y valorado con Vocal . Como se aprecia en la **Figura 166** las curvas de crecimiento se separan más cuanto mayor es el volumen obtenido , lo que nos permite deducir que la medición más exacta , es sin duda , la obtenida con el sistema Vocal utilizado en su forma manual , motivo por el que en este trabajo este ha sido el procedimiento utilizado para la estimación tridimensional de los volúmenes .

FIGURA 166 : VOLUMEN DEL SACO GESTACIONAL CON 3D MEDIDO CON VOCAL Y A PARTIR DE LOS TRES DIÁMETROS DE LA IMAGEN MULTIPLANAR (Sabatel ,R.M. II Curso MISUS , Madrid 2005)

VOLUMEN DEL SACO OVULAR con 3D



Al aplicar este procedimiento hemos comprobado la buena relación entre volumen del saco gestacional y la edad gestacional ($r = 0,892$) ; y al considerar semana a semana , dentro del período embrionario , el aumento del volumen , confirmamos con 3D los hallazgos de Robinson (71) , o lo que es lo mismo , que el crecimiento inicial del saco gestacional es de tipo exponencial , pasando de 0,0316 cc en el transcurso de la 5ª semana a 31,40 cc al finalizar la fase embrionaria .

Existe una buena correlación lineal entre diámetro y volumen del saco gestacional ; volumen , que como indicaba Steiner en 1994 esta relacionado con los incrementos de B-hCG , Estradiol y Progesterona (73) .

VESICULA VITELINA

La segunda estructura gestacional visible ecográficamente , es la Vesícula o Saco Vitelino , que embriológicamente corresponde con el saco vitelino secundario. La Vesícula Vitelina nos aparece como un anillo hiperecogénico en el interior de la zona anecogénica correspondiente al saco gestacional .

Con 2D la vesícula vitelina aparece en la 5+3 semanas , cuando el saco gestacional alcanza los 5 mms. (74,75) , dejando de observarse en la semana 12 (74) . La Vesícula vitelina debe visualizarse en el 100 % de las gestaciones cuyo diámetro del saco gestacional supere los 8 mms. (74) .

Rowling y cols. en 1999 (76) ponen de manifiesto la importancia del transducer para la visualización vaginal de las estructuras del embarazo precoz . En el año 1994 Zorrilla (77) en su Tesis Doctoral codirigida por mi directora de tesis, la Dra. Sabatel, y realizada con un ecógrafo Toshiba SAL-77B ,y sonda vaginal de 5 Mhz (con menores prestaciones que el Voluson 730 , con el que esta hecho este trabajo) , visualiza la vesícula vitelina en el 84,45 % de los casos . En el material del presente estudio la tasa de visualización alcanzó el 95,84 % .

Dado que la evolución de todas las gestaciones , consideradas en el presente trabajo , concluyó con una gestación normal a término , nuestros resultados nos permiten decir que esta estructura debe visualizarse en gestaciones iguales o superiores a 36 días (5+1 semanas) . Estos resultados mejoran los de la ecografía convencional (74) ya que el rango máximo del diámetro del saco gestacional fue , en nuestro caso , de 3,29 mms. y mejoran los hallazgos de Kupesic (32) quién en el 2001 , valorando 150 exploraciones con 3D entre la sexta y décima semana de gestación obtiene una visualización global del 80,38 % , con una máxima incidencia (90,71 %) entre la séptima-octava semana , estando en consonancia con los hallazgos de Deaton (78) , quién realizando ecografía transvaginal en casos de FIV entre los días 22-32 post-transferencia (36-46 días de gestación) observa como la visualización de vesícula vitelina en esa exploración , se siguió , en el 94 % de los casos de la aparición de frecuencia cardiaca , y en mujeres de menos de 36 años , con una tasa de abortos espontáneos de solo el 4,5 % .

Mientras que parece existir unanimidad en que, la ausencia o la falta de visualización de la vesícula vitelina (77,78,79) , o la minimización en el tamaño y/o la ecogenicidad de la misma (75,77,80-84) son signo de mal pronóstico gestacional , acompañándose de una mayor tasa de gestaciones abortivas ; no parece ocurrir lo mismo al considerar las características del crecimiento de la estructura , a lo largo del primer trimestre de la gestación . Para unos (75,85) el diámetro de la vesícula vitelina tiene un crecimiento exponencial entre la 5ª y 11ª semana de gestación , para desaparecer en la 12ª semana , mientras que para otros (86) el crecimiento es bifásico , con máximo al alcanzar el embrión los 35 mms.

Nuestros hallazgos tienen mejor consonancia con un crecimiento con ritmo bifásico a lo largo del período embrionario del desarrollo (hasta la 10ª semana de gestación) , con una primera fase , que en el tiempo alcanza la 7ª semana de embarazo , en el que la vesícula aparece y crece rápidamente hasta superar los 4 mms. de diámetro ; para en una segunda fase , seguir creciendo , a un ritmo inferior , hasta superar los 5 mms. ; en la 10ª semana. Según nuestros datos , estas características evolutivas se mantienen al considerar el volumen de la vesícula vitelina con 3D , hallazgos en consonancia con lo expresado por Kupesic en 1999 (18) . Las modificaciones del volumen de la vesícula vitelina con ecografía tridimensional , también se asocian con mal pronóstico gestacional (18, 77,87) , aumentando en gestaciones de diabéticas (88) circunstancia en posible relación con el incremento de PGE2 en el contenido de la misma , demostrado por Schoenfeld en 1996 (89) .

EMBRION

Tras la visualización del saco vitelino , la ecografía convencional permite localizar una zona más ecogénica entre ella y la pared corial , que corresponde con el embrión , aceptándose que es visible con tamaños entre 1 y 2 mms, al inicio de la 6ª semana de gestación (5 semanas cumplidas) (90-93)

En el 8,3% de nuestras exploraciones , el embrión no se visualizó con 2D , ni con 3D ; estas exploraciones correspondían a gestaciones entre 4+1 sem y 5+2 sem. . Según estos resultados podemos decir que el embrión , debe visualizarse con 3D en gestaciones de 5+2 semanas , con sacos gestacionales de más de 6 mms.y volumen del saco gestacional superior a 0,9 ml , y por tanto que , la 3D anticipa la posibilidad de visualización del embrión , no solo en el tiempo (90 , 91) , si no en sacos más pequeños ; no debemos olvidar que con 2D se decía que el embrión debe visualizarse con sacos gestaciones superiores a 16 mms (74) o a 10 mms. (91) .

Desde la visualización ecográfica del embrión , su tamaño se incrementa con la edad gestacional (94-97) ; nosotros encontramos una excelente correlación entre CRL y edad gestacional , con un CRL medio que aumenta de tamaño desde 2,71 mms. entre la 5+1sem y 6 sem. hasta alcanzar los 27,36 mms. en la 10ª semana ; y por tanto , podemos decir que : en el transcurso de 5 semanas el embrión incrementa 10 veces su tamaño .

Si nos atenemos a nuestros resultados , la relación existente entre CRL y Saco gestacional es muy similar , tanto al considerar el diámetro del saco gestacional ($r = 0,861$) como si consideramos el volumen del saco gestacional ($r = 0,897$) ; si bien , la curva de regresión se ajusta más al considerar el volumen ($r = 0,886$) , que al considerar el diámetro ($r = 0,765$). Aviram (98) valorando el volumen del embrión y el CRL alcanza una relación entre ambos parámetros muy buena ($r = 0,939$) , estos hallazgos los obtiene valorando 72 gestaciones entre la 6ª y 12ª semana . Pese a estos resultados nosotros no hemos valorado el volumen fetal , por considerar que el volumen fetal desde la aparición de los miembros está sujeto a errores de medición .

FRECUENCIA CARDÍACA

Temporalmente , el cuarto hito de la ecografía en la gestación precoz , es la visualización y registro del latido cardíaco. Hacia el día 21-22 del desarrollo (35-36 días de gestación) comienza a latir el corazón embrionario (10 , 99) .

En 17 exploraciones (16,5 %) no visualizamos latido cardíaco ; en ellas la edad gestacional media fue de 35,59 días , con rangos entre 29 y 41 días y con tamaños embrionarios que oscilaron entre 1mm. y 2,97 mms.

De nuestros resultados se deduce que en gestaciones iguales o superiores a los 40 días (5 + 5 semanas) debemos visualizar latido cardíaco en la gestación normal ; hallazgos similares a los publicados por Pinto (100) quién , en 50 exploraciones entre la 4ª y 12ª semanas , detecta actividad cardiaca entre la 5+6 sem. y la 6+2 sem. , y que se anticipan en el tiempo , a lo indicado por Montenegro en 1994 (101) .

La frecuencia cardiaca varía mucho con la edad gestacional (102 – 106) y como se observa en nuestros resultados , los cambios son también grandes durante el período embrionario . Los primeros registros del latido cardíaco ponen de manifiesto la existencia de una bradicardia , con oscilaciones , según diversos autores (102,107-109) , entre 100-115 lat/min.

Nuestra curva de frecuencia cardiaca , muestra una frecuencia media de 110,67 lat/min en el transcurso de la 6ª semana , con un rango inferior de 92 lat/min. , mientras que en el transcurso de la 7ª semana , la frecuencia asciende a 127,29 lat/min. , con rangos entre 92 lat/min y 169 lat/min., y en el transcurso de la 8ª semana obtenemos una frecuencia media de 158,25 lat/min , con rangos entre 146 lat/min y 173 lat/min. , circunstancia indicada con anterioridad por otros (102,104,105) , aunque ellos hablan de rangos que oscilan entre 144 lat/min y 159 lat/min.

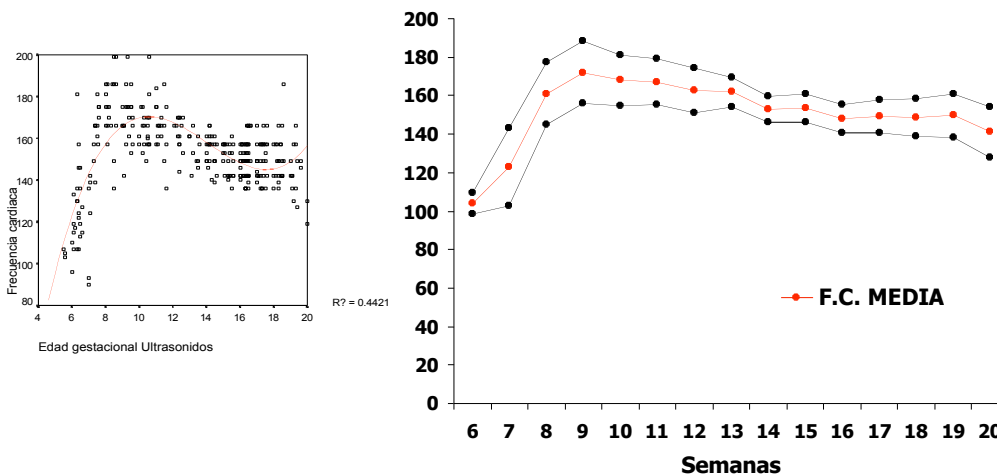
Según nuestros resultados , la mayor frecuencia cardiaca la alcanza el embrión en el transcurso de la 9ª semana , con una frecuencia media que llega a ser de 175,92 lat/min. y con rangos entre 162 lat/min y 190 lat/min.

Hertzberg (102) indica que después de la semana 10 , la frecuencia cardiaca desciende a valores que oscilan entre 137 lat/min y 144 lat/min , En nuestra casuística también se produce un ligero descenso a lo largo de la 10ª semana , pero con unos valores superiores : media de 173,52 lat/min. y rangos entre 156 lat/min y 188 lat/min.

Desde 1992 , momento en el que tuvimos la oportunidad de utilizar un ecógrafo con döppler pulsado , hasta el presente trabajo hemos elaborado 3 curvas de frecuencia cardiaca que incluyen el período embrionario , con 3 ecógrafos diferentes . La primera (110) con valoración de la frecuencia mediante döppler

pulsado y con ecógrafo Siemens – Quantum 2000 ; la segunda (111) registrando la frecuencia con Modo-M y ecógrafo ATL – HDI 1000 y la tercera que corresponde al presente trabajo en la que con un ecógrafo General-Electric Voluson 730 y mediante döppler pulsado obtuvimos la frecuencia embrionaria ; en las tres ocasiones hemos obtenido el mismo comportamiento del corazón embrionario : bradicardia inicial , con ascenso rápido de la frecuencia hasta la 9 semana y un posterior descenso y en las dos curvas anteriores con datos hasta concluir la primera mitad de la gestación , vimos como hacia la 14-15 semana es cuando la frecuencia cardiaca alcanza los valores que mantendrá en el resto del embarazo (**Figura 167**).

FIGURA 167 : CURVA DE FRECUENCIA CARDIACA EN LA PRIMERA MITAD DE LA GESTACION (Sabatel ,R.M. y cols. ,1999)



Sabatel , R.M. y cols. ,1999

Este comportamiento , al margen de las formas de obtención del registro de la frecuencia , al margen del ecógrafo utilizado y , al margen del número de casos considerados , evidentemente , debe responder a factores intrínsecos del propio corazón , factores que además acontecen en momentos concretos y que no pueden ser otros que circunstancias anatómicas y de funcionamiento cardíaco .

Si seguimos lo indicado por la Embriología (112-116) cuando comienza el latido cardíaco , el corazón es un tubo discretamente acodado . Este hecho anatómico nos explica el por qué , los primeros registros de la frecuencia cardiaca con döppler pulsado , nos muestran una onda de velocidad de flujo (OVF) con un solo componente sistólico y ausencia de componente diastólico , OVF que evidencia la alta resistencia al flujo sanguíneo de la estructura y OVF similar a la de los primeros registros obtenidos con döppler pulsado en cualquier otro vaso embrionario (**Figuras 168 , 169**) . Como indica Moore (114) estos primeros latidos son de origen ventricular.

**FIGURA 168 :
LATIDO CARDÍACO : REGISTRO CON DÖPPLER PULSADO**

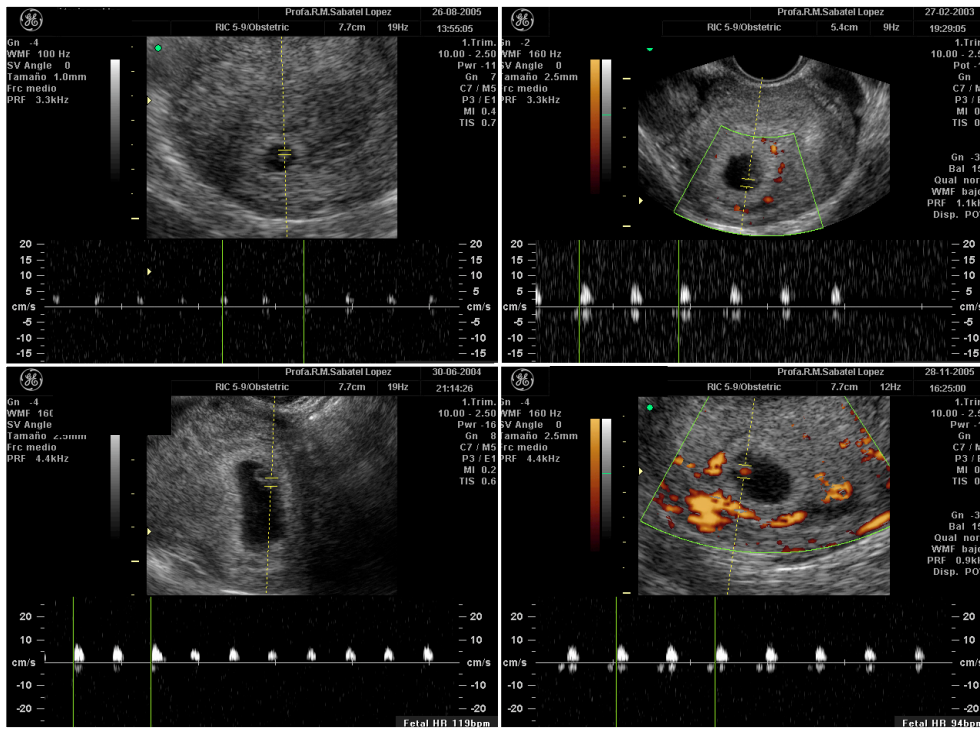
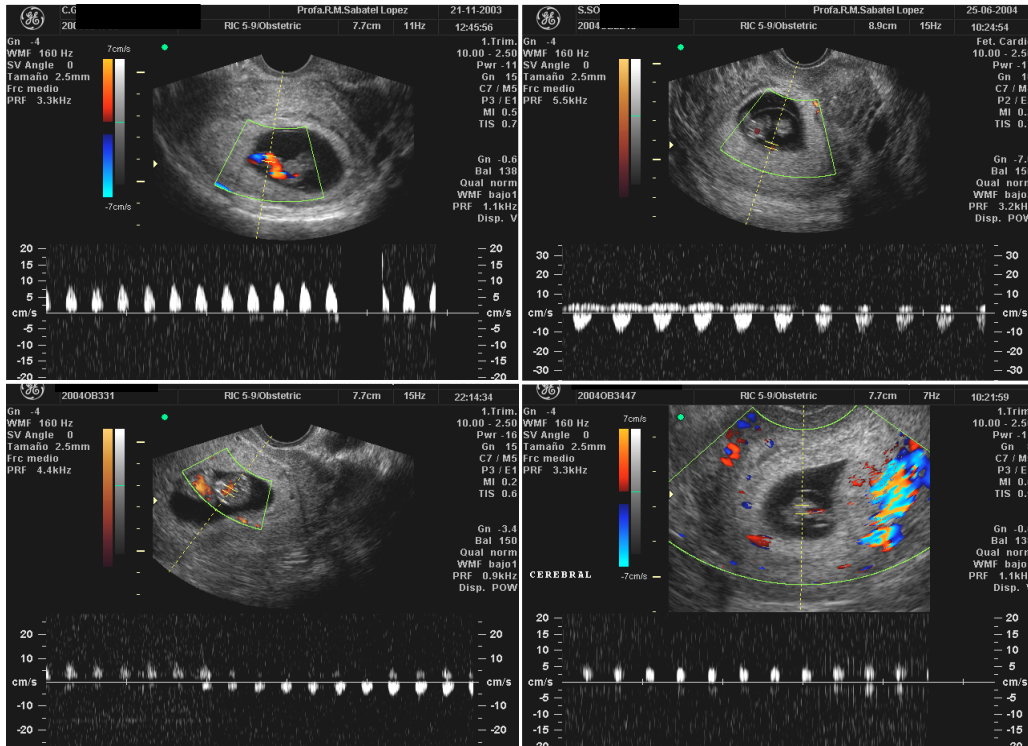


FIGURA 169 : ONDA DE VELOCIDAD DE FLUJO UMBILICAL Y CEREBRAL EN EL PRIMER TRIMESTRE



En la 5ª semana del desarrollo embrionario , se produce el tabicamiento del canal atrioventricular y la formación de las válvulas auriculoventriculares . Estos hitos , coinciden en el tiempo con el inicio del incremento de la frecuencia cardiaca , incremento que nos habla a favor del cambio del marcapasos cardíaco desde el ventrículo a las aurículas , cuando estas se forman y con el comienzo del desarrollo del automatismo intrínseco del corazón (114) .

