

CONSIDERACIONES ESPACIALES Y VOLUMÉTRICAS SOBRE EL DESARROLLO EMBRIONARIO DEL ESTÓMAGO DEL VACUNO.

Vivo, J.M.; Robina, A.; Franco, A.

Cátedra de Anatomía y Embriología. Departamento de Medicina y Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria. 10071 Cáceres.

Summary: J.M. Vivo; A. Robina; A. Franco. Spatial and volumetric considerations on the embryonic development in the bovine stomach. Acta Veterinaria 2, 55-65, 1988.

To make up this essay we have used 42 embryos and foetuses of Holstein frisians, distributed into 14 groups with crown-rump measures between 1,3 cm (23 days of development) and 9,5 cm (70 days), that are spacial rebuilding (an analyzer of images) of the gastric viscera and to get morphometric details related to each other through (compartimental and organic volumes). To get the above mentioned we have followed the usual histologic techniques to obtain the necessary and logical preparations with our research is based on.

Key words: Embriology, stomach, bovine, spatial reconstruction and volumetry.

Palabras clave: Embriología, estómago, vacuno, reconstrucción espacial y volumetría.

INTRODUCCIÓN.

La morfogénesis e histogénesis del estómago de los ruminantes ha sido contemplada por diversos autores (1, 2, 3, 4, 5, 6), bien sea parcelariamente o buscando un análisis integral de los procesos implicados.

Partiendo concretamente de los trabajos de Del Río Ortega (4) sobre el desarrollo de la víscera gástrica de la oveja y de Panchamukhi (5) en el búfalo, prontamente fuimos conscientes de que un estudio tan exhaustivo como el llevado a cabo por estos autores no se había verificado en el vacuno, especie para la cual encontramos distintas aportaciones que siempre giraban alrededor de aspectos específicos del desarrollo (1, 7, 8) lo que hizo acrecentar nuestro interés, fruto del cual es la obra (9) que en 1987 llevábamos a efecto con la pretensión de servir como compendio de los fenómenos morfogénicos e histogénicos asociados al desarrollo de la referida víscera del vacuno, con el valioso complemento impuesto por las connotaciones morfométricas incluídas.

Precisamente, este trabajo que así introducimos trata de profundizar en lo allí expuesto (9) y más concretamente aún en lo referente a la aplicación de tecnología moderna (analyzer de imágenes) a fin de integrar espacialmente -reconstrucciones espaciales- y con datos morfométricos -volúmenes orgánicos- lo ya postulado desde un prisma netamente descriptivo. En este sentido, resulta importan-

te resaltar que entre la bibliografía consultada por nosotros, sólo hemos detectado dos autores (10, 11) que basen sus resultados en estas apreciaciones tecnificadas, siendo así que el primero de ellos (10) se ciñe exclusivamente al desarrollo del abomaso bovino y el segundo (11) lo hace sobre el compartimento ruminal, mientras que nuestro objetivo es versar sobre lo que va aconteciendo en el conjunto del órgano (rumen, retículo, omaso y abomaso).

MATERIAL Y MÉTODO.

Para la realización del presente trabajo se han utilizado 42 embriones y fetos de vacuno frisón procedentes directamente de la cadena de sacrificio de matadero, siendo extraídos los especímenes en el momento de la apertura del aparato genital; una vez fuera del útero materno, se ha procedido a la inyección (vía umbilical) de formol al 10% en cantidad variable en función del tamaño del embrión o feto que se trate, para a continuación sumergirlos sucesivamente en recipientes preparados al efecto con el mismo líquido fijador.

Debemos señalar que previamente fueron efectuadas por nosotros las estimaciones de tamaño-edad, para lo cual nos apoyamos en lo indicado por diversos autores al respecto (12, 13, 14), aunque hemos optado más específicamente por los criterios establecidos por Evans y Sack (15), a sabiendas de la dificultad que entraña el precisar taxativamente la edad en

desarrollo obtenida en función del momento de la fecundación.

El material de la experiencia recogido y conservado conforme a lo descrito se distribuye de acuerdo con lo indicado en la Tabla I que se detalla.

Grupos	Nº de especím. procesados	Edad (días)	Longitud C-R (cm)	Longitud del estómago (mm)
1	3	23	1,3	1,10
2	3	30	1,7	1,75
3	3	36	2,2	2,55
4	3	38	2,5	2,70
5	3	40	3,0	3,30
6	3	42	3,3	3,55
7	3	44	4,2	4,00
8	3	48	4,7	4,40
9	3	52	5,5	4,90
10	3	57	6,5	5,40
11	3	60	7,0	5,90
12	3	62	7,5	6,10
13	3	64	7,8	7,65
14	3	70	9,5	9,70

- Tabla I -

Lógicamente, la columna correspondiente a longitud del estómago (incluida en la Tabla), obedece a unos valores determinados posteriormente a la aplicación de las técnicas histológicas a que fueron sometidos los especímenes (congelación, cortes transversales para escoger el segmento orgánico que incluye al esbozo gástrico, parafinado y bloque, corte y tinción).