Lógicamente , en la 6ª semana del desarrollo , cuando la formación del tabique interventricular casi se ha completa , pero no es todavía total , el sistema de conducción cardíaco , también evoluciona y como consecuencia de ello la frecuencia cardiaca sigue aumentando . El cierre completo del tabique , pensamos que es la circunstancia anatómica que marca las frecuencias cardiacas máximas , ya que posiblemente hasta que el corazón no concluye su total tabicación , no es hasta el momento en el que puede manifestarse la inhibición vagal , que contraponiéndose al automatismo del miocardio , conduce al descenso de la frecuencia cardiaca , que se observa en la semana 10 de gestación en cualquiera de las curvas de frecuencia cardiaca de la primera mitad de la gestación .

Estas deducciones nos abren un nuevo y fascinante campo de investigación: el de la posibilidad de que bradicardias en el período embrionario del desarrollo , no sean marcadores precoces de cromosomopatías , como se venía diciendo , sino marcador de defectos de la tabicación cardiaca .

Esa misma evolución morfológica del corazón , es la que puede explicar las modificaciones en complejidad , de la OVF cardiaca , con döppler pulsado .

Según nuestros resultados , el registro que llamamos Tipo 1 , con un solo pico sistólico , lo encontramos con edades de desarrollo medias de 28,35 días (rango entre 22 – 41 días) y presentan una frecuencia cardiaca media de 116,13 lat/min. (rangos entre 92-171 lat/min.) . Los registros tipo 2 que tienen una segunda onda de menor velocidad que la inicial , con rangos entre 28 y 57 días , aparecen con edades de desarrollo medias de 37,71 días y en ellos se obtiene una frecuencia cardiaca de 141 lat/min (rangos 112-185 lat/min) . El tipo 3 aparece en edades gestacionales de 43,18 días (rangos 29 – 58 días) y frecuencias de 163,14 lat/min (rangos 122-190 lat/min) y la mayor complejidad de la OVF de los registros que agrupamos bajo la denominación de Tipo 4 , en el 46,62 días de desarrollo (rangos 30 – 58 días) y frecuencias cardiacas medias de 171,61 lat/min (rangos 140-188 lat/min.) .

Recientemente , Mäkikallio , Jouppila y Räsänen (117) , siguiendo semanalmente a 16 gestantes entre la 6ª y 10ª semana de embarazo , encuentran ondas monofásicas cardiacas hasta la 9ª semana de gestación , siendo todas las ondas monofásicas entre la 6ª -7ª semanas , indicando que en el 44 % de los casos , en la valoración de la 10ª semana de gestación , la regurgitación en la válvula atrioventricular está presente , hecho que puede explicar la complejidad de la OVF que nosotros hemos denominado tipo 4 y cuya frecuencia de aparición en el

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

material considerado (85 casos) es del 65,38 % en la 8ª semana de desarrollo o 10ª semana de embarazo .

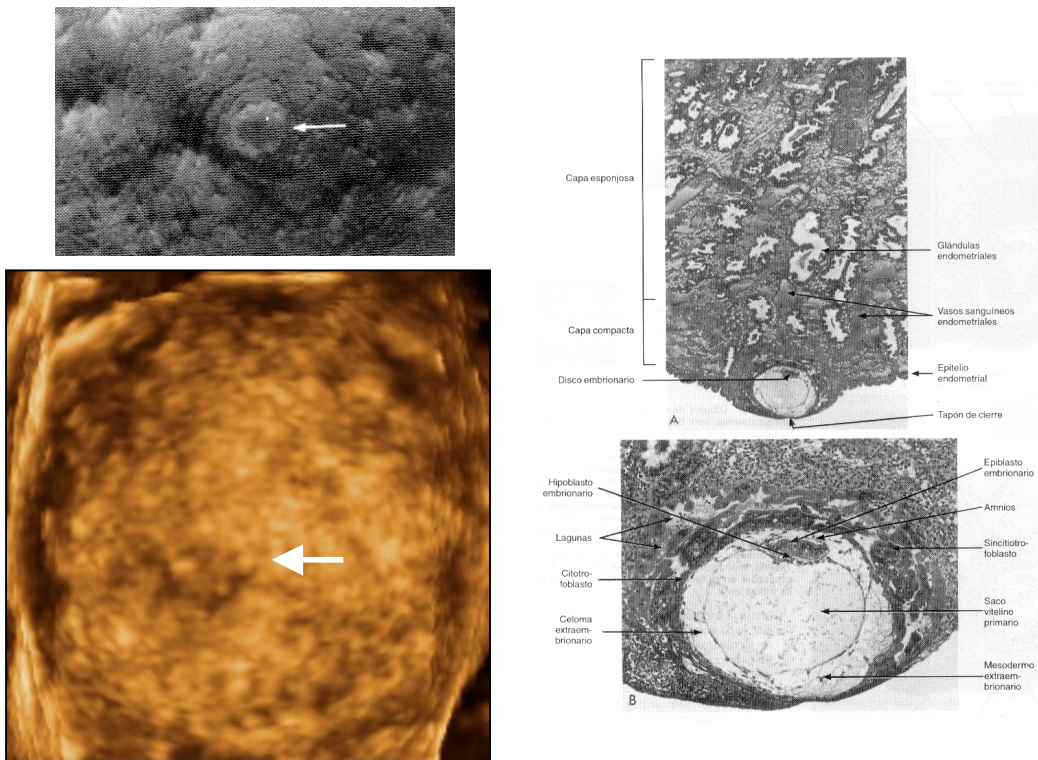
Al existir una estrecha relación entre características de la frecuencia cardíaca , con el desarrollo embrionario , quisimos ver si existía también relación con la evolución de otros parámetros que también sufren modificaciones durante ese período del desarrollo humano . Nosotros encontramos una mejor relación entre la frecuencia cardíaca y el volumen del saco gestacional , que entre aquella y el diámetro del saco gestacional ; como cabía esperar , una buena relación con el tamaño del embrión valorado por la medición del CRL , y sin encontrar ningún tipo de relación entre características de la vesícula vitelina y la frecuencia cardíaca embrionaria .

EVOLUCION DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL PERÍODO EMBRIONARIO , CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL

El Estudio morfológico del embrión y sus anejos con ecografía tridimensional , fue un objetivo fundamental de esta investigación ; queríamos demostrar que , con la evolución tecnológica de la Ultrasonografía , se podía hacer más cercana y comprensible la Embriología . La gran dificultad inicial fue la carencia de bibliografía ecográfica con 3D del período embrionario del desarrollo , que pudiera dar luz a nuestras pretensiones ; ante ello , nos vimos obligados a revisar una y otra vez las imágenes , los esquemas , las fotografías de embriones humanos en libros de o relacionados con la Embriología , tratando de realizar un estudio comparativo de todo ello con las imágenes obtenidas por nosotros con el ecógrafo , a fin de poder identificar y comprender nuestras imágenes .

La gestación más precoz detectada con 3D corresponde a un embarazo en el día 13 de desarrollo embrionario . Nuestra imagen es similar a la de la fotografía de la superficie endometrial del útero en la zona de la implantación a los 12 días del desarrollo humano , publicada por Hertig y Rock en 1941 y que , histológicamente , corresponde con la de una gestación justo en el momento que ha concluido su implantación (118) (**Figura 170**) .

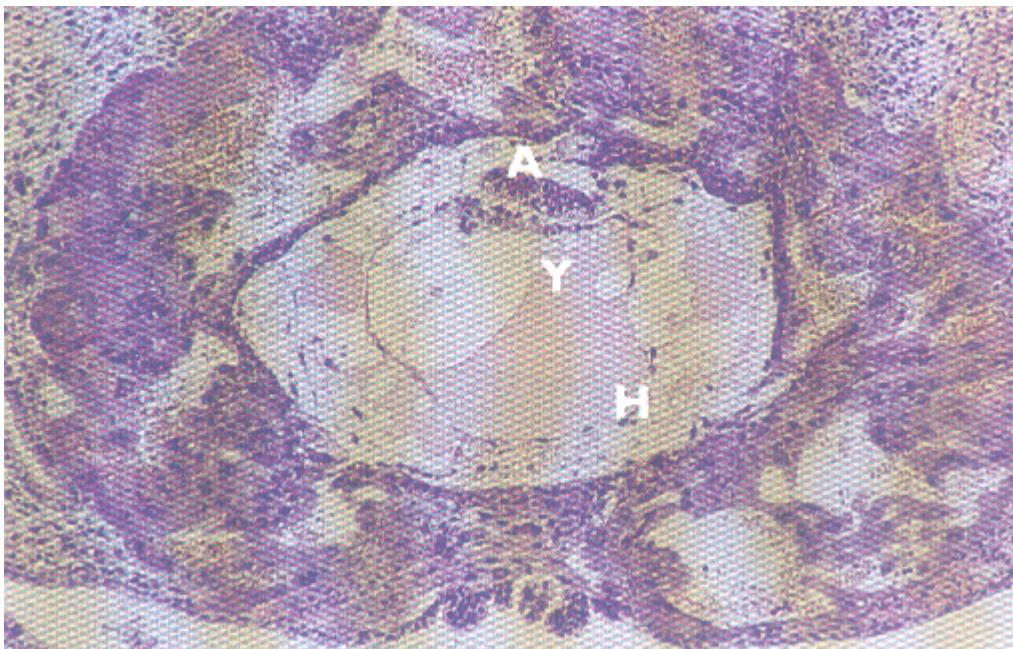
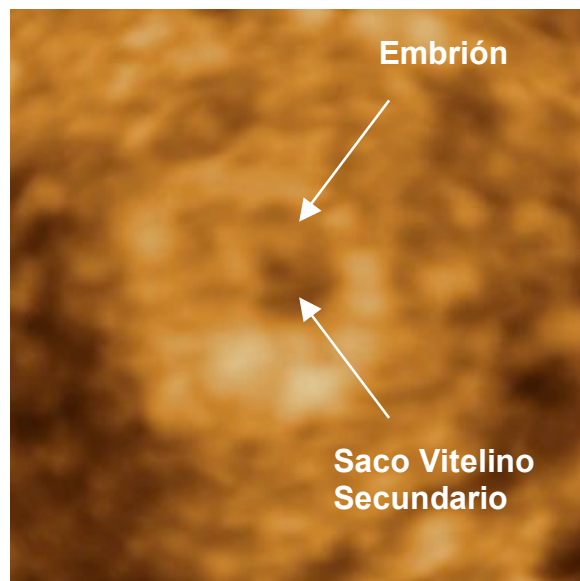
FIGURA 170 :
GESTACION EN EL DIA 13 DEL DESARROLLO EMBRIONARIO



Dado que en el apartado de resultados , ya hemos realizado algunas comparaciones de nuestras imágenes con las histológicas y/o embriológicas , solo vamos a considerar las comparaciones , más representativas , no consideradas con anterioridad .

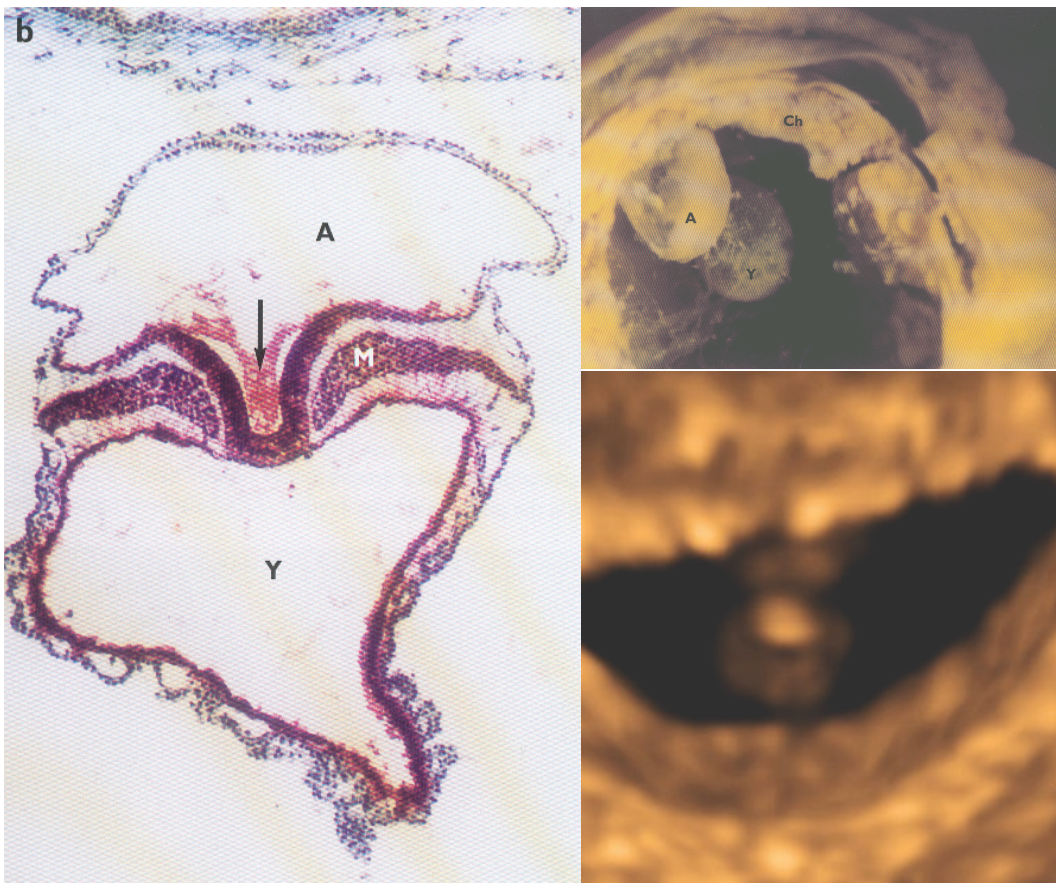
En el blastocisto , a los 13,5 días postimplantación , se distingue fácilmente el embrión bilaminar y el saco vitelino secundario delimitado por la membrana de Heuser (119) ; con 3D , ya en estas fechas se observa también con claridad la Vesícula Vitelina y el engrosamiento que representa el embrión (**Figura 171**) .

FIGURA 171 :
VESICULA VITELINA EN LA FASE DE EMBRION BILAMINAR .



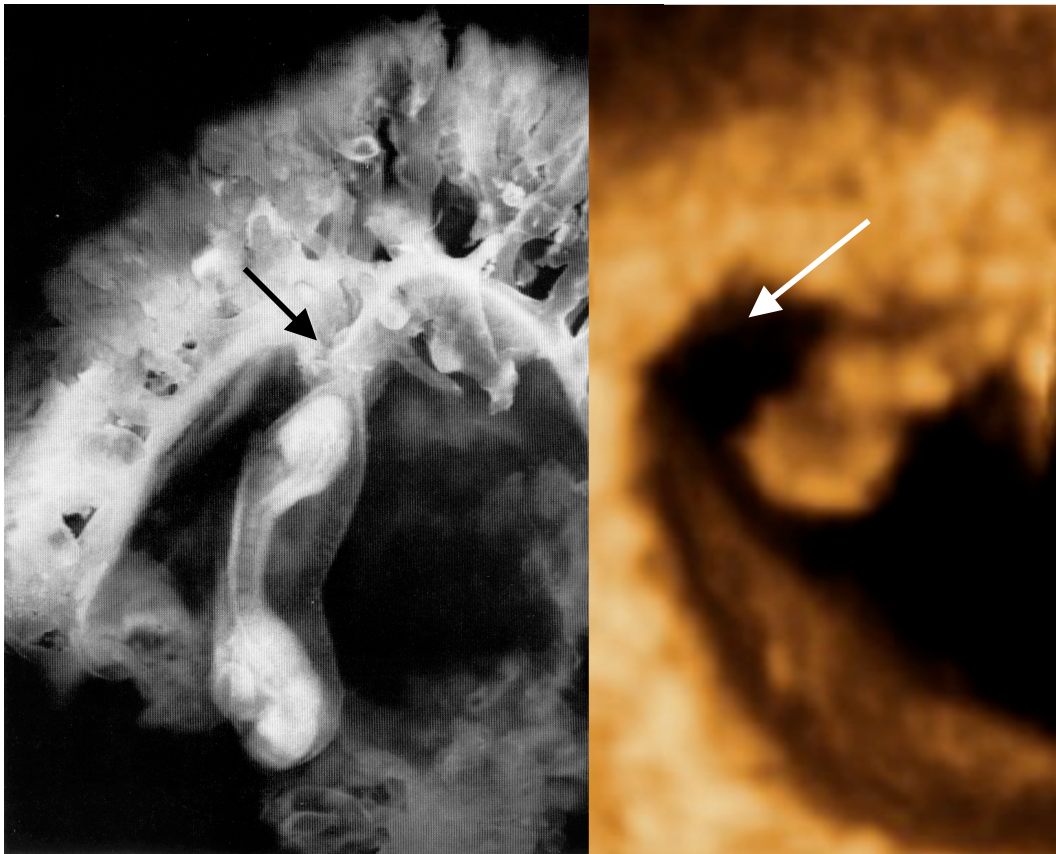
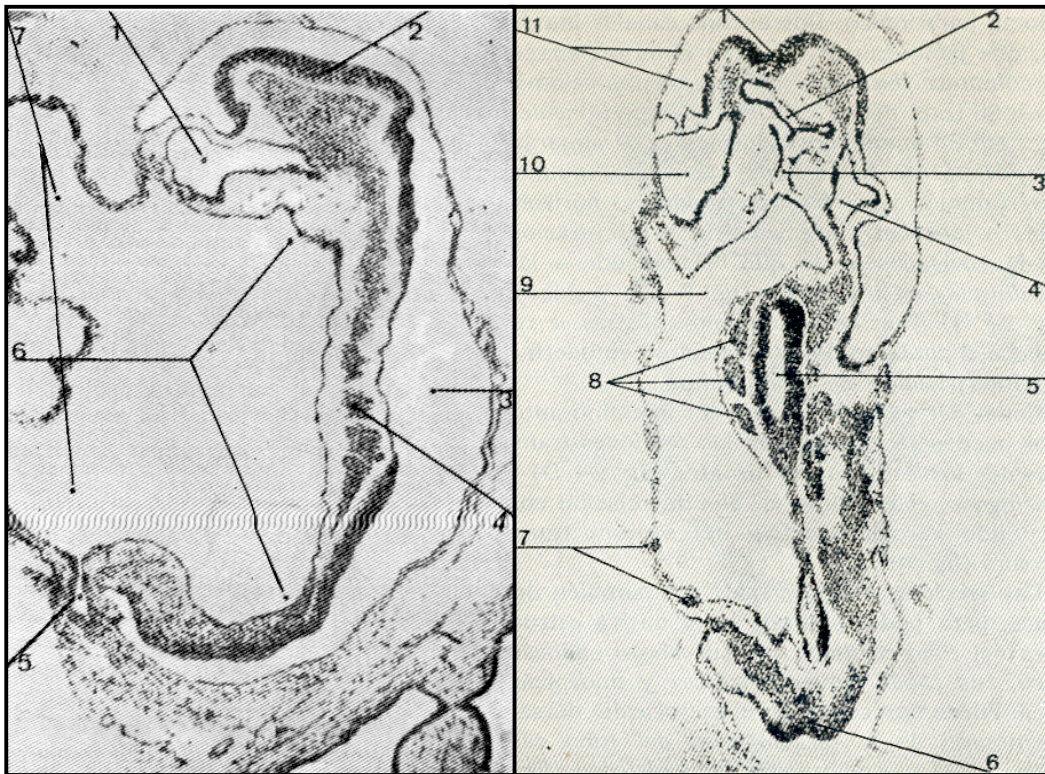
Tras la gastrulación , fenómeno ya documentado en el apartado de resultados de este trabajo , el embrión queda claramente ubicado entre el saco amniótico y el vitelino , como demuestran las imágenes de Jirásek (120,121) , similares a las obtenidas con ecografía 3D por nosotros (**Figura 172**) .

**FIGURA 172 : EMBRION TRILAMINAR :
INICIO DE LA FORMACIÓN DEL SACO AMNIÓTICO**



Los embriones de 22 – 23 días están fijos al trofoblasto mediante un pequeño pedículo , como se observa en las imágenes del texto del Prof.Genis Galvez (122) , o en la espectacular fotografía del Prof.E.Blechsmidt de la Universidad de Göttingen (123) (**Figura 173**) . Una estructura tan pequeña como el pedículo de fijación , en embriones con tan poco tiempo de desarrollo , hemos podido llegar a visualizarla con ecografía tridimensional .

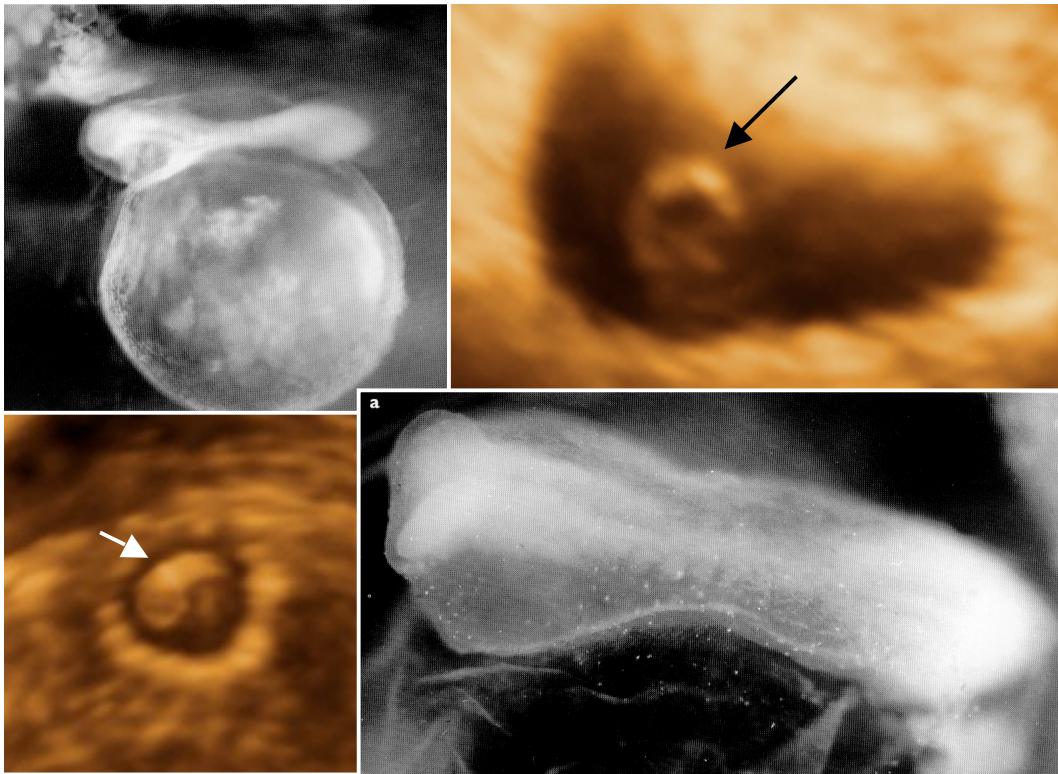
FIGURA 173 :
PEDÍCULO DE FIJACIÓN DEL EMBRIÓN CON EL TROFOBLASTO



Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

El desarrollo del sistema nervioso, condiciona el plegamiento del embrión . Este fenómeno , documentado hasta la fecha en fotografías de gestaciones precoces (124) , solo puede observarse *in vivo* , con un procedimiento que permita la visión tridimensional del embrión . Como se aprecia en la **Figura 174** , nuestras imágenes son similares a las de los embriones *in vitro* , pudiendo seguirse la evolución del proceso . Entre los días 28-32 del desarrollo , el embrión adopta una forma en C , que va siendo más incurvada , con el aumento de los pares de somitos (125-127) ; la mayor curvatura embrionaria , con la clara distinción entre cabeza y cola , se refleja también en nuestro material fotográfico (**Figura 175**) .

FIGURA 174 :
PLEGAMIENTO CRANEO-CAUDAL DEL EMBRIÓN



**FIGURA 175 :CURVATURA EMBRIONARIA
ENTRE LOS DÍAS 28-32 DEL DESARROLLO**

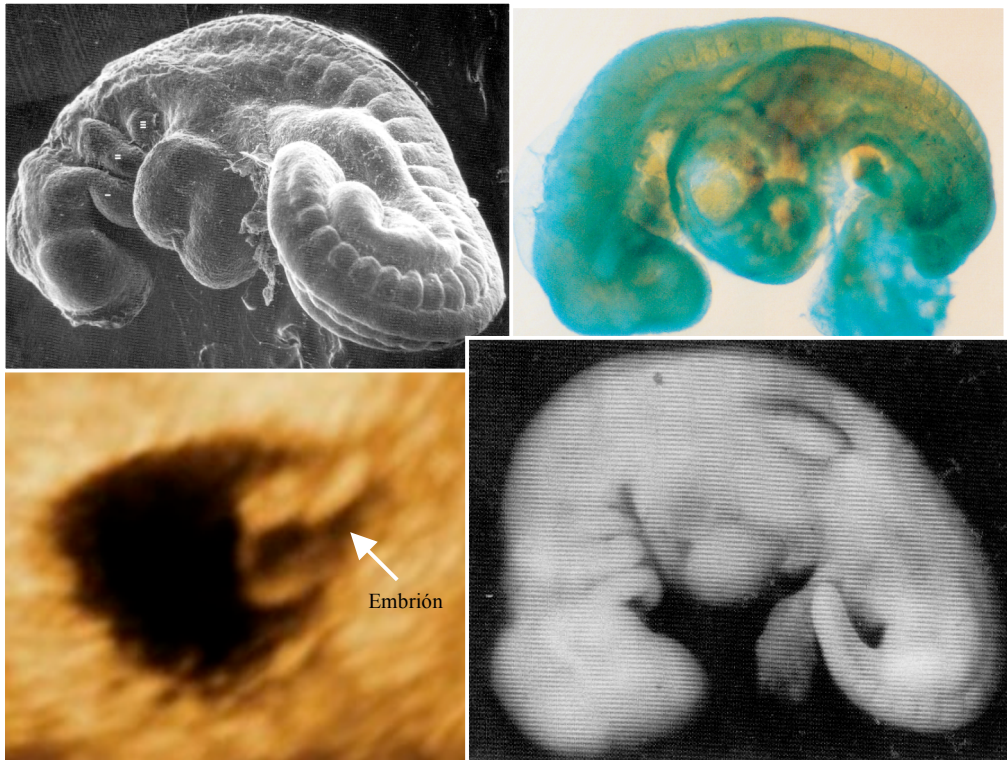
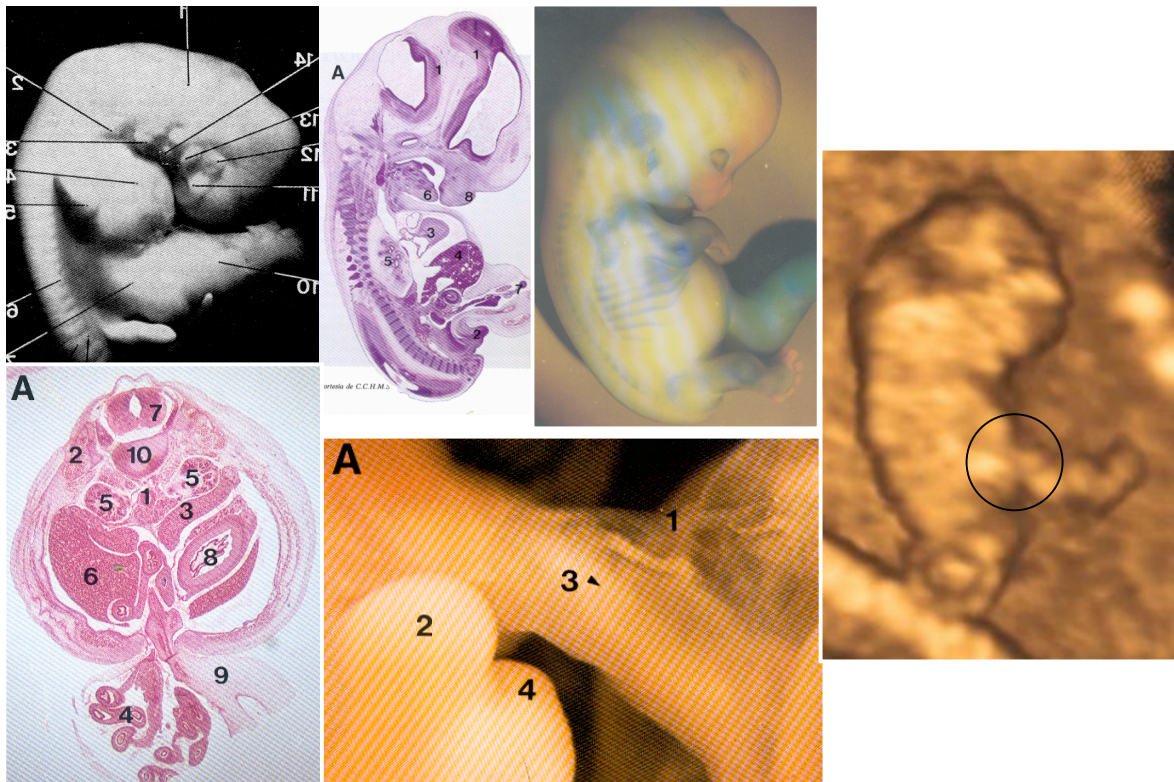


FIGURA 176 : HERNIA UMBILICAL FISIOLÓGICA

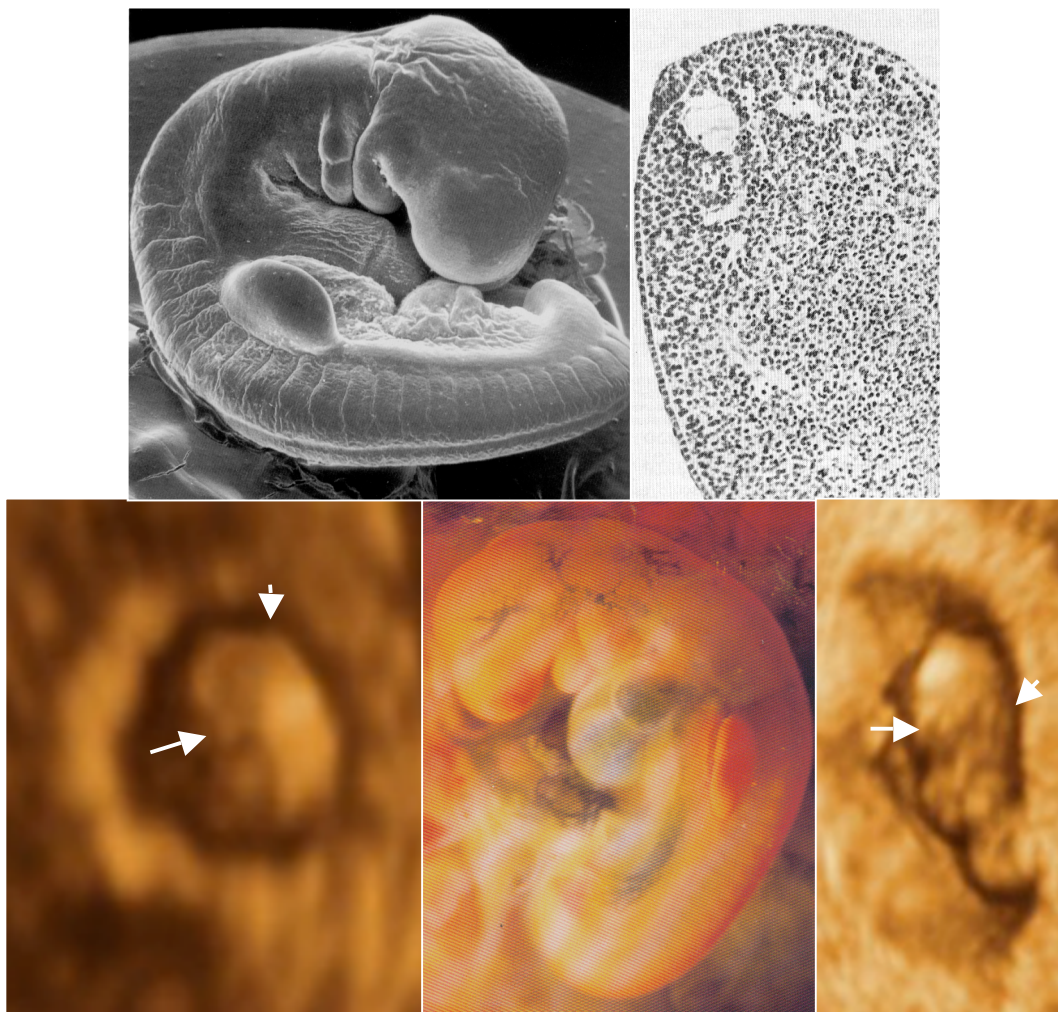


Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

El cierre incompleto de la pared abdominal condiciona la aparición de , lo que se ha dado en llamar , hernia umbilical fisiológica (122, 128 , 129) . Esta circunstancia , fruto del progresivo cierre transversal del embrión , también ha sido , ampliamente documentado en nuestra causística (**Figura 176**) .

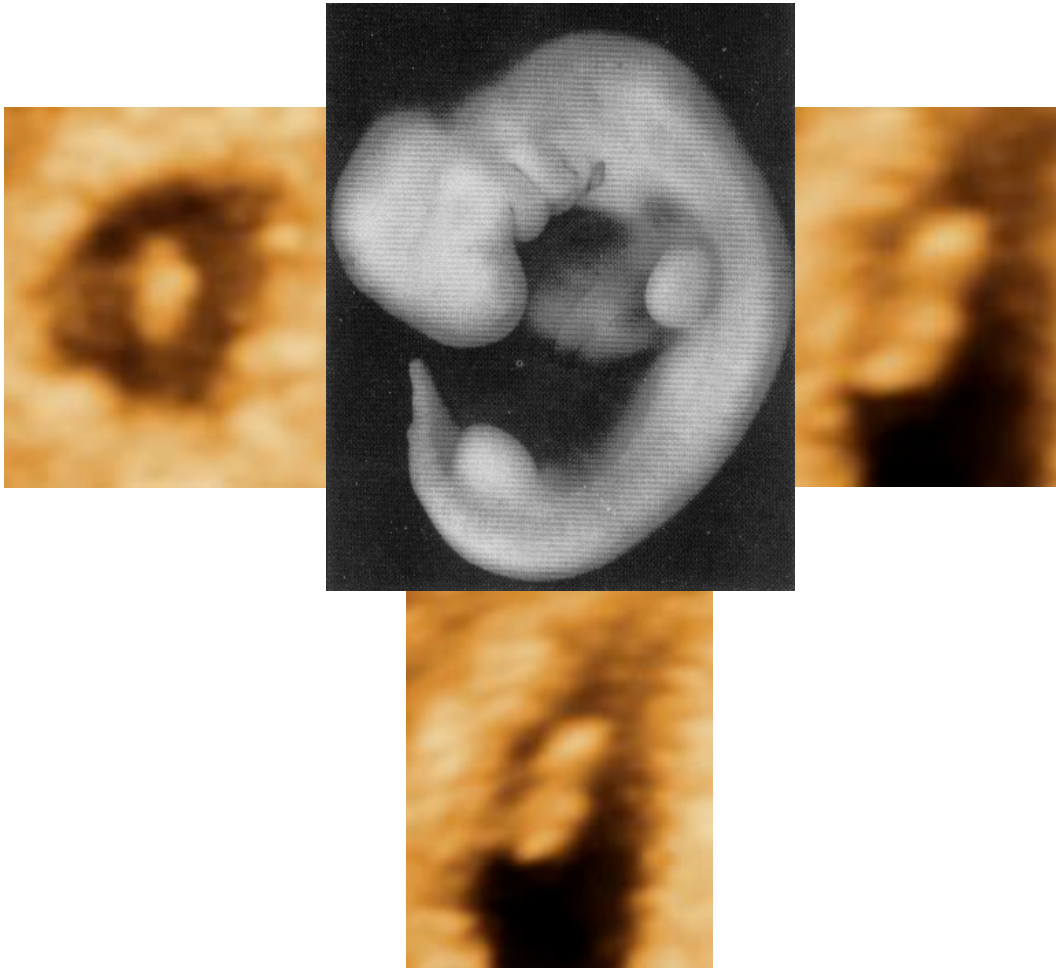
El desarrollo de los miembros , es otro de los procesos del desarrollo embrionario que , ha tenido un seguimiento incompleto con la ecografía convencional , ya que con esta modalidad ecográfica visualizamos los miembros ya formados , pero el proceso evolutivo completo , desde yemas hasta un miembro con dedos , por el tamaño de las estructuras , no es identificable a lo largo del período embrionario del desarrollo . Como nos muestran las imágenes (**Figura 177**) macroscópicas (130) y microscópicas , tanto histológicas (131) como las microfotografías electrónicas (132) , los primeros esbozos en aparecer son los de los miembros superiores , observándose a modo de yemas en las zonas laterales . Nosotros con 3D observamos esas yemas desde su aparición en la 5ª semana del desarrollo embrionario o lo que es lo mismo, en la 7ª semana de gestación .

**FIGURA 177 : MIEMBROS SUPERIORES
EN LOS DÍAS 34-36 DEL DESARROLLO EMBRIONARIO**



Como muestra la **Figura 178** , la ecografía 3D , consigue visualizar la morfología embrionaria in vivo , casi con la misma precisión con la que visualizaríamos al embrión , con microscopía en este estadio (125) .

FIGURA 178 : MIEMBROS SUPERIORES



De una yema , los miembros superiores adoptan una forma más parecida a una paleta y paralelamente , aparecen las yemas de los miembros inferiores . Como vemos en las **Figuras 179 y 180** , nuevamente es posible establecer un paralelismo entre morfología real (125, 129, 133, 134) , microscopía (125) y ecografía tridimensional .