Las preparaciones así conseguidas se destinan a la obtención de reconstrucciones espaciales y toma de datos morfométricos (volúmenes orgánicos). Precisamos al respecto lo siguiente:

a.- El analizador de imágenes consta de ordenador (Computer H-241), impresora (MC-2.200), monitor (HF-1400), pantalla magnética (MM-1.103) y lupa asociada.

b.- Las preparaciones gozarán de idénticas pautas de alineación para someterse con uniformidad al proceso (línea-guía que pasa por epéndimo, notocorda y centro de la luz aórtica).

c.- La calibración del analizador es requisito indispensable para la obtención de medidas reales de todos los especímenes sometidos a la experiencia y, en consecuencia para poder comparar los datos concernientes.

d.- La aplicación del programa de reconstrucción espacial se lleva a cabo siguiendo las pautas establecidas y analizando todos sus cor-

tes por su cara craneal.

e.- La volumetría se lleva a efecto mediante el método de integración numérica de Simpson (16); para ello nos apoyamos en la determinación de las áreas correspondientes a los cortes introducidos en el analizador de imágenes, de tal manera que el volumen del órgano será el límite de la suma de las áreas cuando el número de áreas sumadas tiende a infinito.

RESULTADOS.

1.- Reconstrucción espacial.

Un programa de este tipo permite apreciar, según las tres direcciones del espacio, el esbozo gástrico en crecimiento desde distintas perspectivas, bastando para ello jugar con los valores angulares de los ejes X, Y y Z; en nuestro caso la reconstrucción se obtiene a partir de los valores angulares de X (eje longitudinal), 0 grados; Y (eje transversal), 90 grados y Z (eje vertical), 90 grados, es decir, conseguiremos proyecciones sobre el plano transversal corporal del estómago en crecimiento, visto en dirección craneocaudal.

Como consideración previa y antes de detallar los resultados de la experiencia indicamos que la pantalla permite diferenciar con exactitud los compartimentos, en base a la utilización de distintos colores para cada uno de ellos, aunque por el contrario la impresora solamente plasma las imágenes en blanco y negro; esto justifica que en primer lugar se presente una composición (Fig. 1) correspondiente al Grupo 2 -C-R 1,7 cm- (a modo de ejemplo entre los 14 utilizados), donde se muestran las reconstrucciones parcelarias y concatenadas hasta presentar por último la imagen gástrica completa. En segundo término, y al no trabajar el programa con líneas ocultas, es por lo que se incorporan dibujos esquemáticos a lápiz que en definitiva son los portadores de los datos desprendidos de la experiencia; obsérvese todo ello en las composiciones incluídas en las figuras 2, 3 y 4 y compruébese lo indicado por nosotros mediante la comparación de la Fig. 1 con la imagen que le corresponde en la Fig. 2 (C-R 1,7 cm).

Grupo 1 (C-R 1,3 cm; Fig. 2): El esófago (e) aborda el esbozo gástrico medioventralmente, coincidiendo con la expansión ventral del retículo (Re) respecto al rumen (R), el cual se encuentra en fase de "rumen único" y situado más cranealmente que los demás compartimentos; el omaso (O) en su expresión primor-