FIGURA 179 : MIEMBROS EN LOS DÍAS 38- 39 DEL DESARROLLO

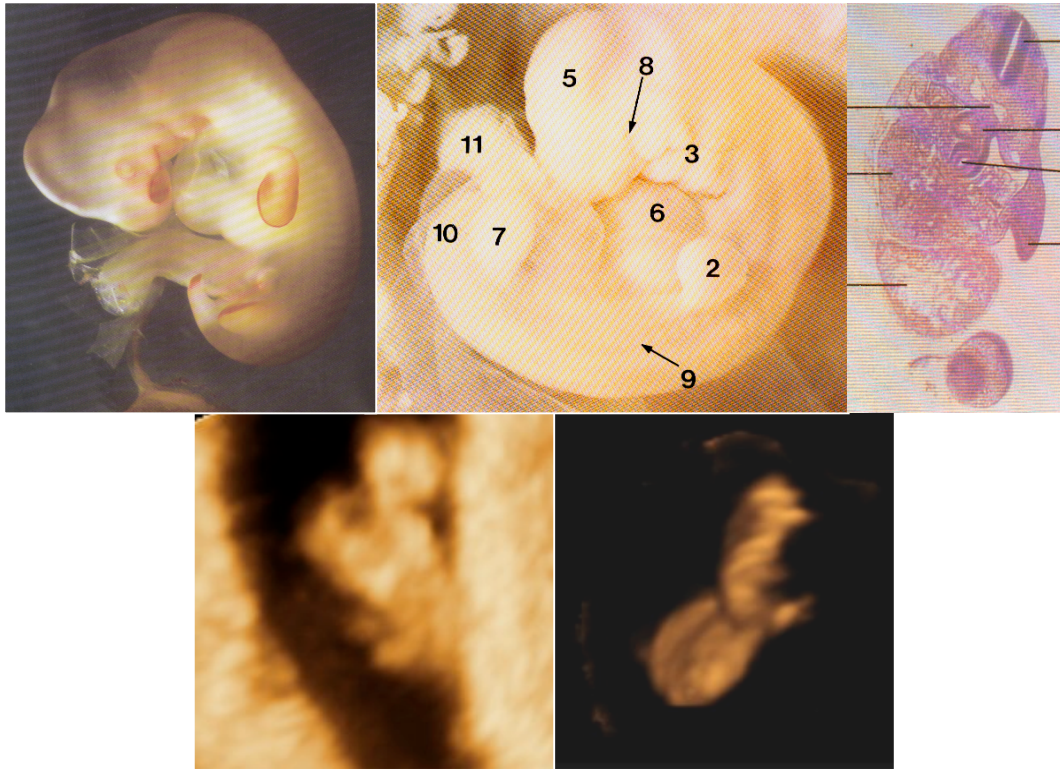
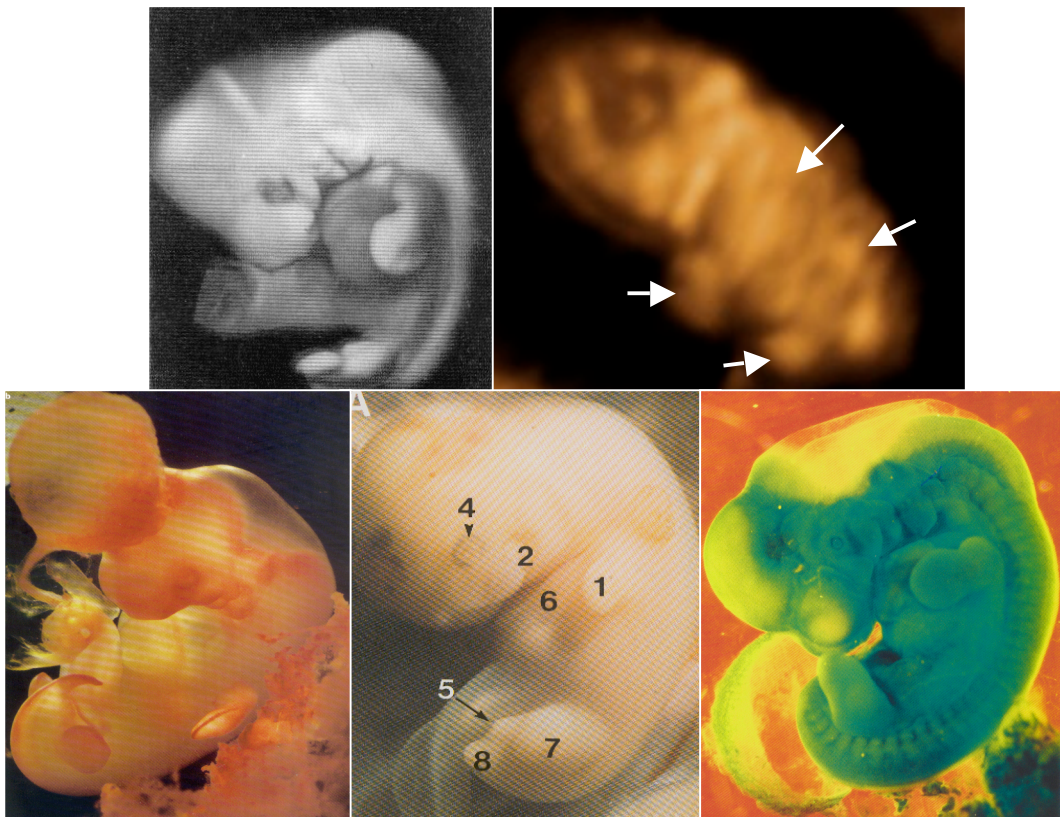


FIGURA 180 : MIEMBROS EN LOS DÍAS 38-42 DEL DESARROLLO



La aparición de escotaduras , primero en las placas de las manos y después en las de los pies , marcará el inicio de la formación de los dedos de manos y pies . Cuando este proceso se está desarrollando , las placas de las manos y los pies adoptan una posición en la que se miran (**Figuras 181 y 182**) (125, 129, 136 , 137) . Estos detalles pueden corroborarse con 3D é incluso hay imágenes en las que llegan a verse las escotaduras en las placas de los pies .

**FIGURA 181 :
PLACAS DE MANOS Y PIES
EN ESTADIO DE DEDOS MEMBRANOSOS**

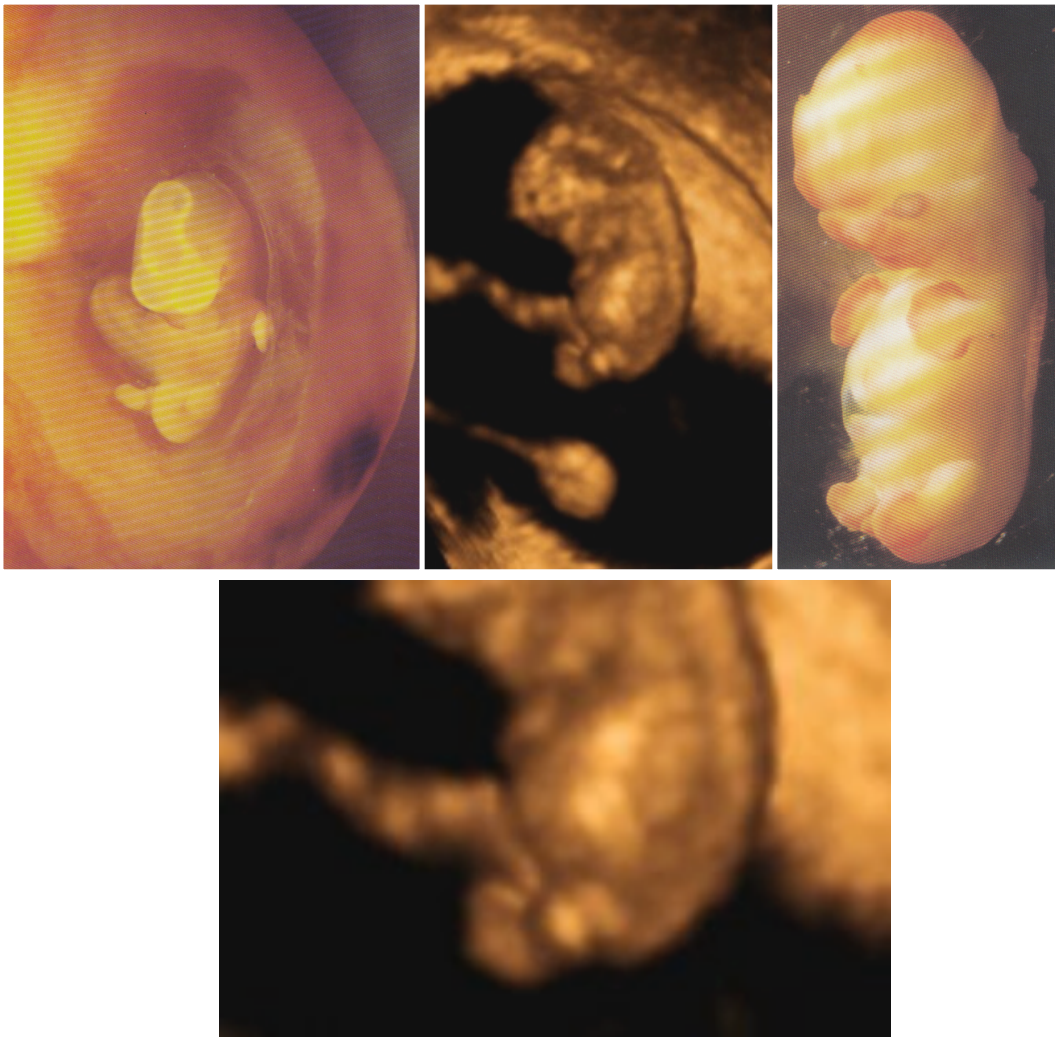
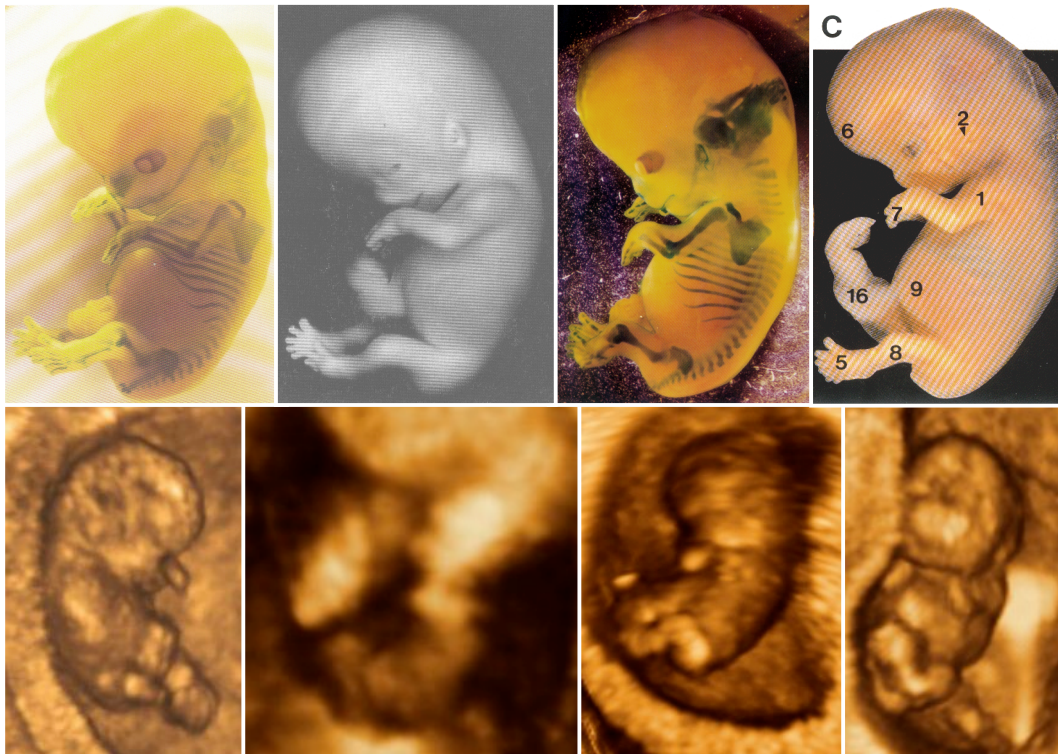


FIGURA 182 : MIEMBROS HASTA EL DIA 48 DEL DESARROLLO

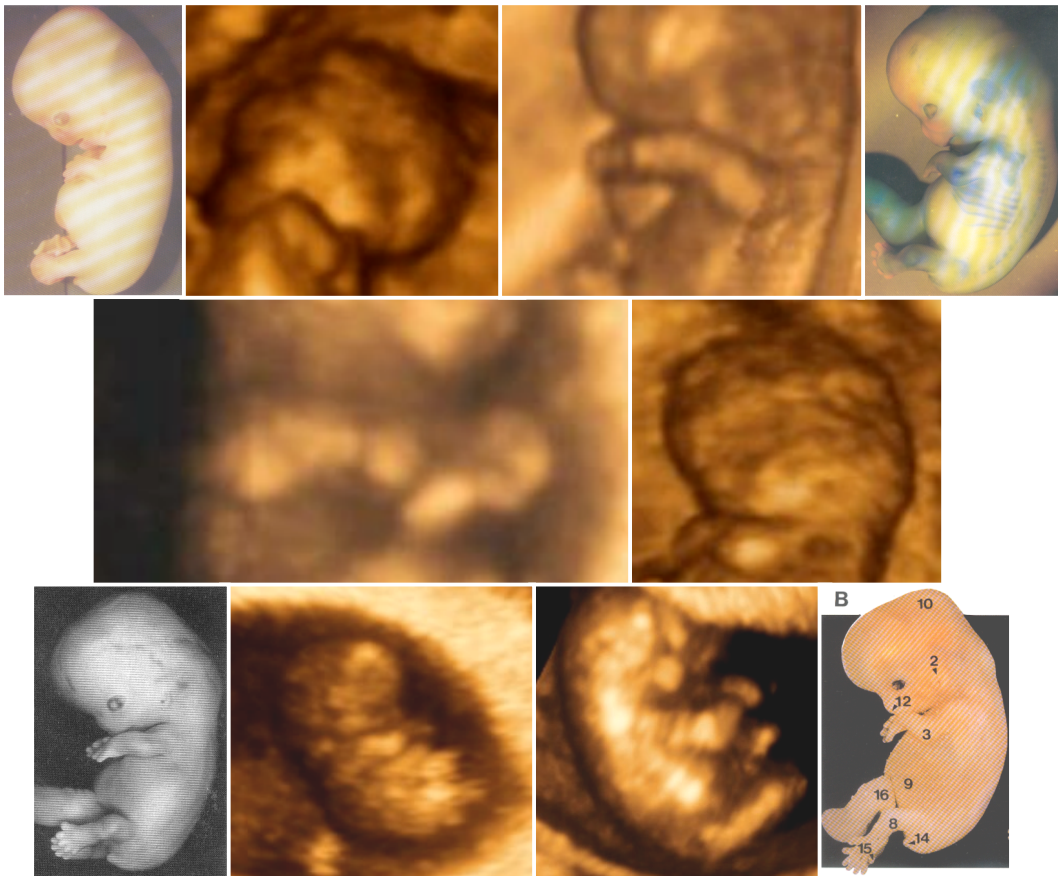


FIGURA 183 : MIEMBROS INFERIORES : RODILLAS AL FINALIZAR EL PERIODO EMBRIONARIO

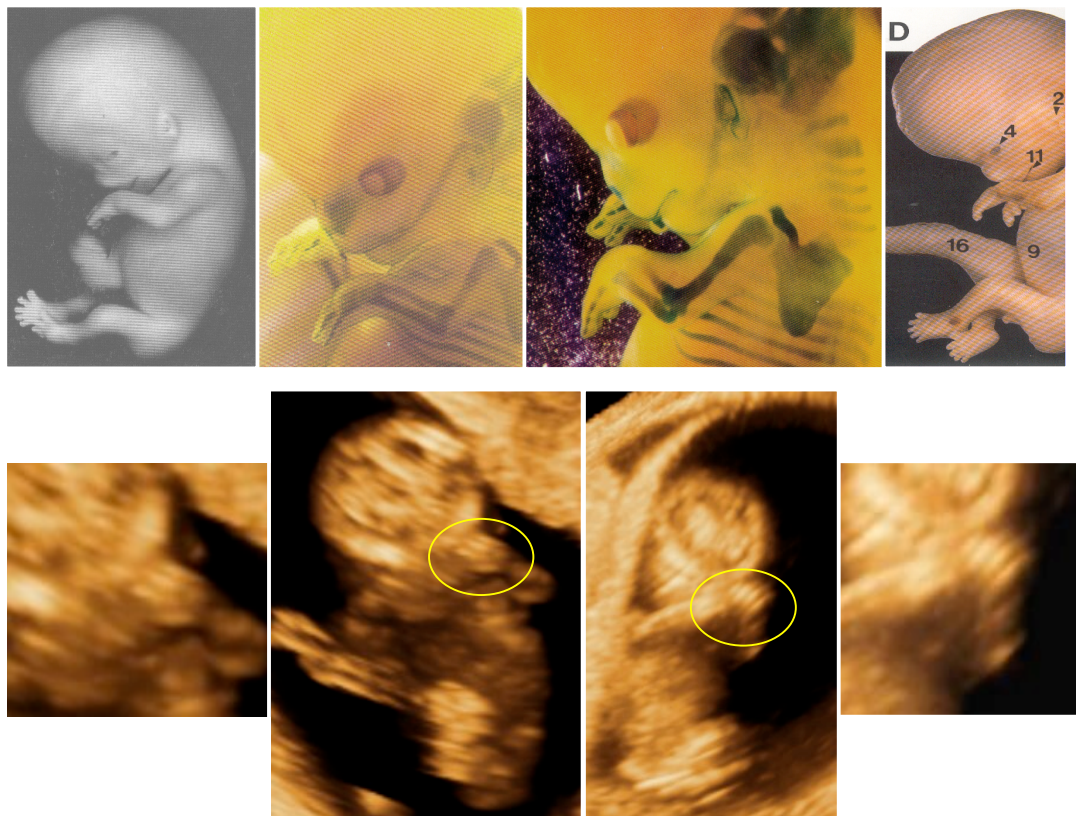


Con la evolución de las placas de las manos y los pies , los miembros van desarrollando las flexuras que corresponderán a las articulaciones de los miembros , de manera que al llegar el día 56 del desarrollo serán identificables : codo , muñeca , rodilla y los dedos de manos y pies (125,129, 137-139) (**Figuras 183 , 184 y 185**) . Con 3D , nosotros , también identificamos todas estas estructuras al finalizar el periodo embrionario del desarrollo .

FIGURA 184 :
MIEMBROS SUPERIORES :
MUÑECAS Y CODOS AL FINAL DEL PERIODO EMBRIONARIO



**FIGURA 185 :
DEDOS DE LAS MANOS
AL FINALIZAR EL PERIODO EMBRIONARIO**



A los cambios del aspecto externo del embrión , contribuye , sin duda , la evolución de los diferentes componentes faciales .

En embriones entre los días 24-25 , ya se aprecian vesículas ópticas .y entre los días 28-30 placodas del cristalino visibles (125) . Entre los días 31-32 aparecen las foveas del cristalino , existiendo ya copas ópticas .La formación de los párpados se inicia hacia los días 44- 46 del desarrollo , elementos que estarán ampliamente desarrollados hacia los días 54-55 . Esta evolución , reconocible tanto en preparaciones histológicas como en una visión superficial , del embrión (129) (**Figura 186**) , son , en parte , identificables en una visualización ecográfica tridimensional de la cabeza del embrión .