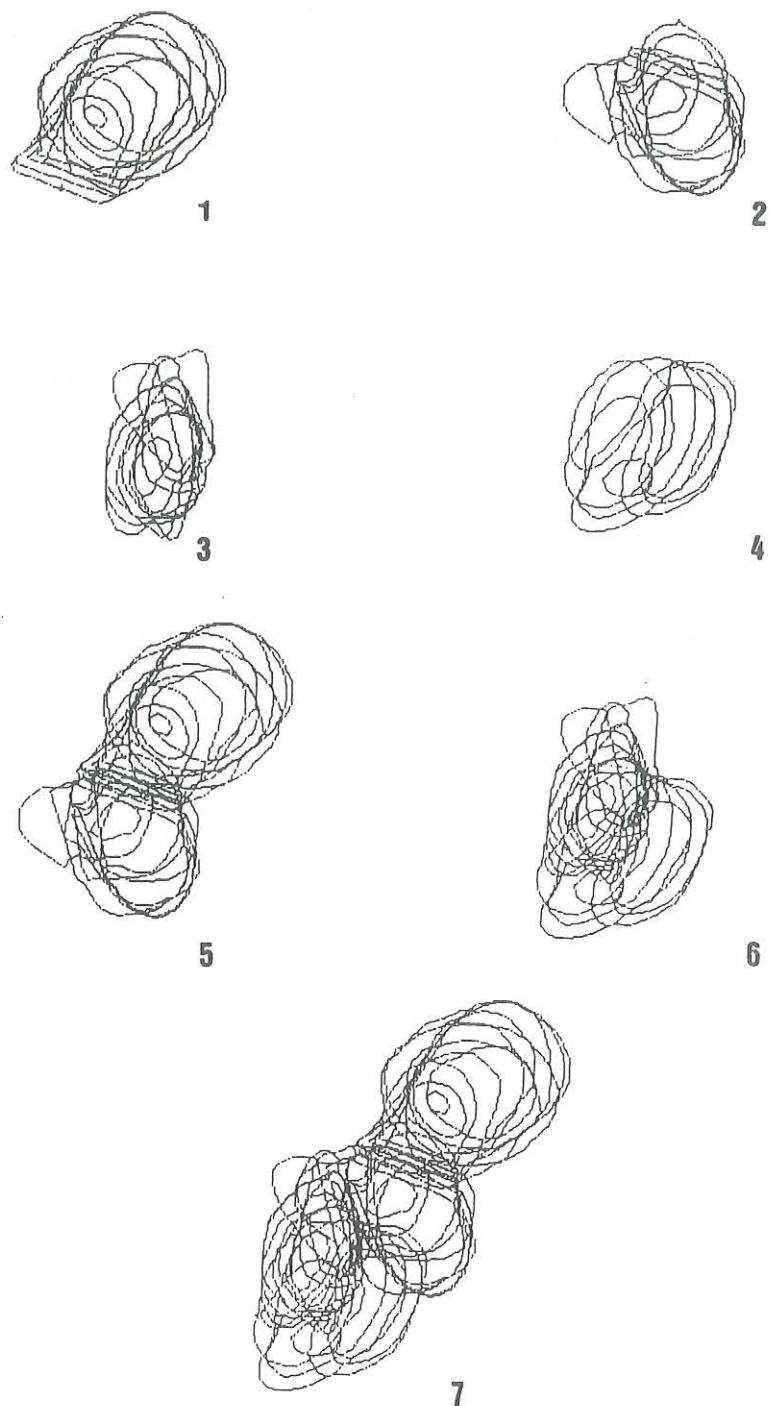


Figura 1.- Reconstrucción espacial del estómago de un embrión de vacuno frisón con C-R 1,7 cm. en 1, rumen; 2, retículo; 3, omaso; 4, abomaso; 5, bloque ruminoreticular; 6, bloque omaso-abomasal y 7, estómago en conjunto. Valores de X: 0; Y: 90 y Z: 90 grados.

dial se detecta inmediatamente ventral a la desembocadura esofágica, mientras que el abomaso (Ab) aparece a la izquierda del esbozo omasal, precisamente cuando van disminuyendo los tejidos correspondientes a éste.

Grupo 2 (C-R 1,7 cm; Fig. 2): El "rumen único" diferencia en sus niveles ventrales el primitivo territorio del atrio ruminal (AR). El esbozo gástrico pierde paulatinamente el aspecto fusiforme, con un aumento del diámetro dorsoventral (algo inclinado de derecha a izquierda) y con también incremento del diámetro transversal.

Grupo 3 (C-R 2,2 cm; Fig. 2): El crecimiento del omaso (O) es significativo respecto a las demás porciones gástricas.

Grupos 4, 5 y 6 (C-R 2,5 , 3 y 3,3 cms; Fig. 2): Continúa el predominio omasal sobre el crecimiento uniforme del retículo y del abomaso, mientras que el "rumen primitivo" se está ya transformando en saco dorsal (sdR), en sus niveles más dorsales esbozan un muy primordial saco ventral (svR) y los ventrales siguen correspondiendo a un atrio ruminal (AR) sin delimitar.

Grupo 7 (C-R 4,2 cm; Fig. 3): El saco ventral del rumen (svR) muestra clara diferenciación del saco dorsal; éste denota su saco ciego caudodorsal (sccd). Por su lado, el esbozo omásico (O) va buscando con facilidad su lecho orgánico.

Grupo 8 (C-R 4,7 cm; Fig. 3): Del saco dorsal continúan evaginándose los sacos ventral y ciego caudodorsal, ambos en niveles dorsales, pero el segundo a la izquierda del primero y manifestando (con el bazo) un incipiente movimiento de giro en sentido ventral por la izquierda.

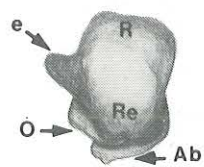
Grupo 9 (C-R 5,5 cm; Fig. 3): Los niveles de corte más craneales empiezan a ser reticulares, coincidiendo con un crecimiento notorio del compartimento (Re); el rumen en conjunto inicia su desplazamiento caudal, su saco dorsal (sdR) denota una clara expansión, el atrio (AR) se muestra bien patente y los sacos ciegos caudodorsal y ventral se preparan para sufrir el giro correspondiente (ver flecha); el bloque omaso-abomasal (O, Ab) va creciendo uniformemente y su ubicación va a verse comprometida por la expansión ruminal.

Grupo 10 (C-R 6,5 cm; Fig. 3): El atrio ruminal (AR), se muestra más amplio y parcialmente delimitado, pues todavía restan niveles donde sólo se pueden deducir atrio + saco dorsal, ruminales; el saco dorsal (sdR) es el más desarrollado, sigue progresando caudalmente hasta su saco ciego caudodorsal, (sccd); el saco ventral (svR), en fin, manifiesta un giro acusado hacia la zona ventral, por la izquierda y denota su pequeño saco ciego caudoventral (sccv). El retículo (Re) tiende a ocupar su posición siniestro-craneal definitiva y su crecimiento sigue siendo notorio. También se aprecia un omaso (O) en los niveles que tienden a corresponder con su última ubicación, mientras sobre el nivel dorsal de un abomaso (Ab) que también aumenta en sus proporciones, empieza a incidir el saco ventral del rumen.

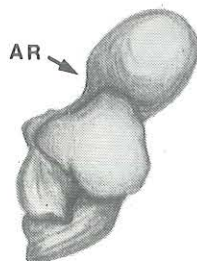
Grupo 11 (C-R 7 cm; Fig. 4): El atrio del estómago (Ae) hacia su reducido territorio definitivo; el atrio del rumen (AR) sigue delimitándose y el resto del bloque ruminal sigue sometido al proceso ya descrito, aumentando el saco ventral (svR) sus proporciones mientras que el giro se hace más acusado. Por otro lado la rotación del duodeno incide sobre el abomaso (Ab) de tal manera que caudalmente al tránsito pilórico ya no se secciona el cuerpo compartimental (ésto sugiere un hecho complementario que va a acontecer por la presión del saco ventral del rumen: su translocación definitiva).

Quizás sea oportuno indicar ya un hecho que persiste taxativamente en todos los grupos: el surco gástrico siempre recorre la mínima distancia (desde cardias a piloro), independiente de las dilataciones que acontecen desde la fase de estómago fusiforme, hasta la total compartimentación de éste en el rumiante, en nuestro caso vacuno.