FIGURA 186 : EVOLUCION DEL OJO A LO LARGO DEL PERÍODO EMBRIONARIO

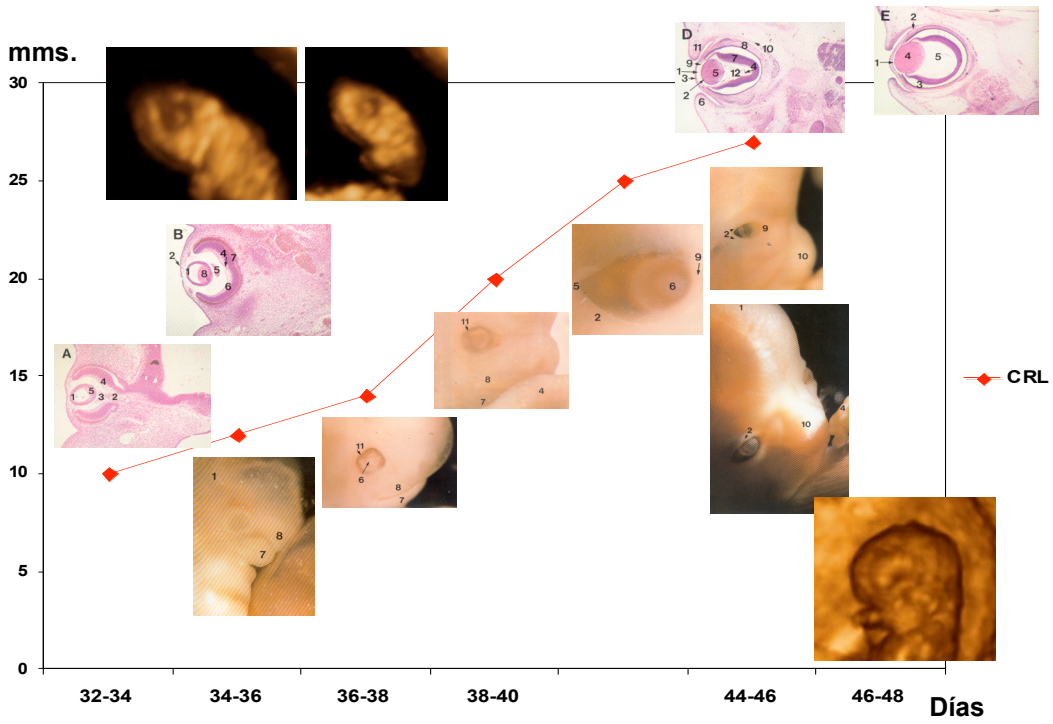
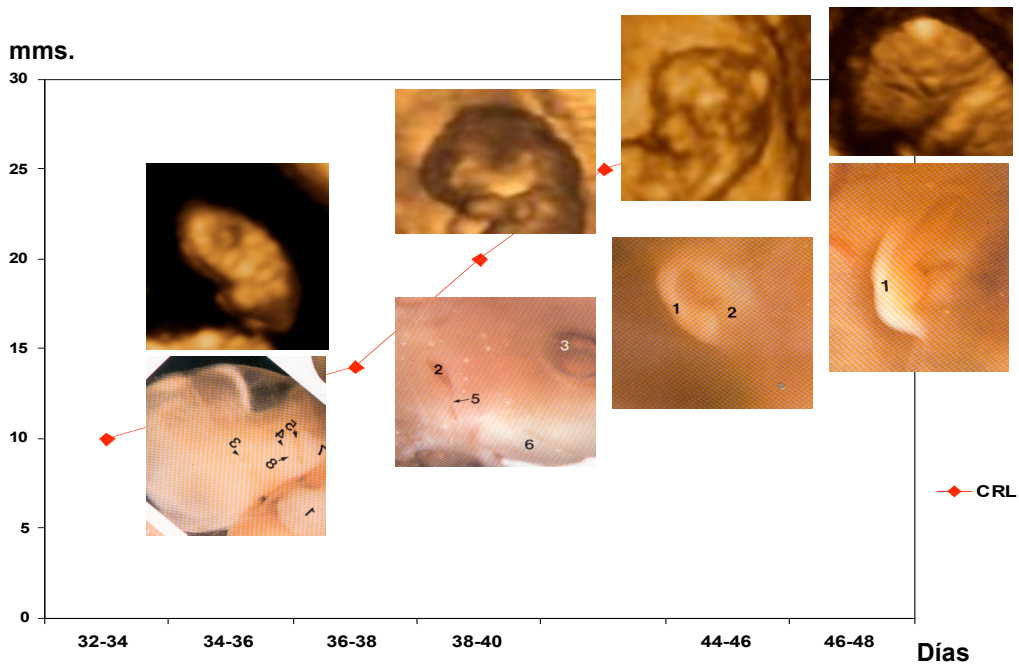


FIGURA 187 : EVOLUCION DEL PABELLÓN AURICULAR A LO LARGO DEL PERÍODO EMBRIONARIO



Alrededor del surco del primer arco faríngeo , hacia el día 24-27 del desarrollo , aparecen una serie de tubérculos , que representan el inicio del desarrollo de los pabellones auriculares . Los tubérculos de cada arco , se unirán y , terminarán constituyendo la oreja , cuya ubicación inicial es en la región cervical ; y hacia el final del periodo embrionario , sufrirán un desplazamiento hacia arriba . En el surco del primer arco faríngeo , se forma un embudo – la porción externa del conducto auditivo – (125,129) . Como se observa en la **Figura 187** , el desarrollo de los pabellones auriculares , seguida con ecografía tridimensional , muestra el paralelismo entre nuestras imágenes ecográficas y las imágenes de los pabellones auriculares en embriones (129) a lo largo de los primeros 56 días de desarrollo

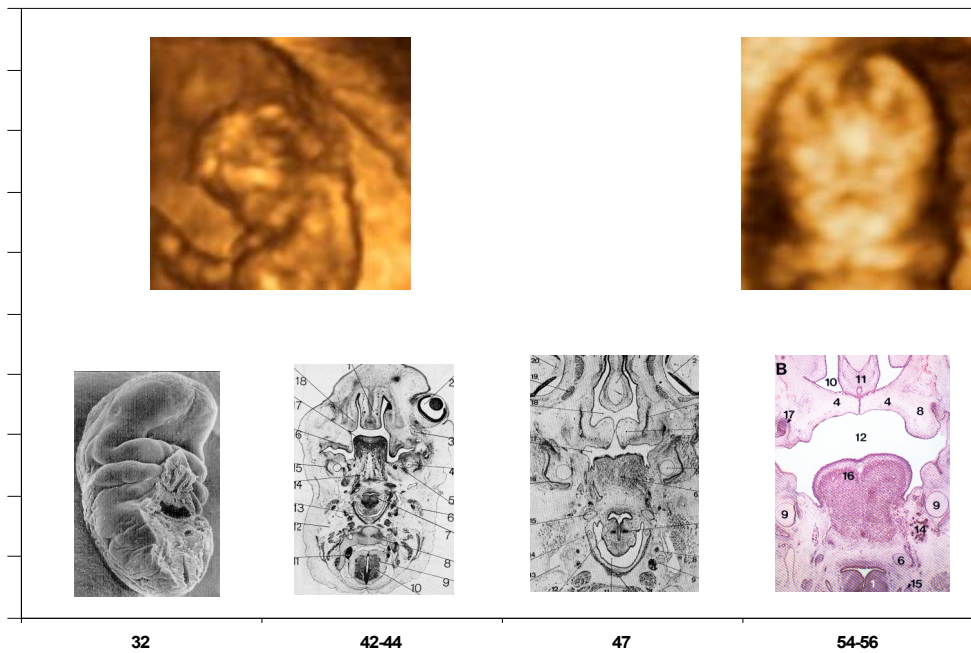
La cara se desarrolla a partir de cinco primordios . Hacia el final de la tercera semana del desarrollo , se encuentra constituidos los primeros arcos faríngeos , que se van constituyendo en progresión céfalo-caudal . Estas estructuras pueden observarse con 3D en la sexta semana del desarrollo en la zona anterior del polo cefálico. (**Figura 188**). Las prominencias mandibulares crecen en dirección medial y empiezan a mezclarse uno con otro hacia el final de la cuarta semana . Dan forma *al labio inferior, barbilla y mandíbula*.

Entre la quinta y octava semana, *las prominencia maxilares aumentan de tamaño y crecen en dirección medial*, y cuando la prominencias nasales mediales se mezclan, forman un segmento intermaxilar compuesto de tres partes: *Un componente labial* que forma el filtro del labio superior , *un componente maxilar* que tendrá relación con los cuatro dientes incisivos , y *un componente palatino* que se transforma en el paladar primario (125, 129)

El paladar *se desarrolla de tres primordios*: La parte anterior se deriva del paladar primario con apariencia de cuña conocido como proceso palatino mediano ; La parte posterior del paladar, que representa la mayor parte del paladar definitivo se deriva de dos crecimientos con apariencia de estantes a partir de la superficie interna de la prominencia maxilares, llamados proceso palatinos laterales . El paladar secundario se desarrolla mientras crecen los procesos palatinos laterales en dirección medial, durante la séptima semana, y se funden entre si en el plano medio. Los procesos palatino laterales también se fusionan en su parte anterior con el proceso palatino mediano. Mientras ocurren estas fusiones el tabique nasal crece en dirección descendente y se fusiona con el paladar. El *conducto incisivo* indica la división entre la partes del paladar derivadas de los paladares primario y secundario .

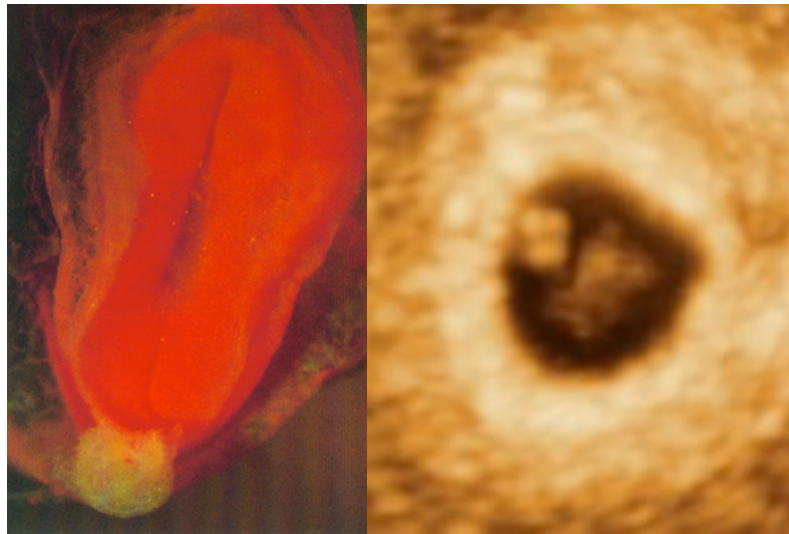
al finalizar la sexta semana , podemos reconocer la boca ; la cual descende, y en la última semana del desarrollo embrionario , podemos identificar con 3D todas las estructuras faciales y apreciar como , en estos momentos , ya se ha producido el completo cierre del paladar (**Figura 188**) , mostrando el embrión un perfil más acorde con el que tendrá en la etapa fetal. Así, cualquier tipo de malformación de la boca o del paladar (labio leporino, fisura del paladar...) puede ser detectada ya en el período embrionario con ecografía 3D.

FIGURA 188 : EVOLUCION DE LA BOCA Y EL PALADAR



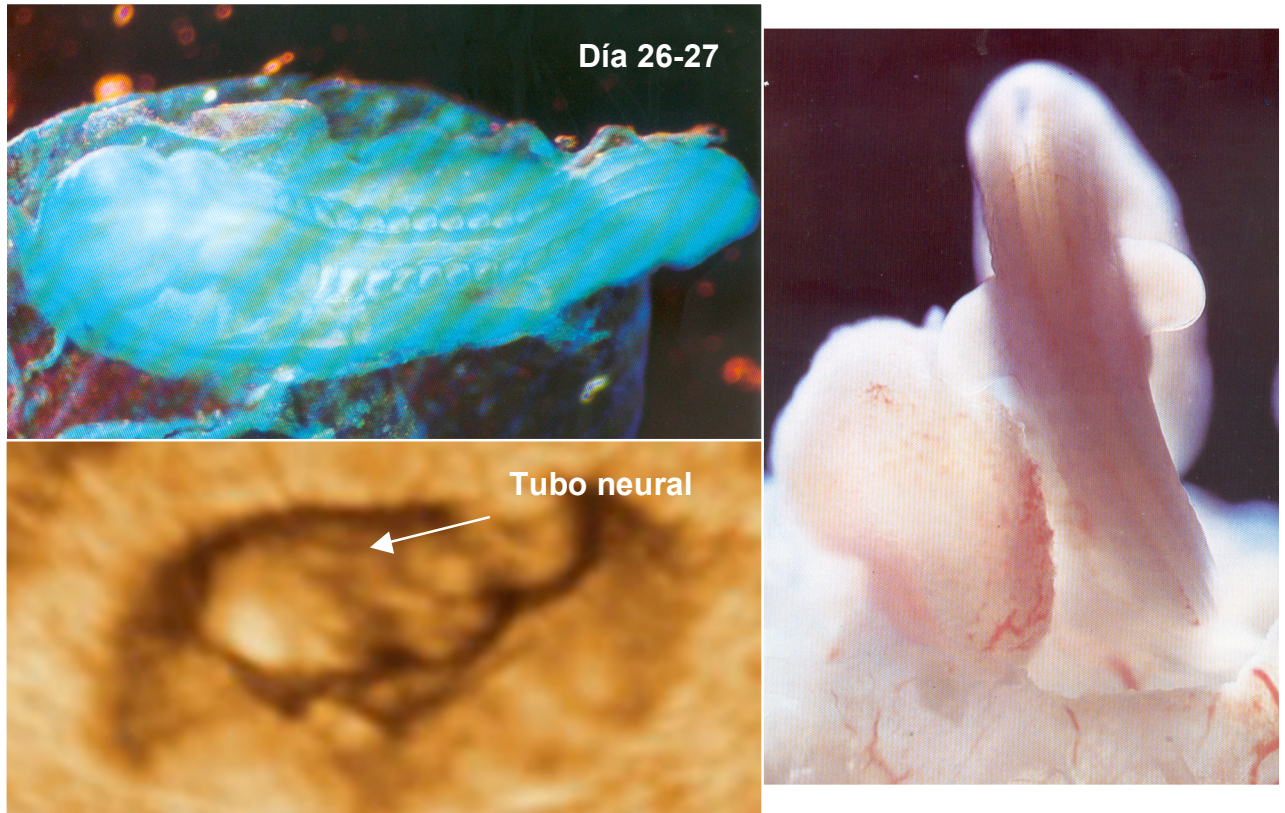
De los sistemas internos del embrión , el primero en iniciar el desarrollo es el Sistema nervioso , con la formación del tubo neural . La ecografía 3D , en su forma de captura superficial , nos permite reconocer el desarrollo neural desde ese momento tal y como se demuestra en la **Figura 189** , en la que se compara la imagen ecográfica con la mostrada por Jirasek en su Atlas (140)

**FIGURA 189 :EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO :
DORSO DEL EMBRIÓN EN EL DÍA 21 DEL DESARROLLO**



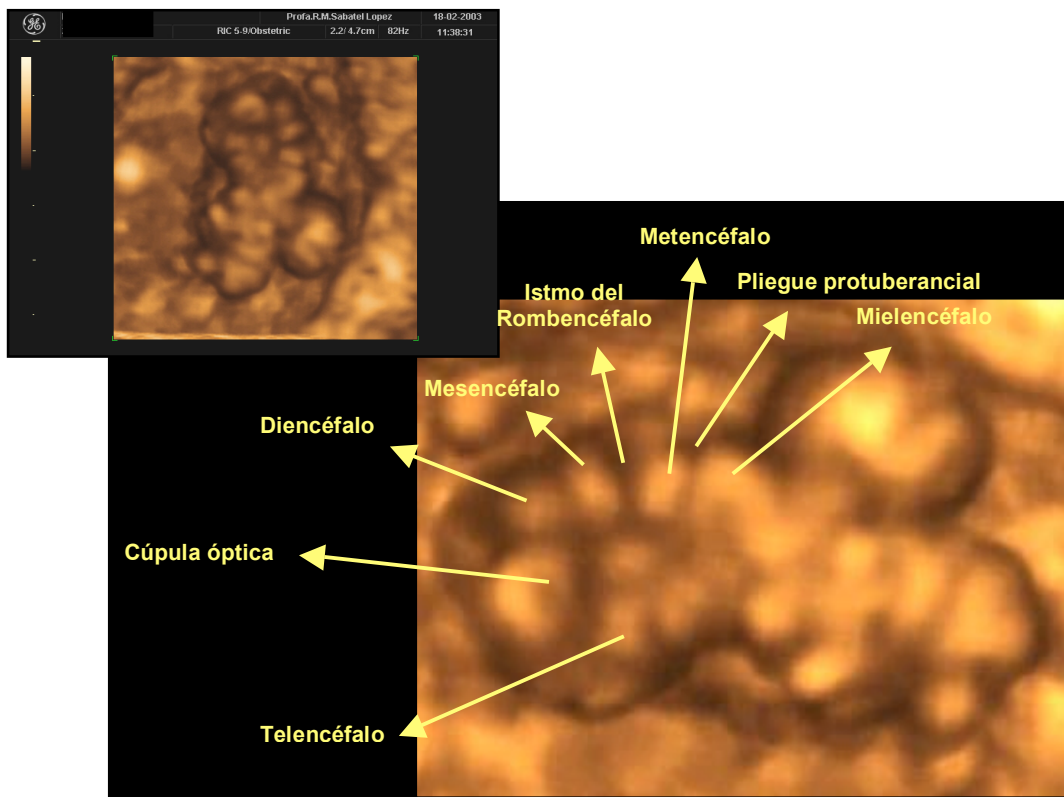
La posterior evolución del tubo neural (141, 142) , también resulta visible en la imagen superficial del embrión (**Figura 190**) .