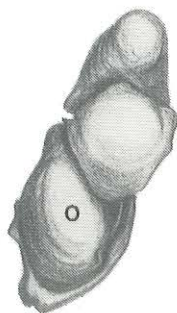
Grupos 12 y 13 (C-R 7,5 y 7,8 cms; Fig. 4): El bloque ruminal avanza hacia su morfogénesis definitiva pues su atrio tiende netamente a delimitarse, el saco dorsal está más evolucionado y el saco ventral busca su ubicación, mientras aumentan uniformemente sus proporciones (progresión caudal del compartimento en conjunto); el omaso ha alcanzado la posición orgánica que le corresponde, nos lo demuestra la morfología característica de las líneas de corte, que prevalecen; el abomaso, en fin, ocupa ya su plano orgánico en sentido craneo-caudal.



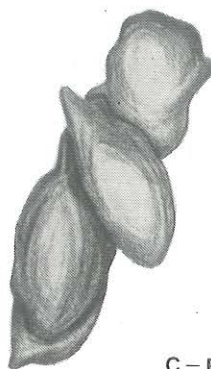
C-R 1.3



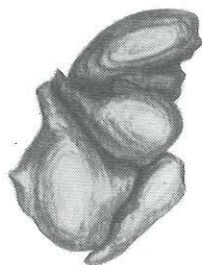
C-R 1.7



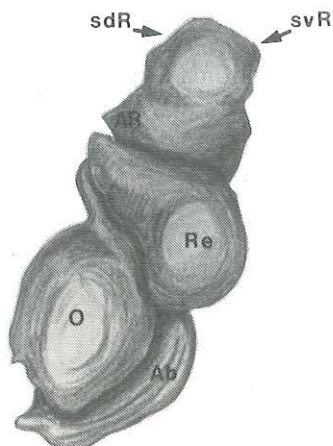
C-R 2.2



C-R 2.5

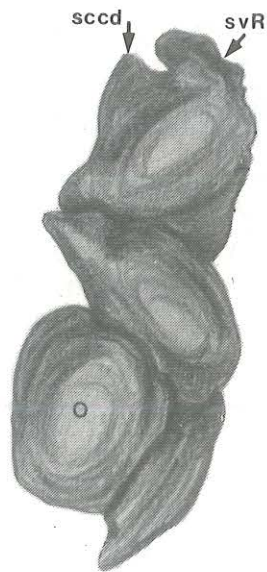


C-R 3.0

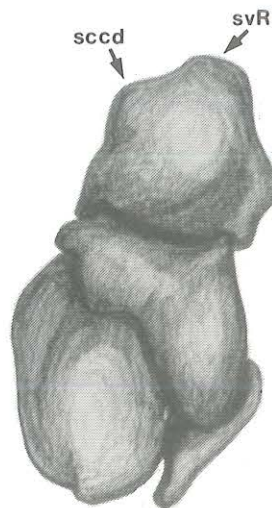


C-R 3.3

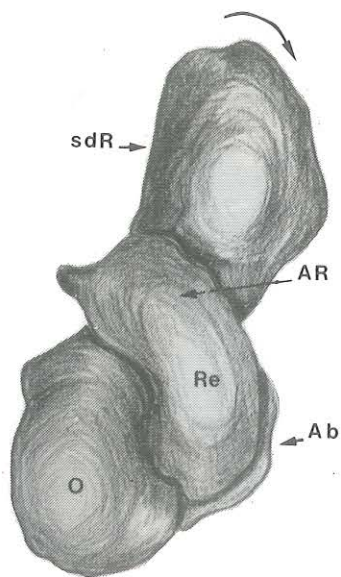
Figura 2.- Composiciones fotográficas en base a dibujos a lápiz, donde se contemplan las reconstrucciones espaciales de los estómagos en desarrollo correspondientes a los especímenes con C-R 1,3 a 3,3 cm.



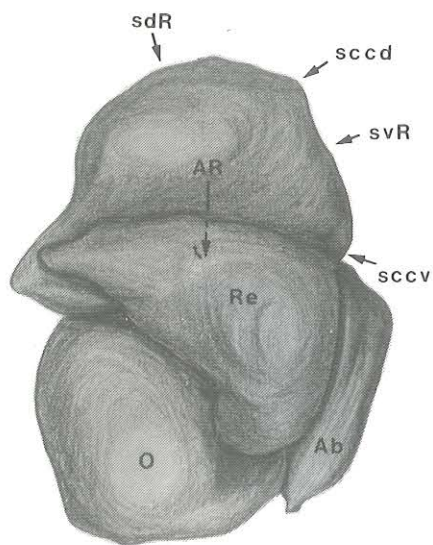
C-R 4.2



C-R 4.7

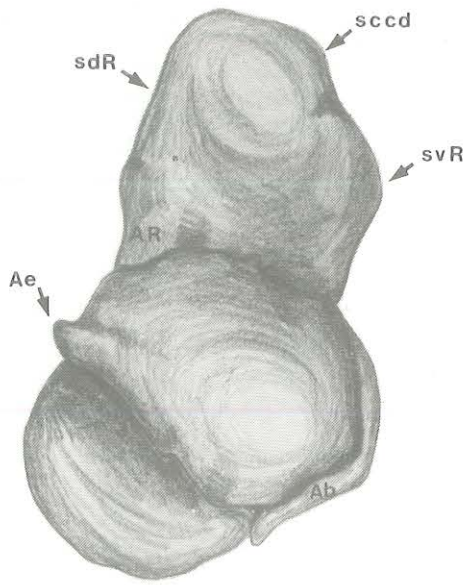


C-R 5.5



C-R 6.5

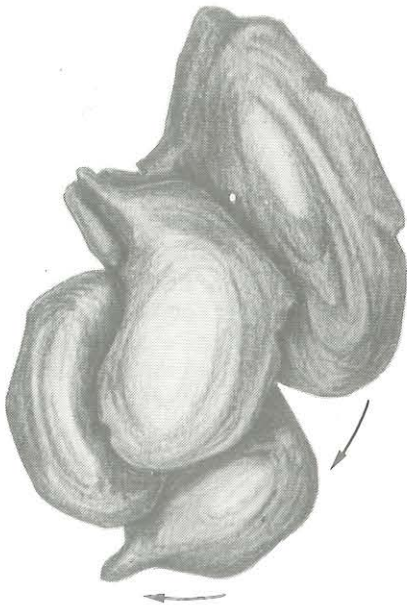
Figura 3.- Composiciones fotográficas en base a dibujos a lápiz, donde se contemplan las reconstrucciones espaciales de los estómagos en desarrollo correspondientes a los especímenes con C-R 4,2 a 6,5 cm.



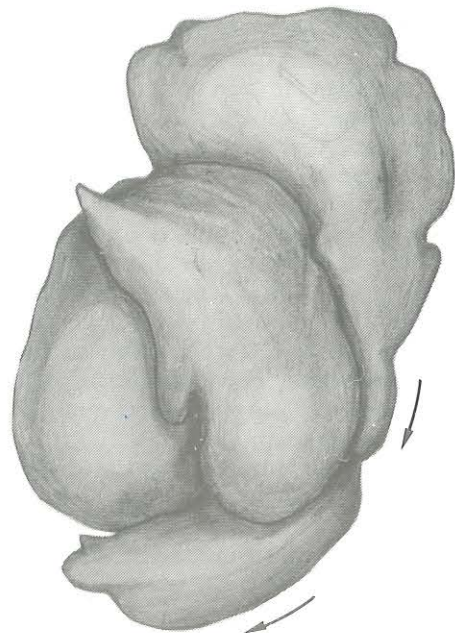
C-R 7.0



C-R 7.5



C-R 7.8



C-R 9.5

Figura 4.- Composiciones fotográficas en base a dibujos a lápiz, donde se contemplan las reconstrucciones espaciales de los estómagos en desarrollo correspondientes a los especímenes con C-R 7,0 a 9,5 cm.

Grupo 14 (C-R 9,5 cm; Fig. 4): Compartimento ruminal francamente evolucionado del que solamente resta por apreciar la total expansión de su saco ventral. El abomaso presenta líneas de sección netamente circulares, lo cual coincide con su discurrir en sentido transversal (translocación dextroventral), ante la presión del saco ventral del rumen.

2.- Volúmenes compartimentales y orgánico.

En la Tabla II y Gráficos I, II, III y IV que se presentan, se recogen los resultados obtenidos mediante el método de integración numérica de Simpson (ver material y método) aplicado a la determinación volumétrica del estómago del vacuno en desarrollo. Lo más notorio a resaltar, sería lo siguiente:

- En fase de estómago fusiforme (grupo 1) los volúmenes son muy reducidos y uniformes entre compartimentos-bloque.

- La pérdida del aspecto fusiforme (grupo 2) determina modificaciones sustanciales en el volumen correspondiente a cada compartimento en desarrollo.

- En el grupo 3 se advierte un crecimiento significativo del omaso, significativo respecto a las demás porciones gástricas.

- Desde el grupo 4 a 8 se asiste a un crecimiento que obedece a los siguientes patrones: rumen y omaso lo hacen de forma homóloga y en mayor proporción que retículo y abomaso (los cuales guardan también uniformidad entre sí en el crecimiento).

- El grupo 9 (C-R 5,5 cm) resulta especialmente significativo, pues en él se observa un drástico crecimiento de las proporciones compartimentales (ver tanto Tabla II como Gráficos I a IV), crecimiento que aún guarda la proporción indicada en la acotación anterior.

- A partir del grupo 10 (C-R 6,5 cm) obsérvese un aumento diferenciado en las proporciones ruminales, mientras que retículo, omaso y abomaso alcanzan valores que tienden a ser uniformes.

- De lo últimamente expuesto se deduce que la relación volumen compartimental y estomacal frente a la longitud orgánica y corporal permanecen ya constantes, desde el referido grupo 10 hasta el 14.

DISCUSIÓN.

De los métodos estimativos para establecer la edad embrionaria por los distintos autores consultados por nosotros (12, 13, 14), hemos elegido el de Evans y Sack (15), a sabiendas de

Grupos	Longitud Corporal (cm)	Longitud Estómago (mm)	Volumen Total (mm ³)
1	1,30	1,10	0,36
2	1,70	1,75	1,02
3	2,20	2,55	3,27
4	2,50	2,70	3,66
5	3,00	3,30	4,77
6	3,30	3,55	9,36
7	4,20	4,00	10,63
8	4,70	4,40	17,70
9	5,50	4,90	42,24
10	6,50	5,40	89,33
11	7,00	5,90	93,59
12	7,50	6,10	112,21
13	7,80	7,65	125,20
14	9,50	9,70	123,98

Grupos	Volumen rumen (mm ³)	Volumen retículo (mm ³)	Volumen omaso (mm ³)	Volumen abomaso (mm ³)
1	0,14	0,14	0,04	0,04
2	0,46	0,22	0,20	0,13
3	1,00	0,48	1,01	0,76
4	1,19	0,28	1,53	0,64
5	1,29	0,89	1,85	0,72
6	2,76	2,03	3,22	1,35
7	3,31	2,01	3,03	2,27
8	6,03	2,67	5,98	3,01
9	14,35	8,17	12,54	7,17
10	40,62	11,67	22,19	14,83
11	43,84	14,16	22,53	13,04
12	56,46	12,04	28,85	14,85
13	65,76	15,12	30,90	13,41
14	65,01	13,79	29,12	16,05