**FIGURA 190 :EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO :
DORSO DEL EMBRIÓN EN EL DÍA 26-27 DEL DESARROLLO**

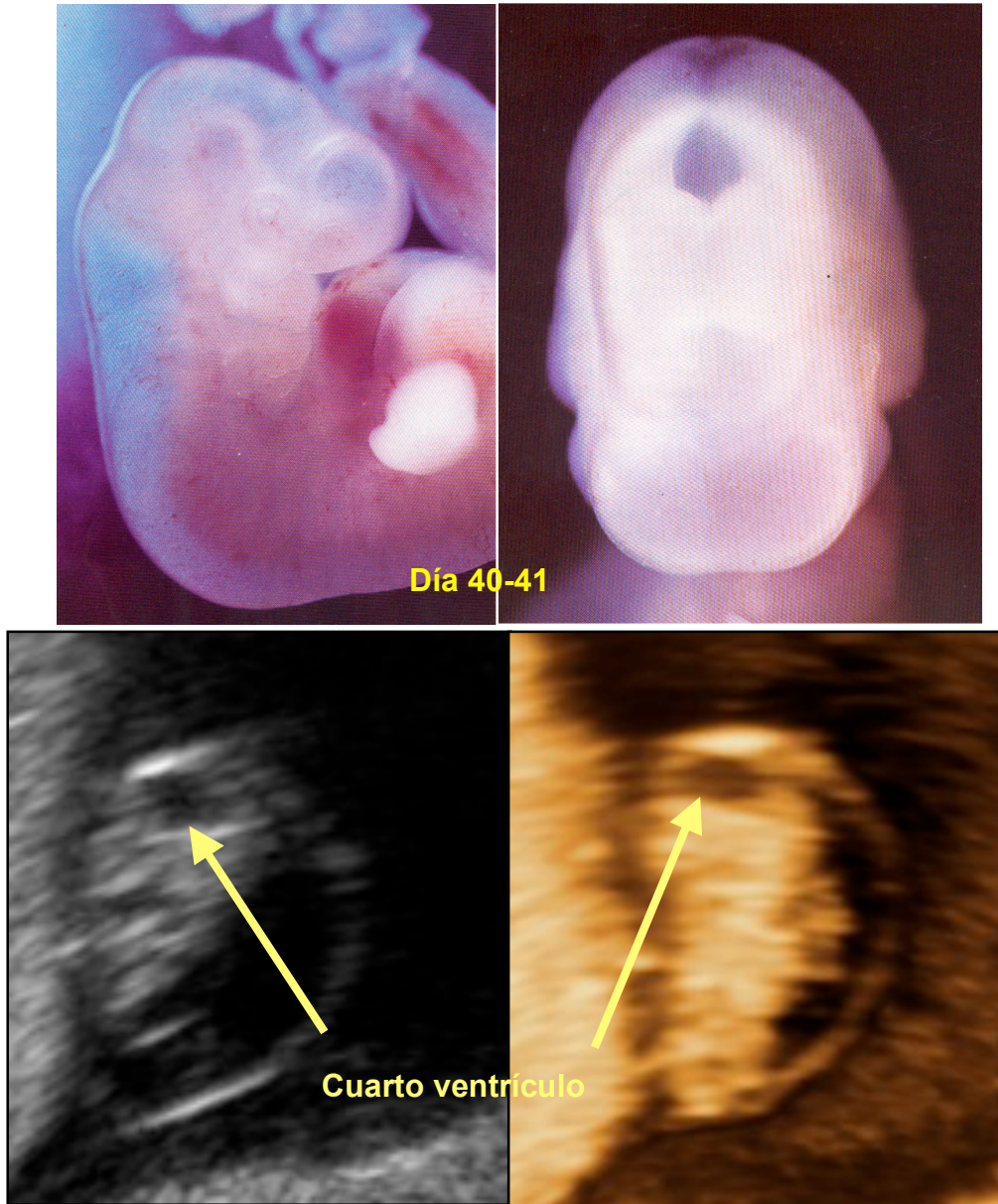


La formación y evolución de las vesículas cerebrales , hasta constituir los diferentes ventrículos , junto a la evolución de los plexos coroideos , son procesos complejos , detallados en imágenes anatomopatológicas (143) y en fotografías embrionarias (144) , y en los que las tres dimensiones ecográficas van a permitir su seguimiento completo, hasta el punto de poder reconocer la mayoría de los componentes del sistema nervioso en los primeros 56 días de gestación (como muestran las **Figuras 191 , 192 y 193**)

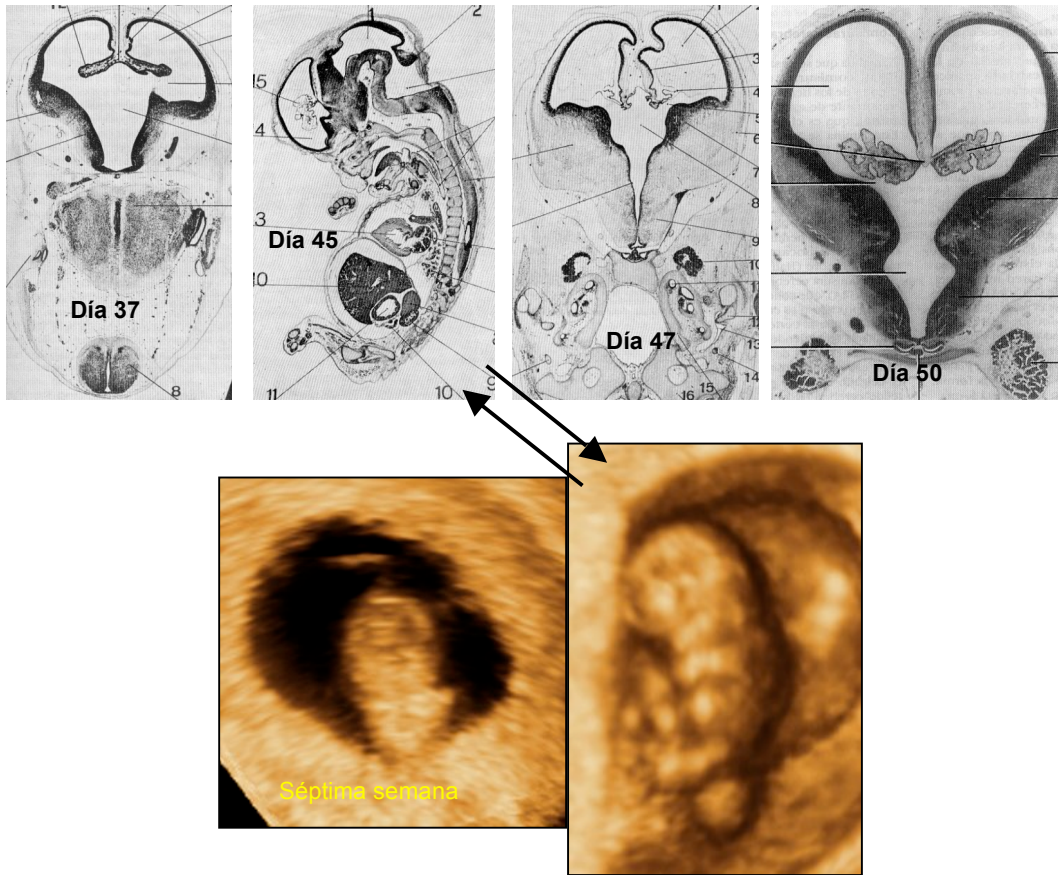
FIGURA 191 :
EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO :
IMAGEN ECOGRÁFICA CON 3D EN EMBRIÓN DE 18 MMS.



**FIGURA 192 :
EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO :
DIAS 40-41 DEL DESARROLLO**

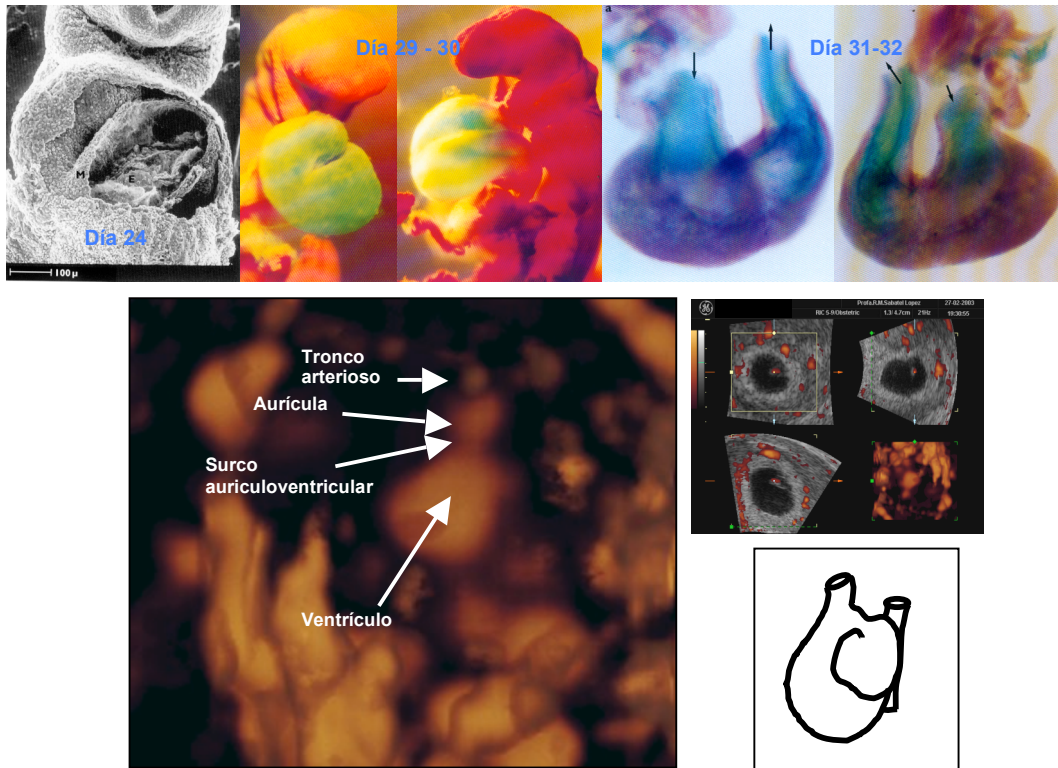


**FIGURA 193 :
EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO :
PLEXOS COROIDEOS**



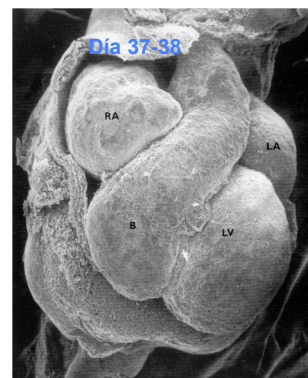
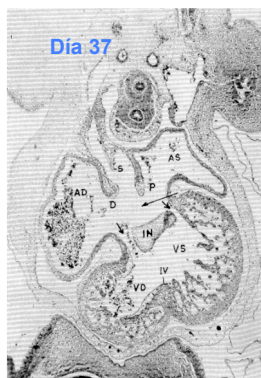
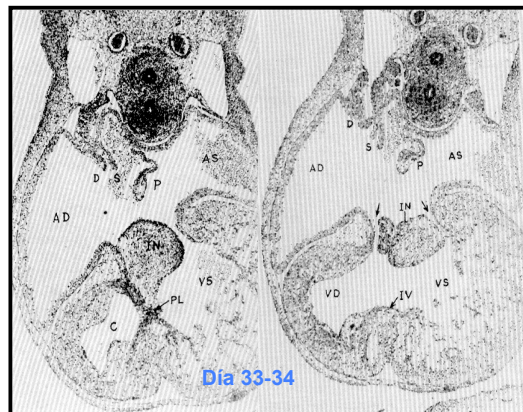
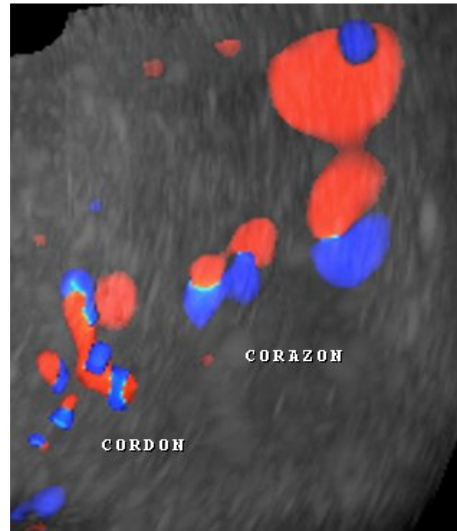
La complejidad de la evolución cardíaca ,no solo en dos , sino también en tres dimensiones es un reto que hemos superado . Como indica la cardiología y se observa en las fotografías obtenidas del corazón embrionario separado del resto del cuerpo embrionario (145) , en la cuarta semana del desarrollo , el corazón está constituido por un gran ventrículo , que se separa de la aurícula por el surco auriculo-ventricular . El empleo del Power döppler 3D , permite identificar el corazón embrionario y como vemos en la **Figura 194** , ver su morfología externa , permitiendo identificar las diferentes zonas cardíacas .

**FIGURA 194 :
EVOLUCIÓN DEL SISTEMA CARDIOVACULAR :
CORAZÓN EN LA CUARTA SEMANA DEL DESARROLLO**



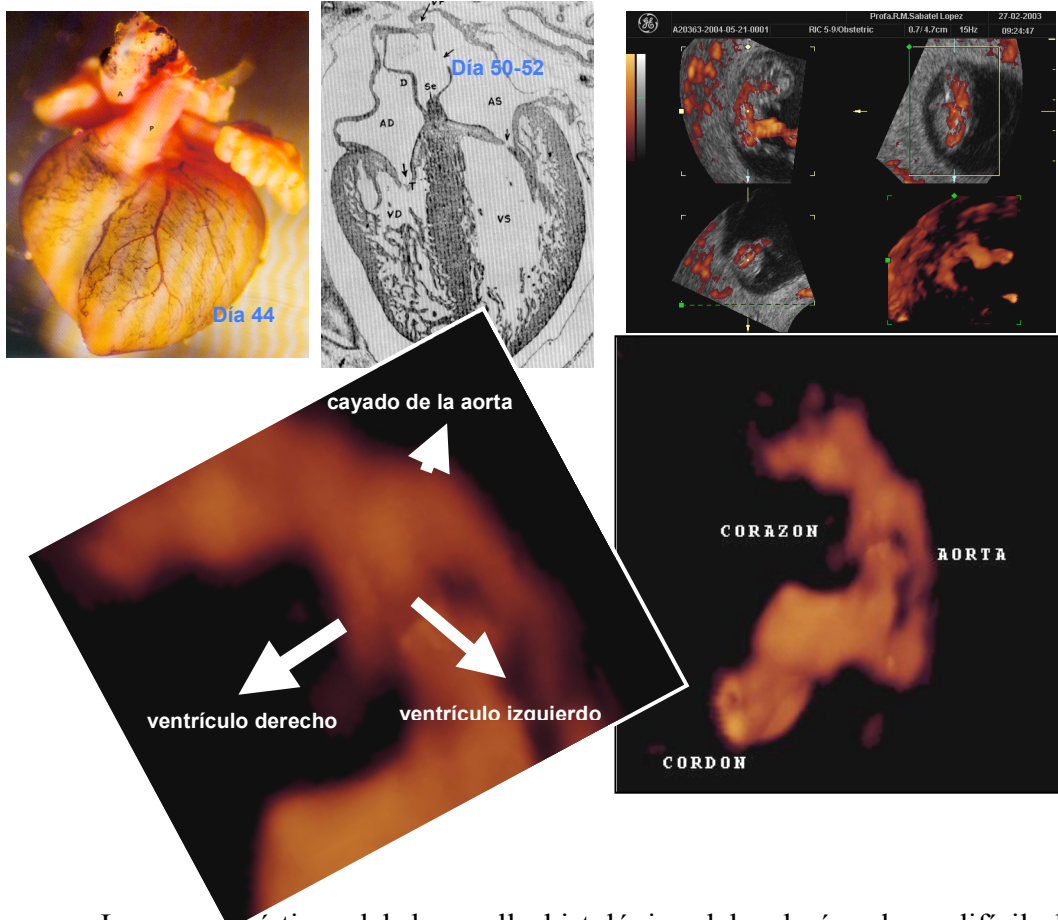
En la quinta semana , se desarrolla una parte del tabicamiento cardíaco , como ponen de manifiesto las imágenes anatómo-patológicas (145) de la **Figura 195** , de forma que , al finalizar la semana , habrá cambiado la morfología externa del corazón y , en su interior , aurículas y ventrículos mantendrán amplias comunicaciones , mientras que la formación de las válvulas auriculo-ventriculares dará lugar , a que la comunicación entre las aurículas y ventrículos sea pequeña . La imagen que el döppler-color es capaz de ofrecernos en esta semana del desarrollo , es similar a la que nos ofrece la preparación anatómo-patológica del corazón embrionario en el día 37 del desarrollo (**Figura 195**) .

FIGURA 195 :
EVOLUCIÓN DEL SISTEMA CARDIOVACULAR : CORAZÓN EN LA QUINTA SEMANA DEL DESARROLLO



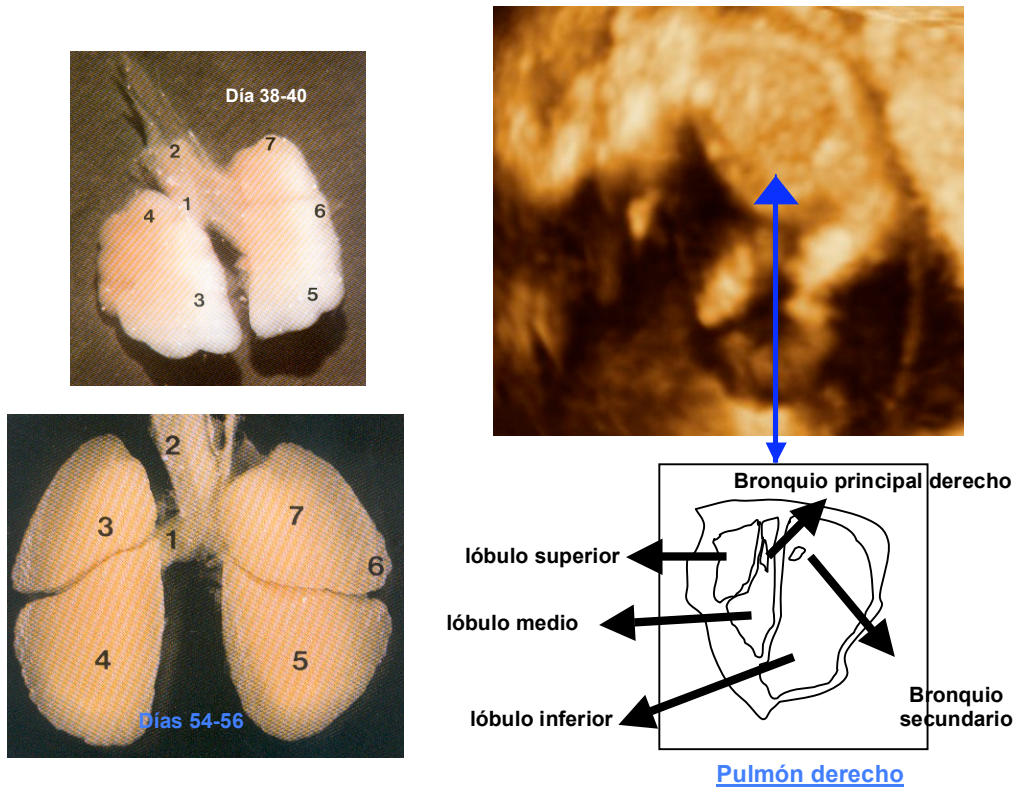
Al final del período embrionario , nuevamente el Power döppler 3D , nos permite reconocer la morfología externa del corazón (145 , 146) (**Figura 196**) .

FIGURA 196 :
EVOLUCIÓN DEL SISTEMA CARDIOVACULAR :
CORAZÓN EN LA OCTAVA SEMANA DEL DESARROLLO



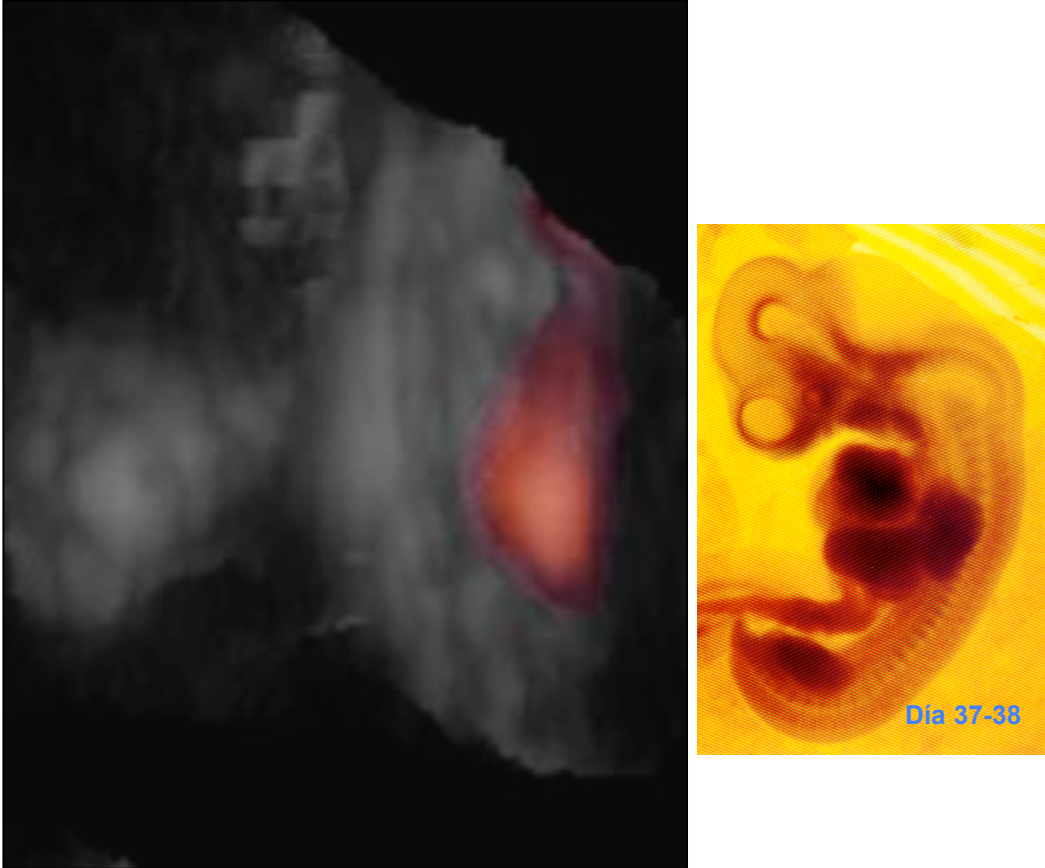
Las características del desarrollo histológico del pulmón , hace difícil el seguimiento de su desarrollo , incluso para la ecografía 3D , pero al finalizar el período embrionario ,la 3D es capaz de identificar los lóbulos pulmonares é incluso las secciones de los bronquios , consiguiendo imágenes similares a las de los pulmones separados del organismo , correspondientes a embriones en ese estadio del desarrollo (147) (**Figura 197**) .