- Tabla II -

la dificultad que entraña el precisar taxativamente la edad en desarrollo, obtenida en función del momento de la fecundación. Sin embargo, estos últimos autores consiguieron aunar y clarificar lo hecho anteriormente, simplificándolo y presentándolo con gran precisión y acierto; obviamente, sus curvas de crecimiento y las tablas de características morfológicas externas no son exactas, pero sí lo suficientemente precisas como para constituir un patrón a seguir con uniformidad.

Por otro lado el número de especímenes que se han utilizado (42 embriones y fetos en distintas fases del desarrollo) es representativo en función de la idiosincrasia del trabajo. Matizamos al respecto que los autores consultados (4, 5, 8) basan sus resultados en un número que por término medio se sitúa en 49 especímenes, siendo así que en todos los casos los trabajos versan sobre aspectos parcelarios del desarrollo, mientras que en el nuestro el

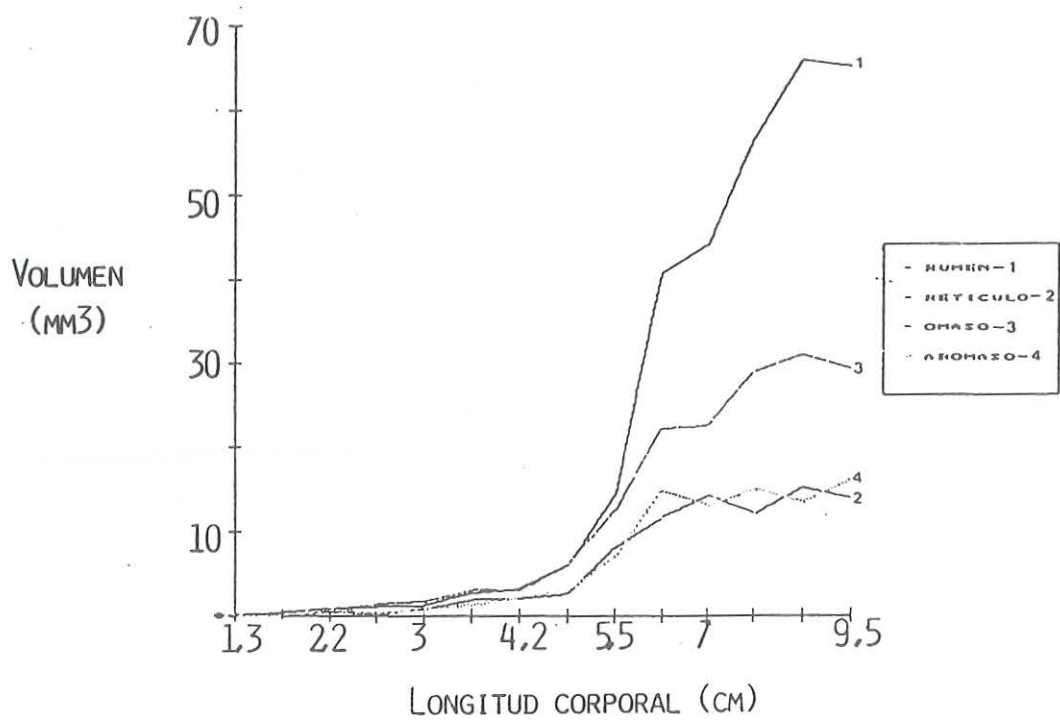


Gráfico I.- Volúmenes parciales frente a longitud corporal.

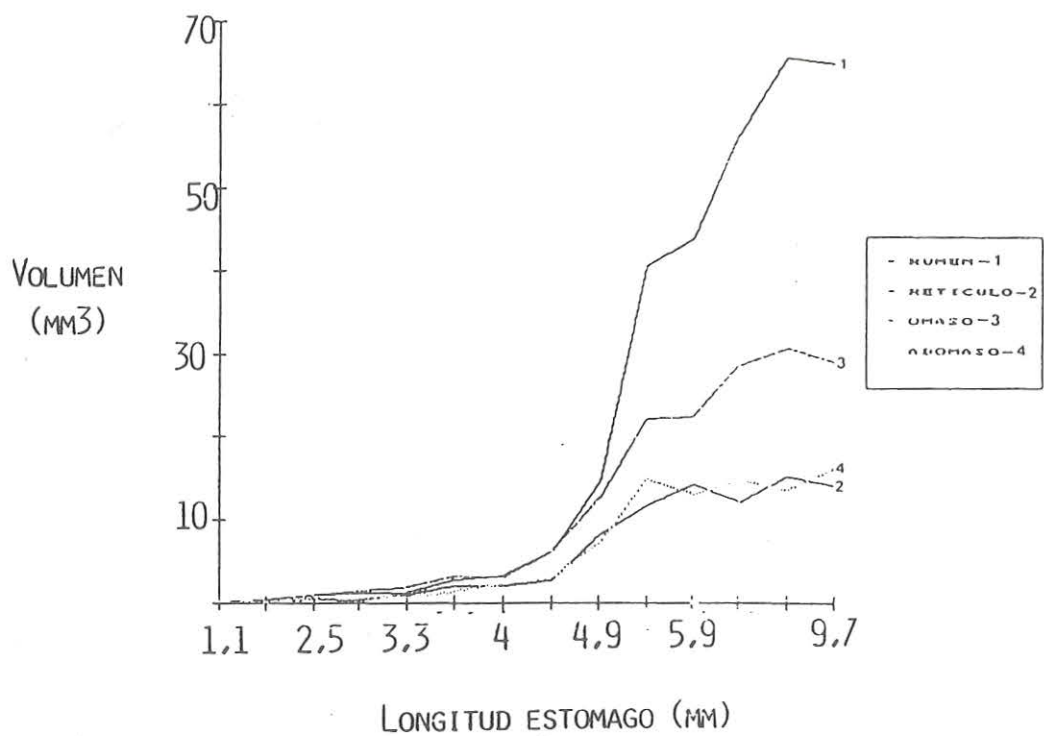


Gráfico II.- Volúmenes parciales frente a longitud del estómago.

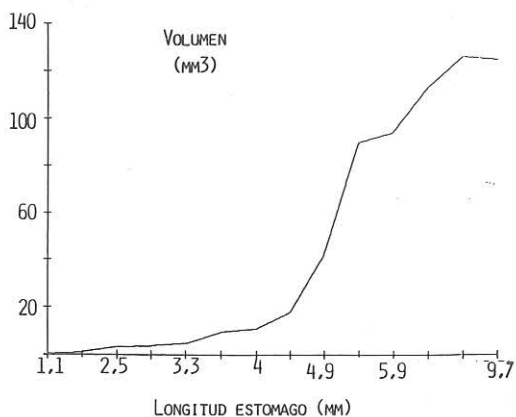


Gráfico III.- Volumen total frente a longitud del estómago.

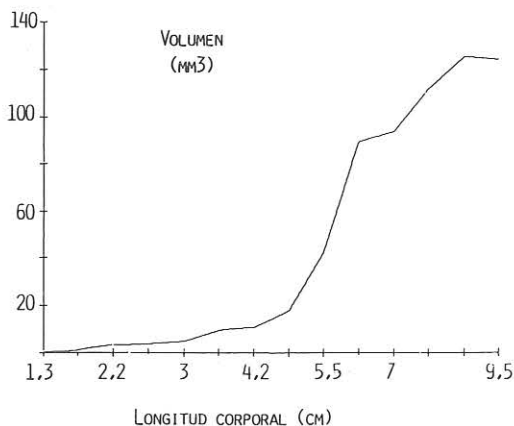


Gráfico IV.- Volumen total frente a longitud corporal.

marco de aplicación es más amplio (número total de cortes histológicos: 3.447).

Algunos autores subdividen el material por sexos (5) mientras que otros no consideran este factor (3). Nosotros decidimos no tenerlo en cuenta, pues en el conjunto de las aportaciones concernientes, no se han descrito resultados diferenciales para uno y otro sexo, en lo que respecta a la ontogénesis gástrica. Igualmente, el factor raza no ha sido considerado como elemento diferencial por los distintos autores; de todas maneras, hemos optado por trabajar con especímenes pertenecientes todos ellos a la raza frisona.

El estadio más primordial con que iniciamos nuestro trabajo es el correspondiente a C-R 1,3 cm, lo cual se concatena con los primariamente utilizados por los autores consul-

tados. En relación a ello, indiquemos que en esta fase el estómago todavía es fusiforme, por lo que el punto de partida es correcto; de todas maneras, la consecución de material en estadios más precoces es francamente difícil, tanto es así que en el tiempo que se dedicó a la recogida de material sólo obtuvimos un espécimen con C-R 0,9 cm, que por lógica no hemos incorporado al trabajo, aunque se constató en él un estómago plenamente fusiforme.

De los autores consultados por nosotros (1 a 8 y 10, 11) ninguno ha utilizado la metodología de reconstrucción espacial como agente valioso para describir la morfogénesis gástrica; su concurso resulta eficaz (9), pues integra en conjuntos espaciales lo que parcelariamente portan las imágenes morfogénicas. Mientras el tamaño de los especímenes y las características del analizador de imágenes lo permitan, pensamos que es más idónea y fácil su utilización que el llenado cavitario mediante resinas sintéticas polimerizadas (8).

Coincidimos con Sengar/Singh (3) en que es el retículo el que mantiene una posición más uniforme a lo largo del desarrollo y ampliamos esta aseveración en el sentido de considerar al omaso como el compartimento que se ve gradualmente algo más afectado. Por último, son abomaso y rumen los compartimentos más implicados en el proceso: en el caso del abomaso, apreciamos su asentamiento primario en sentido craneocaudal y su ulterior desplazamiento en sentido transversal (hacia la derecha) ante la presión del bloque ruminal quedando ubicado el arranque duodenal definitivamente en el transcurso. Por su parte, el rumen se ve fuertemente influenciado en esta dinámica durante el crecimiento embrionario, tanto es así que desembocamos en un hecho concreto, francamente llamativo, y que no ha sido formalmente descrito por ninguno de los autores consultados: el saco ventral del rumen se sitúa inicialmente (proliferación en crecimiento) en la zona media dorsal del saco dorsal ruminal, para posteriormente ir girando en sentido ventral por la izquierda, empujando al abomaso y situándose en el lugar orgánico que le corresponde. Queremos poner un acento especial en una imagen del trabajo de Lambert (1) correspondiente a un esbozo ruminal de un espécimen con C-R 5 cm; en dicha imagen señala taxativamente el saco ventral dorsalmente al saco dorsal y ambos expresados con claridad. Si embargo, por ser imagen única y por no recoger este autor tal extremo en sus resultados y conclusiones es por lo que ante-

riormente considerábamos que "formalmente no había sido descrito el proceso".