**FIGURA 197 :
PULMÓN EN LA OCTAVA SEMANA DEL DESARROLLO**



El sistema óseo antes de su osificación pasa por una fase de condricación ; en esta fase con power-döppler 3D y en la forma de captura body , podemos llegar a reconocer los cuerpos vertebrales , apareciéndonos el embrión , de forma similar a como lo encontramos en fotografías de esos momentos (148) (**Figura 198**) .

**FIGURA 198 :
COLUMNA EN FASE DE CARTILAGO**



El empleo del TUI , nos va a permitir reconocer el primer punto de osificación a nivel clavicular y ya en la octava semana , podemos reconocer en la captura superficial incluso la cabeza de las costillas , que han comenzado su osificación en esta fase , como demuestran las imágenes fotográficas de otros autores (139) (**Figura 199**) .

**FIGURA 199 : COLUMNA
EN LA OCTAVA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO**



Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos podemos extraer las siguientes conclusiones :

Primera

La Ecografía tridimensional consigue visualizar la gestación , incluso antes de que la gestante tenga amenorrea , por tanto antes que la ecografía bidimensional .

Segunda

La Biometría con Ecografía 3D de los primeros 56 días del desarrollo humano pone de manifiesto que :

- El diámetro y el volumen del Saco Gestacional y la Longitud y volumen del embrión aumentan con la evolución temporal del período embrionario .
- El crecimiento de la vesícula vitelina en diámetro y en volumen no se ven influenciados temporalmente , con la evolución del período embrionario
-
- La longitud y volumen del embrión a lo largo del período embrionario está en relación con el incremento del diámetro y el volumen del Saco Gestacional , aunque esta relación es más estrecha con el incremento del volumen .

Tercera

El estudio morfológico del Embrión con Ecografía Tridimensional permite :

- El reconocimiento de procesos del desarrollo embrionario vedados a otros procedimientos de estudio “ in vivo “.
-
- El seguimiento del desarrollo de las estructuras y sistemas embrionarios en los primeros 56 días del desarrollo humano .

Estas conclusiones nos permiten asegurar que la Hipótesis planteada al inicio de la investigación : “ Con Ecografía 3D es posible reconocer las características evolutivas gestacionales y embrionarias durante los primeros 56 días del desarrollo humano “ in vivo “” , no solo es una hipótesis verdadera , sino que la Ecografía Tridimensional es la que permite a la Ecografía , hablar realmente de SONOEMBRIOLOGIA , ya que con ella , sí que podemos explorar al embrión y conocer su evolución hasta que alcanza el estadio de Feto

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

BIBLIOGRAFIA

- 0.-Bega,G.;Wapner,R.;Lev-Toaff,A.;Kuhlman,K. “ Diagnosis of conjoined twins at 10 weeks using three-dimensional ultrasound: a case report “ *Ultrasound Obstet.Gynecol.* 2000;16:388-390
- 1.-Dosedla,J. “ Effect of ultrasonics on the pregnant uterus in guinea pigs “ *Br2atisl.Lek Listy* 1951;31:569-577
- 2.-Shi,A.;tao-Hsin,W.;Shih-Yuan,A.;Shih-Liang,C.;Hsiang-Huei,W.;Chih Chang,H.;Kuo Juei,Y “ The use of pulsed ultrasound in clinical diagnosis “ *Chin.Med.J.*1962,81:315-325
- 3.- Levi,S.;Erbsman,F.;” Growth of the human ovular pouch during the 1st weeks of pregnancy “ *J.Radiol.Electral Med.Nucl.*1972;53:687-689
- 4.- Polani,PE.;Benson,PF. “ Prenatal diagnosis “ *Gys.Hosp.Rep.*1973;122:65-89
- 5.- Robinson,HP. » Gestation sac volume as determined by sonar in the first trimester of pregnancy “ *Br.J.Obstet.Gynecol.*1975;82:100-107
- 6.- Kemeter,P.;Feichtinger,W. “ Trans-vaginal oocyte retrieval using a transvaginal sector scan probe combined with an automatic puncture device “ . *Hum.Reprod.*1986;1:21-24
- 7.- Timor-Tritsch,I.E.;Farine,D.;Rosen,M.G. “ A close look at early embryonic development with the high-frecuency transvaginal transducer “ *Amer.J.Obstet.Gynecol.* 1988;159:676-81
- 8.- Cullen ,MT.;Green,JJ.;Reece,E.A.;Hobbins,JC. “ A comparison of tansvaginal and abdominal ultrasound in visualizing the first trimerter conceptus “ *J.Ultrasound Med.*1989;8:565-569
- 9.- Brinkley,JF.; Mc Callum,WD.;Muramatsu,SK.;Liu,DY. “ Fetal weight estimation from lengths and volumes found by three-dimensional ultrasonic measurements “ *J.Ultrasound Med.*1984;3:163-168
- 10.- Hata,T.;manabe,A.;Aoki,S.;Miyazaki,K.;Yoshino,K.;Yamamoto,K. “ Three-dimensional intrauterine sonography in the early first-trimester of human pregnancy :Preliminay study “ *Human.Reprod.* 1998;13:740-743
- 11.- Kurjak,A.;Kupesic,S.;Banovic,I.;Hafner,T.;Kos,M. “ The study of morphology and circulation of early embryo by three-dimensional ultrasound and power Döppler” *J.Perinat.Med.* 1992;27:145-157
- 12.- Steiner,H.;Gregg,AR.;Bogner,G.;Graf,AH.;Weiner,CP.;Staudach,A. “ First trimester three-dimensional ultrasound volumetry of the gestational sac “ *Arch.Gynecol.Obstet.* 1994,255:165-170
- 13.- Harika,G.;Gabriel,R.;Carre-Pigeon,F.;Alemany,I.;Quereux,C.;Wahl,P. “ Primary application of three-dimensional ultrasonography to early diagnosis of ectopic pregnancy “ *Eur.J.Obstet.Gynecol.Reprod.Biol.*1995;60:117-120

- 14.- Blaas,H.G.;Eik.Ness,S.H.;Berg.;S.Torp.H. “ In-vivo three-dimensional ultrasound reconstructions of embryos and early fetuses “ *Lancet* 1998;10:1182-1186
- 15.- Maymon,R.;Halperin,R.;Weinraub,Z.;Herman,A.;Schneider,D. “ Three-dimensional transvaginal sonography of conjoined twins at 10 weeks : a case report. “ *Ultrasound Obstet.Gynecol.* 1998;11:292-294
- 16.- Rempen,A. “ The shape of the endometrium evaluated with three-dimensional ultrasound : an additional predictor of extrauterine pregnancy “ *Human.reprod.*1998;13:450-454
- 17.- Babinszki,A.;Mukherjee,T.;Kerenyi,T.;Berkowitz,R.L.;Copperman,A.B. “ Diagnosing amniocity at 6 weeks of pregnancy with transvaginal three-dimensional ultrasonography : case report .” *Fertil.Steril.*1999;71:1161-1164
- 18.- Kupesic,S.;Kurjak,A.;Ivancic-Kosuta,M. “ Volume and vascularity of the yolk sac studied by three-dimensional ultrasound and color Doppler “ *J.Perinat.Med.* 1999;27:91-96
- 19.- Kurjak,A.;Kupesic,S.;Ivancic-Kosuta,M. “ Three-dimensional transvaginal ultrasound improves measurement of nuchal translucency “ *J.Perinat.Med.* 1999;27:97-102
- 20.- Lawrence,A.;Jurkovic,D. “ Three-dimensional ultrasound diagnosis of interstitial pregnancy “ *Ultrasound Obstet.Gynecol.* 1999;14:292-293
- 21.- Blass,HG.;Eik.ness,SH;;isakse,C.V. “ The detection of spina bifida before 10 gestational weeks using two- and three-dimensional ultrasound “ *Ultrasound Obstet.Gynecol.*2000;16:25-29
- 22.- Borrell,A.;farre,M.T.;Echevarria,M.;Martinez,J.M.;Costa,D.;Fortuny,A. “ Nuchal thickness evolution in trisomy 18 fetuses “ *Ultrasound Obstet.Gynecol.*2000;16:146-148
- 23.- Chung,BL.;Kim,HJ.;Lee,KH. “ The application of three-dimensional ultrasound to nuchal translucency measurement in early pregnancy (10-14 weeks) : a preliminary study “ *Ultrasound Obstet.Gynecol.* 2000;15:122-125
- 24.- Hata,T.;Yanagihara,T.;Matsumoto,M.;Hanaoka,U.;Ueta,M.;Tanaka,Y.;Kanenishi,K.;Kuno,A.;Yamashiro,C.;Ohnishi,Y.;Tanaka,H.;Hayashi,K “ Three-dimensional sonographic features of fetal central system anomaly “ *Acta Obstet.Gynecol.Scand.*2000;79:635-639
- 25.- Muller,T.;Sutterlin,M.;Pohla,U.;Dietl,J. “ Transvaginal volumetry of first trimester gestational sac: a comparison of conventional with three-dimensional ultrasound “ *J.Perinat.Med.*2000;28:214-220
- 26.- Sladkevicius,P.;Campbell,S. “ Advances in Ultrasound assessment in the establishment and development of pregnancy “ *Br.Med.Bull.*2000;56:691-703

- 27.- Babinszki ,A.; Nyari,T.;Jordan,S.;Nasseri,A.;Mukherjee,T.;Copperman,AN. “ Three-dimensional measurements of gestational and yolk sac volumes as predictors of pregnancy outcome in the first trimester”. Am .J .Perinatol. 2001;18:203-211
- 28.- Czekierdowski,A.;Cholubeck,G.;Sodowski,K.;Kotarski,J. “ Three-dimensional sonography in nuchal translucency measurements between 10th and 14th weeks of gestation “ Ginekol.Pol.2001;72:961-967
- 29.- Czekierdowski,A.;Hasenohrl,G.;Schaffer,H.;Steiner,H.. “ Comparison between two- and three-dimensional ultrasound measurements of nuchal translucency “ .Ultrasound Obstet.Gynecol.2001;18:475-480
- 30.- Eppel,W.;Worda,C.;Frigo,P.;Lee,a.” Three-dimensional ultrasound for nuchal translucency thickness measurements : comparison of feasibility and levels of agreement “ Prenat.Diagn.2001;21:596-601
- 31.- Hsu,TY.;Chang,SY.;Ou,CY.;Chen,ZH.;Tsai,WL.;Chang,MS.;Soong,YK. “ First trimester diagnosis of holoprosencephaly and cyclopia with triploidy by transvaginal three-dimensional ultrasonography “ Eur.J.Gynecol.Reprod.Biol. 2001;96:235-237
- 32.- Kupesic,S.;Kurjak,A. “ Volume and vascularity of the yolk sac assessed by three-dimensional and power döppler ultrasound “ Early pregnancy 2001,5:40-41
- 33.- Metzenbauer,M.;Hafner,E.;Hoefinger,D.;Schuchter,K.;Stangl,G.;Ogris,E.;Philipp,K. “ Three-dimensional ultrasound measurement of the placental volume in early pregnancy : method and correlation with biochemical placenta parameters “ Placenta, 2001;22:602-605
- 34.- Paul,C.; Krampl,E.;Skentou,C.;Jurkovic,D.;Nicolaidis,KH “ Measurement of fetal nuchal translucency thickness by three-dimensional ultrasound “ Ultrasound.Obstet.Gynecol. 2001;18:481-484
- 35.- Schuchter,K.;Metzenbauer,M.;Hafner,E.;Philipp,K. “ Uterine artery Döppler and placental volume in the first trimester in the prediction of pregnancy complications “ Ultrasound Obstet.Gynecol.2001;18:590-592
- 36.- Shih,JC.;Jaffe,R.;Hsieh,F.J. “ Three-dimensional ultrasonography in early pregnancy “ Semin.Perinatol.2001;25 :3-10
- 37.- Acharya,G.;Morgan,H. “ First-trimester , three-dimensional transvaginal ultrasound volumetry in normal pregnancies and spontaneous miscarriages “ Ultrasound Obstet.Gynecol. 2002;19:575-579
- 38.- Benoit,B.;Hafner,T.;Kurjak,A.;Kupesic,S.;Bekavac,I.;Bozek,T. “ Three-dimensional sonoembryology “ . J.Perinat-Med. 2002;30:63-73
- 39.- Kang,L.;Chang,CH.;Yu,YC.;Chang,F: “ Prenatal depiction of cystic hygroma using three-dimensional ultrasound “ Ultrasound.Med.Biol.2002;28:719-723
- 40.- Kupesic,S.;Hafner,T.;Bjelos,D. “ Events from ovulation to implantation studied by three-dimensional ultrasound “ J.Perinat.Med.2002;30:84-98

- 41.- Metzenbauer,M.;Hafner,E.;Schuchter,K.;Philipp,K. “ First-trimester placental volume as a marker for chromosomal anomalies : preliminary results from an unselected population “ *Ultrasound Obstet.Gynecol.*2002,19:240-242
- 42.- Michailidis,G.D.; Papageorgiou,P.;Economides,D.L. “ Assessment of fetal anatomy in the first trimester using two- and three-dimensional ultrasound “ *Br.J.Radiol.*2002;75:215-219
- 43.-Clementschtisch,G.;Hasenorhrl,G.;Steiner,H.;Staudach,A. “ Early Diagnosis of a Fetal Skeletal Dysplasia Associated with increased Nuchal Translucency with 2D and 3D Ultrasound “ *Ultraschall Med.* 2003 24:349-352
- 44.- Figueras,F.;Torrents,M.;Muñoz,A.;Comas,C.;Antolin,E.;Echevarria,M.; Carrera,JM. “ Three-dimensional yolk and gestational sac volume : Aprospective study of prognostic value” *J.Reprod.Med.*2003,48:252-256
- 45.- Gassner,R.;Metzenbauer,M.;Hafner,E.;Vllarza,U.;Philipp,K. “ Triploidy in a twin pregnancy : small placenta volume as an early sonographical marker “ *Prenat.Diagn.*2003;23:16-20
- 46.- Hafner,E.;Metzenbauer,M.;Hofinger,D.;Munkeñ,M.;Gassner,R.; Schuchter,K.;Dilliger-Paller,B.;Philipp,K. “ Placental growth from the first to the second trimester of pregnancy in SGA-foetuses and pre-eclamptic pregnancies compared to normal foetuses “ *Placenta* 2003;24:336-342
- 47.- Minami,S.;Ishihara,K.;Araki,T.” Determiation of blastocyst implantation site in spontaneous pregnancies using three-dimensional transvaginal ultrasound “ *J.Nippon Med.Sch.*2003;70:250-254
- 48.- Michailidis,GD.;Papagoergiou,P.;Morris,R.W.;Economides,D.L. “ The use of three-dimensional ultrasound for fetal gender dsetermination in the first trimester .” *Br.J.radiol.*2003;76:448-451
- 49.- Ruano,R.;Picone,O.;Benachi,A.;Grebille,A.G.;Martinovic,J.;Dumez,Y.; Domergues,M. “ First-trimester diagnosis of osteogenesis imperfecta associated with encephalocoele by conventional and three-dimensional ultrasound “ *Prenat.Diagn.*2003;23:539-542
- 50.- Salim,R.;Regan,L.;Woelfer,B.;Backos,M.;Kurkovic,D. “ A comparative study of the morphology of congenital uterine anomalies in women with and without a history of recurrent first trimester miscarriage “ *Hum.reprod.*2003;18:162-166
- 51.- Sepulveda,W.;Sandoval,R.;Carstens,E.;Gutierrez,J.;Vasquez,P. “ Hypohidrotic ectodermal dysplasia : Prenatal diagnosis by three-dimensional ultrasonography “ *J.Ultrasound.Med.*2003;22:731-735
- 52.- Worda,C.;Radner,G.;Lee,A.;Eppel,W. “ Three-dimensional ultrasound for nuchal translucency thickness measurements:comparison of transabdominal and transvaginal ultrasound “ *J.Soc.Gynecol.Investig.*2003;10:361-365
- 53.- Roman,AS.;Monteagudo,A.;Timor.Trisch,I.;Rebarber,A. “ First-trimester diagnosis of sacrococcygeal teratoma : the role of three-dimensional ultrasound” *Ultrasound Obstet.Gynecol.* 2004;23:612-614

- 54.- Falcon,O.;Wegrzyn,P.;Faro,C.;Peralta,CF.;Nicolaidis,KH. “ Gestational sac volume measured by three-dimensional ultrasound at 11 to 13+6 weeks of gestation: relation to chromosomal defects” *Ultrasound Obstet.Gynecol* 2005,25:546-550
- 55.- Pajkrt,E.;Jauniaux,E. “ First-trimester diagnosis of conjoined twins “ *Prenat.Diagn.*2005;25:820-826
- 56.- Rossavik,IL.;Torjusen,GO.;Gibbons,WE. Conceptual age and ultrasound measurements of gestational sac and crown-rump length in vitro fertilization pregnancies. *Fertil Steril* 1988,49:1012-1017
- 57.- Neiman,L.; Transvaginal ultrasound embriography . *Semin.Ultrasound* 1990,II : 22-23
- 58.- Goldstein , I; Zimmer , EDA;Tamir,A;Peretz , BA.;Paldi,E Evaluation of normal gestational sac growth : appearance of embryonic heartbeat and embryo body movements using the transvaginal technique . *Obstet.Gynecol.*1991,78:729-730
- 59.- Kinoshita,K. Clinical significance of detection time and site of early gestational sac by ultrasonography *Nippon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi* 1994,46:102-108
- 60.- Jurkovic,D.;Gruboeck,K.;Cambell,S. Ultrasound features of normal early pregnancy development . *Curr.Opin Obstet.Gynecol* 1995,7:493-504
- 61.- Sabatel ,R.M.;Galera,r. Diagnóstico de gestación precoz mediante ecografía 3D . *Revista Española de Ultrasonidos en Obstetricia y Ginecología ,* *Reuog .1:3 , 2003 , CD-Room Interactivo*
- 62.- Hellman,LM.;Kobayashi,M.;Fillisti,L.Lavenhar,M.;Cromb,E. Grwth and development of the human fetus to the 20th week of gestation . *Am.J.Obstet.Gynecol.*1969,103:789-800
- 63.- Louppila,PC.;Length and depth of the uterus and diameter of the gestation sac in normal gravidas during early pregnancy.*Acta Obstet.Gynecol.Scad.*1971, 50:29-31
- 64.- Levi,S. *Diagnostic par ultrasons en Gynécologie et Obstétrique.*Paris Masson.1972
- 65.- Carrera,JM. Crecimiento de las dimensiones uterinas y del saco gestacional durante el primer trimestre de gestaión . *Curso de Ecografía en Obstetricia y Ginecología.*Barcelona.Instituto Dexeus. 1977.
- 66.- Daya,S.;Woods,S.;Ward,S. et al.Early pregnancy assessment with transvaginal ultrasound scanning . *Can.Med.Assoc.J.*1991,144:441-445
- 67.-Acharya,G.;Morgan H. Does gestational sac volume predict the outcome of missed miscarriage managed expectantly? *J.Clin. Ultrasound* 2002,30:526-531
- 68.- de Crespigny,LC.;Cooper,D.;Mc Kenna,M. Early detection of intrauterine pregnancy with ultrasound .*J.Ultrasound Med.*1988,7:7-11

- 69.- Piirainen, O. Studies in diagnostic ultrasound. Size of the nonpregnant uterus in women of child bearing age and uterine growth and foetal development in the first half of normal pregnancy. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 1975, 46: 1-60
- 70.- Bonilla, F.; Perez, M. Diagnóstico con ultrasonidos en Obstetricia y Ginecología. Barcelona. Científico Médico, 1977
- 71.- Robinson, H.P. Gestational sac volume as determined by sonar in the first trimester of pregnancy. *Br. J. Obstet. Gynecol.* 1975, 82: 100-107
- 72.- Sabatell, R.M. Ecografía y Doppler 3D en el primer trimestre de la gestación normal y patológica. II Curso Misas. Madrid, 2005
- 73.- Steiner, H.; Gregg, A.R.; Bogner, G.; Graf, A.H.; Weiner, C.P.; Staudach, A. First trimester three-dimensional ultrasound volumetry of the gestational sac. *Arch. Gynecol. Obstet.* 1994, 255: 165-170
- 74.- Levi, C.S.; Lyons, E.A.; Lindsay, D.J. Early diagnosis of nonviable pregnancy with endovaginal ultrasound. *Radiology* 1988, 167: 383-385
- 75.- Jauniaux, E.; Jurkovic, D.; Henriot, Y.; Rodesch, F.; Hustin, J. Development of the secondary human yolk sac: correlation of sonographic and anatomical features. *Human Reprod.* 1991, 6: 1160-1166
- 76.- Rowling, S.E.; Langer, J.E.; Coleman, B.G.; Nisenbaum, H.L.; Horii, S.C.; Arger, P.H. Sonography during early pregnancy: dependence of threshold and discriminatory values on transvaginal transducer frequency. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1999, 172: 983-988
- 77.- Zorrilla Romera, F. Evaluación ecográfica transvaginal de la fisiopatología de la vesícula vitelina. Tesis Doctoral Universidad de Granada, 1994
- 78.- Deaton, J.L.; Honore, G.M.; Huffman, C.S.; Bauguess, P. Early transvaginal ultrasound following an accurately dated pregnancy: the importance of finding a yolk sac or fetal heart motion. *Hum. Reprod.* 1997, 12: 2820-2823
- 79.- Schouwink, M.H.; Fong, B.F.; Mol, B.W.; Van der Veen, F. Ultrasonographic criteria for non-viability of first trimester intra-uterine pregnancy. *Early Pregnancy* 2000, 4: 203-213
- 80.- Stampone, C.; Nicotra, M.; Muttinelli, C.; Cosme, E.V. Transvaginal sonography of the yolk sac in normal and abnormal pregnancy. *J. Clin. Ultrasound* 1996, 24: 3-9
- 81.- Szabo, J.; Gellen, J.; Szemere, G.; Farago, M. Significance of hyper-echogenic yolk sac in first-trimester screening for chromosome aneuploidy. *Orv. Hetil.* 1996, 137: 2313-2315
- 82.- Cepni, I.; Bese, T.; Ocal, P.; Budak, E.; Idil, M.; Aksu, M.E. Significance of yolk sac measurements with vaginal sonography in the first trimester in the prediction of pregnancy outcome. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 1997, 76: 969-972
- 83.- Kucuk, T.; Duru, N.K.; Yenen, M.C.; Dede, M.; Ergun, A.; Baser, I. *J. Perinat. Med.* 1999, 27: 316-320
- 84.- Roman, G.; Malinowski, W. Prognostic value of ultrasonography of the yolk sac in singleton pregnancy. *Ginekol. Pol.* 2004, 75: 584-588

- 85.- Chama,CM.;Marupa,JP.;Obed,JY. The value of the secondary yolk sac in predicting pregnancy outcome . J.Obstet.Gynaecol.2005.;25:245-247
- 86.- Zimmer,EZ.;Chao,CR.;Santos,R. Amniotic sac, fetal heart area , fetal curvature , and other morphometrics using first trimester vaginal ultrasonography and color Döppler imaging .J.Ultrasound Med.1994,13:685-690
- 87.- Figueras,F.;Torrents,M.;Muñoz,A.;Comas,C.;Antolin,E.;Echevarria,M.;Carrera,J.M. Three-dimensional yola and gestational sac volume. A prospective study of pronostic value.J.Reprod.Med.2003,48:252-256
- 88.- Cosme,E.;Piazzze,JJ.;Ruozi,A.;Anceschi,MM.;la Torre,R.;Andrisani,A. ;Litta,P. ;Nardelli,GB. ;Ambrosini,G. Structural-trimidimensional study of yola sac in pregnancies complicated by diabetes .J.Perinat.Med.2005.53:132-136
- 89.- Schoenfeld,A.;Warchaizer,S.;Ermann,A.Hod,M. Prostaglandin metabolism in yolk sacs of normal and diabetic pregnancies . Early Pregnancy,1996,129-132
- 90.- Bernascheck,G.;Deutinguer,J.;Kratochwil,A. Normal early pregnancy . En : Endosonography in Obstetrics and Ginecology . Berlin. ED.Springer-Verlag , 1990 pp 29-47
- 91.-Daya,S. Accuracy of gestational age estimation by means of the fetal crown-rump lengjt measurements.Am.J.Obstet.Gynecol.1993,168:903-908
- 92.- Goldstein,SR.;Wolfson,R. Transvaginal ultrasonographic measurements of early embryonic size as a means of assessing gestational age .J.Ultrasound Med.1994,13:27-31
- 93.- Wisser,J.;Dirschedel,P.;Krone,S. Estimation of gestational age by transvaginal sonographic measurements of the greatest embryonic length in dated human embyos . Ultrasound Obstet.Gynecol.1994,4:457-462
- 94.- Robinson , H[^]P Sonar measurement of fetal crown-rump length as means of assessing in first trimester of pregnancy . BMJ, 1973,4:28-31
- 95.- Drumm,JE.;Clinch,J.;Mackenzie,G. The ultrasonic measurement of fetal crown-rump length as a method of assessing gestational age . Br.J.Obstet.Gynaecol. 1976,83:417-421
- 96.- Nelson,LH. Comparison of methods for determining crown-rump measurement by real-time ultrasound.J.Clin.Ultrasound, 1981,9:67-70
- 97.- Hadlock,FP.;Shah,YP.;Kanon,DJ.;Lindsay,JV. Fetal crown-rump length . Reevaluation of relation to menstrual age (5 – 18 weeks) with high-resolution real time US. Radiology 1992,182:501-505
- 98.- Aviram,R.;Shpan,DK.;Markovitch,O.;Fishman,A.;Tepper,R. Three- dimensional first-trimester fetal volumetry : comparison with crown rump length . Early Human.Dev.2004,8:1-5
- 99.- Hata,T.;Aoki,S.;Manabe,A.;Hata,K.;Miyazaki,K . Three-dimensional ultrasonography in the first trimestre of human pregnancy . Human.Reprod.1997,12:1800-1804

- 100.- Pinto,V.;Sambati,S.;Marinaccio,M.;Di Cagno,L.;D'Addario,V.
Sonoembriological criteria in the evaluation of gestational age . Minerva
Ginecol. 2005,57:641-647 .
- 101.- Montenegro,N.;Beires,J.;Carrera,J.M. Quantutative and combined color
Döppler and hormonal assessment of first trimester hemodynamics . In : Kurjak
,A. (Ed) An Atlas of transvaginal color Döppler . London.Parthenon Publishing,
1994 pp.95
- 102.- Hertzberg,BS.;Mahony,BS.;Bowie,JD. First trimester fetal cardiac activity :
Sonographic documentation of a progressive early rise in heart rate .
J.Ultrasound Med. 1988,7:573-575
- 103.- Schats,R.;jansen,CA.;Wladimiroff,JW. Embryonic heart activity : appearance
and development in early human pregnancy .
Br.J.Obstet.Gynaecol.1990,97:989-994
- 104.- Doubilet,PM.;Benson,CB. Embryonic heart rate in the early first trimester :
What rate is normal ? . J.Ultrasound Med.1995,14:431-434
- 105.- Stefos,TI.;Lolis,DE.;Sotiriadis,AJ.;Ziakas,GU.Embryonic heart rate in early
pregnancy . J.Clin.Ultrasound 1998,26:33-36
- 106.- Montenegro,N.;Ramos,C.;Matias,A.;Barros,H. Variation of embryonic(fetal
Herat rate at 6-13 weeks gestation . Ultrasound Obstet.Gynecol.1998,11:274-
276
- 107.- Laboda,LA.;Estroff,JA.;Benacerraf,BR. First trimestre bradycardia: A sign of
impeding fetal loss. J. Ultrasound Med. 1989,8:561-563
- 108.- Achiron,R.;Tadmor,O.;Mashiach,S. Heart rate as a predictor of first trimester
spontaneous abortion after ultrasound proven viability .
Obstet.Gynecol.1991,78: 330-333
- 109 .- May,DA.;Sturtevant,NV. Embryonal heart rate as a predictor of pregnancy
outcome : A prospective analysis. J.Ultrasound Med. 1991:91-593
- 110.- Sabatel,RM.;Cuadros,JL.;Motos,MA.;Egea,I.;Marchal,G;Cuadros,AM
Frecuencia cardiaca en las primeras 20 semanas de gestación . XI Congreso
de la SAGO , Cádiz , 1998
- 111.- Sabatel,RM.;Cuadros,JL.;Motos,MA.;Marchal,G.;Chicharro,MC.;Egea,I.
Behaviour of the embryonic-phoetal heart rate in the first half of gestation .
XIV European Congress of Gynaecologists and Obstetricians. Granada 1999
- 112.- Genis Galvez,J.M. (Ed.) Biología del desarrollo. Barcelona . Espaxs 1970
- 113.- Hamilton,WJ.;Mossman,HW.(ed) Embriologia Humana ,4ª edición .Buenos
Aires .Interamericana . 1975
- 114.- Sadler,TW.(Ed.) Langman Embriología Médica . 6ª edición . Buenos Aires ,
Panamericana , 1993
- 115.- Moore,KL.;Persaud,TVN (eds) Befote we are born . Essentials of
Embryology and Birth Defects . 4th edition . Philadelphia.W.B.Sauners
Company ,1993

- 116.- Moore,KL.;Persaud,TVN. (Eds) Embriología Clínica 6ª edición . Buenos Aires , McGraw-Hill Interamericana , 1999 .
- 117.- Mäkikallio,K.;Jouppila,P.;Räsänen,J Human fetal cardiac function during the first trimester of pregnancy . Heart 2005,91:334-338
- 118.- Hertig,AT.;Rock,J.Contrib.Embryol.Carnegie Inst.(1941)29:129 . En : Keith,L.Moore ,TVN Persaud (eds.) Embriología Clínica .Vol 1 .6ª Edición.Buenos Aires . McGraw-Hill Interamericana . 1999 pp 52-53 .
- 119.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group. 2001 , pp.61
- 120.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp. 66,
- 121.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.68
- 122.- Genis Gálvez,JM. Delimitación y modelo del cuerpo embrionario . Ontogenia de la forma externa del embrión . Hominización del embrión . En : Biología del Desarrollo , J Mª Genis Gálvez (Ed.) Barcelona .Espaxs .(1970) pp:113- 145
- 123.- Boyd,JD.;Hamilton,WJ. Somite stages (Twenty-thirty days) (Streeter´s horizons –X to XIV) In : The Human Placenta . JD.Boyd and WJ.Hamilton (Eds.) Cambridge. The MacMillan Press LTD , 1970 , pp: 71 – 77
- 124.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group 2001 , pp.69
- 125.- Moore ,KL, Persaud,TVN Periodo organogenético : De la cuarta a la octava semana . En : Moore ,KL, Persaud,TVN (Eds.) Embriología clínica . Vol I , 6ª Edición . México . McGraw-Hill Interamericana . 1999, pp.87-111
- 126.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group .2001 , pp.80
- 127.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group 2001 , pp.81
- 128.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group. 2001 , pp.90
- 129 .- England,MA.Ciclo normal del desarrollo . En : Marjorie A.England (Ed.) . Gran Atlas de la vida antes de nacer .Londres.Mosby-Year Book Wolfe Publishing . 1983 , pp: 14-29

- 130 - Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.82
- 131 .- Genis Gálvez,JM. Derivados mesoblásticos . En : Biología del Desarrollo , J Mª Genis Gálvez (Ed.) Barcelona .Espaxs .(1970) pp: 235- 260
- 132 .- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.84
- 133 .- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.86
- 134 .- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.87
- 135 .- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.88
- 136.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.92
- 137.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.93
- 138.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.94
- 139.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp.95
- 140.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp. 67,
- 141.- Jirásek,JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp. 75,
- 142 .- Nilsson,L. an Lindberg , J. (Eds) Descubrir al hombre . Viaje fotográfico al interior del cuerpo . Salvat , 1981 , pp 160
- 143 .- Genis Gálvez,JM. Organogénesis del Sistema Nervioso. En : Biología del Desarrollo , J Mª Genis Gálvez (Ed.) Barcelona .Espaxs .(1970) pp: 155- 203
- 144 .- Nilsson,L. an Lindberg , J. (Eds) Descubrir al hombre . Viaje fotográfico al interior del cuerpo . Salvat , 1981 , pp 161

- 145 .- Genis Gálvez, JM. Desarrollo del corazón. En : Biología del Desarrollo , J M^a Genis Gálvez (Ed.) Barcelona .Espaxs .(1970) pp: 293 – 317
- 146 .- Jirásek, JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group . 2001 , pp. 125,
- 147 .- Nilsson, L. and Lindberg , J. (Eds) Descubrir al hombre . Viaje fotográfico al interior del cuerpo . Salvat , 1981 , pp 117
- 148 .- Jirásek, JE. (Ed.) An Atlas of the Human Embryo and Fetus . A Photographic review of Human Prenatal Development . London . The Parthenon Publishing Group. 2001 , pp. 85,

Evolución Ecográfica del Período Embrionario Humano

INDICE

-Antecedentes.....	1
-Planteamiento.....	3
-Hipótesis y Objetivos del Trabajo.....	5
-Diseño del Trabajo.....	7
-Material.....	9
-Métodos	
I.-Métodos Clínicos y Ecográficos.....	17
II.-Proceso con las imágenes	
II.1.-Almacenamiento y archivo de imágenes.....	18
II.2.-Medición de los volúmenes.....	18
II.3.-Generación de imágenes nuevas.....	18
III.-Métodos Estadísticos.....	18
-RESULTADOS	
A.-EVOLUCIÓN DE LOS DIFERENTES PARÁMETROS ECOGRÁFICOS EN EL PERÍODO EMBRIONARIO	
A.1.-EVOLUCIÓN DEL SACO GESTACIONAL.....	19
A.1.1.-Saco Gestacional no visible.....	19
A.1.2.-Diámetro del Saco Gestacional.....	19
A.1.3.-Volumen del Saco Gestacional.....	22
A.1.4.-Relación Volumen/Diámetro del Saco Gestacional.....	24
A.2.-EVOLUCIÓN DE LA VESÍCULA VITELINA.....	25
A.2.1.-Vesícula Vitelina no visible.....	25
A.2.2.-Diámetro de la Vesícula Vitelina.....	26
A.2.3.-Volumen de la Vesícula Vitelina.....	28
A.2.4.-Relación Volumen/Diámetro de la Vesícula Vitelina.....	31
A.3.-EVOLUCIÓN DEL EMBRIÓN.....	32
A.3.1.-Embrión no visible.....	32

A.3.2.-Longitud del Embrión (CRL).....	33
A.3.3.-Volumen del Embrión.....	35
A.3.4.-Relación Volumen del Embrión / CRL	37
A.4.-EVOLUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA..	39
A.4.1.-Frecuencia Cardíaca no visible.....	39
A.4.2.-Frecuencia Cardíaca visible.....	40
A.5.-RELACIONES DE LOS DIFERENTES PARÁMETROS ECOGRÁFICOS ENTRE SÍ.....	45
A.5.1.-Relaciones	
Saco Gestacional – Vesícula Vitelina.....	45
A.5.2.-Relaciones	
Saco Gestacional – Embrión.....	48
A.5.3.-Relaciones	
Saco Gestacional – Frecuencia Cardíaca.....	52
A.5.4.-Relaciones	
Vesícula Vitelina – Embrión	54
A.5.5.-Relaciones	
Vesícula Vitelina – Frecuencia Cardíaca.....	58
A.5.6.-Relaciones	
Embrión – Frecuencia Cardíaca.....	60
 B.1.-EVOLUCIÓN CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL DE LAS TRES PRIMERAS SEMANAS DE DESARROLLO EMBRIONARIO.....	63
 B.1.1.-PRIMERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO.....	63
 B.1.2.-SEGUNDA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO.....	66
 B.1.3.-TERCERA SEMANA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO.....	70

B.1.3.1.- Características morfológicas del Saco Gestacional con Ecografía 3D.....	70
B.1.3.2.-Características morfológicas del Embrión con Ecografía 3D.....	73
B.1.3.3.- Características del Trofoblasto con Ecografía 3D.....	80

B.2.-EVOLUCIÓN CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL DE LA FASE ORGANOGENÉTICA DEL PERÍODO EMBRIONARIO DEL DESARROLLO

B.2.1.-CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL SACO GESTACIONAL CON ECOGRAFIA 3D.....	85
B.2.2.-CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL EMBRIÓN EN LA FASE DE ORGANOGENESIS DEL PERÍODO EMBRIONARIO CON ECOGRAFÍA 3D	

B.2.2.1.- Plegamiento del Embrión.....	90
---	-----------

B.2.2.2.-Morfología del Embrión

B.2.2.2.1.-Aspecto Externo del Embrión.....	98
--	-----------

B.2.2.2.2.-Desarrollo de los miembros.....	99
---	-----------

B.2.2.2.3.-Desarrollo de las estructuras faciales... 	108
--	------------

B.2.2.3.-Desarrollo de las estructuras internas embrionarias

B.2.2.3.1.-Desarrollo del Sistema Nervioso.....	113
--	------------

B.2.2.3.2.-Desarrollo del Sistema Cardiovascular.	120
--	------------

B.2.2.3.3.-Desarrollo del Sistema Oseo	
---	--

B.2.2.3.3.1.-Huesos del Cráneo.....	134
--	------------

B.2.2.3.3.2.-Huesos largos.....	135
B.2.2.3.3.3.-Columna Vertebral.....	137
B.2.2.3.4.-Desarrollo del Pulmón.....	142

DISCUSIÓN

-SACO GESTACIONAL.....	145
-VESÍCULA VITELINA.....	147
-EMBRIÓN.....	148
-FRECUENCIA CARDÍACA.....	149
-EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL PERÍODO EMBRIONARIO, CON ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL.....	154
CONCLUSIONES.....	181
BIBLIOGRAFIA.....	183
INDICE.....	195