El cálculo de los volúmenes compartimentales y orgánicos se ha llevado a efecto mediante el método de integración numérica de Simpson (16); sin embargo, para su correcta aplicación se necesitan cortes siempre equidistantes. Dado el gran número de cortes efectuados y preparaciones histológicas subsiguientes obtenidas, en algún caso la equidistancia no se consiguió según el patrón general perseguido, por lo que el método de Simpson a aplicar podría ser portador de errores en sus estimaciones. No obstante, este hecho pudo ser solventado en base al cálculo de los valores que nos darían las áreas correspondientes a cortes intermedios a los realmente realizados; para ello, hemos calculado dichos valores por interpolación numérica a partir de los valores experimentales, utilizando como paso para su posterior integración, el paso mínimo común divisor de los cortes llevados a efecto en cada embrión.

Justificando este extremo, es oportuno recordar que los autores consultados (5, 8) basan sus estimaciones volumétricas a partir de llenados por resinas sintéticas, obteniéndose valores que muestran ciertas disparidades en función del grado de replección alcanzado. En todo caso, la Tabla II recogió los datos volumétricos concernientes, los cuales son los suficientes como para estar de acuerdo con Noden/De Lahunta (6): los tamaños y capacidades relativas de cada parte no quedan establecidos hasta después del nacimiento.

RESUMEN.

Para la realización de este trabajo se han utilizado 42 embriones y fetos de vacuno frisón, distribuidos en 14 grupos con medidas C-R comprendidas entre 1,3 cm (23 días de desarrollo) y 9,5 cm (70 días), los cuales se destinan a reconstrucciones espaciales (mediante analizador de imágenes) de la víscera gástrica y a la toma de datos morfométricos relacionados (volúmenes compartimentales y orgánico). A tales fines se siguen las técnicas histológicas usuales, en aras de conseguir las preparaciones correspondientes, base de nuestro estudio.

AGRADECIMIENTOS.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los Profs. Gázquez y Baeza por su colaboración científica y a D. Angel Pache por su colaboración técnica.

BIBLIOGRAFÍA.

- (1) LAMBERT, P. S. (1984): The development of the stomach in the ruminant. *Brit. Vet. J.*, 102, 302-310.
- (2) SINGH, S.; O. P. S. SENGAR and SINGH, S. N. (1963): Prenatal development of Buffalo - *Bos bubalis* L. *Agra. Univ. J. of Research*, 12, 197-246.
- (3) SENGAR, O. P. S. and SINGH, S. N. (1969): Studies on the digestive system of ruminants. Part. I: Development of fore gut and compound stomach in Buffalo - *Bos bubalis* L. *Agra. Univ. J. of Research*, Vol. XVIII Pt. III.
- (4) DEL RÍO ORTEGA, S. (1973): Desarrollo prenatal del estómago de la oveja - *Ovis aries*-. Tes. Doct. Zaragoza.
- (5) PANCHAMUKHI, B. G. and SRIVASTAVA, H. C. (1979): A note on the prenatal development of the buffalo (*Bubalus bubalis*) stomach. *Gross studies. Indian J. Anim. Sci.*, 49, (10), 844-849.
- (6) NODEN, D. M. and DE LAHUNTA, A. (1985): The embryology of domestic animals. Developmental mechanisms and malformations. Williams and Wilkins. Baltimore/London.
- (7) WARNER, E. D. (1958): The organogenesis and early histogenesis of the bovin stomach. *Am. J. Anat.* 102, 33-63.
- (8) KANO, Y.; K. FUKAYA, M. ASARI and EGUCHI, Y. (1981): Studies on the development of the fetal and neonatal bovine stomach. *Zbl. Vet. Med. C. Anat. Histol. Embryol.*, 10, 264-274.
- (9) VIVO, J. M. (1917): El desarrollo del estómago del vacuno frisón: análisis desde el prisma morfológico y morfométrico. T. Doct. Fac. Vet. Univ. Extr. Cáceres.
- (10) ASARI, M.; FUKAYA, K. and KANO, Y. (1982): Morphometric development of the bovine abomasum. *Bull. Azabu Univ. Vet. Med.*, 2, 185-188.
- (11) AMASAKI, H.; DAIGO, M.; YAMANO, S. and KAMIYA, S. (1984): Stereo roentgenographical and 3 dimensional studies on the physical structure of bovine fetuses and calves 2, morphometrical development of ruminal stomach and other abdominal organs. *Bull. Nippon Vet. Zootech. Coll.* 32, 6-20.
- (12) POSTMA, C. (1947): Determination of age in the bovine fetus. *Tijdschr. Diergeeskunde*, 72, 463-531.
- (13) GJESDAL, F. (1969): Age determination of bovine foetuses. *Act. Vet. Scand.*, 10, 197-218.
- (14) THOMSEN, J. L. (1975): Body length, head circumference, and weight of bovine fetuses. Prediction of gestational age. *J. Dairy Sci.*, 58, 1370-1373.
- (15) EVANS, H. E. and SACK, W. O. (1973): Prenatal development of domestic and laboratory mammals. Growth curves, external features and selected references. *Anat. Histol. Embryol.*, 2, 11-45.
- (16) McCracken, D. D. and DORN, W. S. (1977): *Métodos numéricos y programación Fortram*. Ed. Limusa, Wiley S. A. México.
- (17) INTERNATIONAL ANATOMICAL NOMENCLATURE COMMISSION (1980): *Nómina embriológica*. México.