

LA PLACENTA DE LA ALTURA

I. Características macroscópicas y morfometría

Drs.: KATALIN KADAR (*) y MARIO SALDAÑA

Instituto de Investigaciones de la Altura, Universidad Peruana Cayetano Heredia.

I. INTRODUCCION

El fenómeno de la gestación humana en las grandes alturas plantea la posibilidad de un mayor grado de hipoxia fetal. Que tal hipoxia pudiera ejercer una desfavorable influencia sobre el desarrollo y crecimiento fetales sería sugerido por el menor peso del recién nacido de la altura (4), (11), (15), (18), (20), (21), (30) y (34); por el mayor índice de mortalidad en el período perinatal (25); por una mayor incidencia de prematuridad (4), (20), (21), (32) y (36) y mayor frecuencia de malformaciones congénitas en las grandes alturas.

Un análisis como el llevado a cabo, recientemente por Dawes (12), revela que tal planteamiento parece ser simplista. En estudios de sangre del cordón umbilical en gestaciones de la altura por Lichty (22), en la región del Colorado, a 3,000 m. de altitud no se encontró evidencia de mayor severidad de hipoxia fetal que a nivel del mar; en cambio, Loret de Mola encuentra relación positiva entre policitemia del recién nacido y altitud en el estudio realizado en Morococha y La Oroya a 4,540 y 3,730 m. respectivamente (24). Existirían mecanismos adaptativos de orden materno y placentario que facilitarían un aporte adecuado de O₂ al feto de la altura. Sobre la base de sus observaciones en ovejas, Barrón (5) postula una mayor área de intercambio, o un menor grosor de la membrana, o posiblemente la combinación de estas dos características a nivel de la "barrera placentaria". Que tales mecanismos puedan ser operantes en la gestación humana de las grandes alturas constituye una razonable posibilidad y es el objeto de investigación en el presente estudio.

AGRADECIMIENTO

Por su gentileza y colaboración en la obtención de material anatómico, nuestro sincero agradecimiento a los doctores Rogelio Bermejo y Sebastián Passano de Puno, Perú.

(*) Trabajo presentado como tesis de bachiller en Medicina U.P.C.H., 1970.

La reciente aplicación de los principios y técnicas de la morfometría al estudio de placentas normales y patológicas, por Aherne y Dunnill, (2), (3) ha permitido estimar en términos absolutos las características dimensionales de la placenta, directamente relacionados con los fenómenos de intercambio materno-fetal. En el presente estudio una metodología similar a la seguida por Aherne y Dunnill (2), con algunas modificaciones, se ha aplicado en el estudio de placentas normales del nivel del mar, (Lima: 150 m.) y de altura (Puno: 3,850 m.). Nuestros resultados muestran la presencia de variaciones en los parámetros estructurales de significación fisiológica en placentas de la altura.

II. MATERIAL Y METODOS

Se estudian 92 placentas provenientes de gestaciones normales que terminaron en partos eutócicos.

En la mayoría de casos se pudo determinar una duración de la gestación de 38 semanas o más. En aquellos casos en que la duración de la gestación no se pudo establecer con certeza, el peso del recién nacido se utilizó como un índice para inferir, razonablemente, que la gestación había sido a término. No se incluyeron placentas provenientes de gestaciones de prematuros.

46 placentas se obtuvieron en el Servicio de Obstetricia del Hospital Regional de Puno, provenientes de madres de raza mestiza o india, naturales del lugar y que permanecieron durante toda su gestación en la ciudad mencionada. Un número similar de placentas se obtuvo de diversos pabellones de la Maternidad de Lima y del Hospital Materno-Infantil San Bartolomé, poniendo especial cuidado de que las madres hayan permanecido en los últimos 5 años a nivel del mar. En fichas, especialmente confeccionadas, se consignaron datos de interés referentes: a la madre, el recién nacido y la placenta. La información concerniente a la madre, incluyó la edad, la paridad, presión arterial y fecha de la última menstruación. No se incluyeron placentas provenientes de madres con toxemia preclámpica o con cifras tensionales mayores de 130/90 mm.Hg. La información recogida sobre el recién nacido se refiere a peso y sexo. Especial cuidado se tuvo en verificar la exactitud de la balanza para bebés.

Una vez expulsada la placenta, se procedió a cortar las membranas a nivel de su inserción placentaria y el cordón umbilical, entre 1.5 y 2 cm. de la superficie amniótica. Luego se determinó y se consignaron sus características

macroscópicas. Después, se procedió a fijarlas en recipientes, conteniendo solución de formalina al 4% en suero salino, tal como lo hecho por Aherne y Dunnill (2). En vista de la lenta y pobre calidad de la fijación, observada en la etapa inicial del estudio, se decidió elevar la concentración de formalina al 10%, con lo que se obtuvieron resultados óptimos.

Determinación del volumen placentario

El volumen de la placenta se determinó de acuerdo al principio de desplazamiento de agua. Con tal objeto, se utilizó un recipiente cilíndrico con una capacidad de 2.5 litros, al que se había acoplado lateralmente y, mediante un tapon de goma, un tubo de vidrio de orientación vertical, con una luz de 1 mm. de diámetro y que hizo las veces de medidor. Tal artefacto, permitió discriminar variaciones en volumen tan pequeño como 20 cc.

En un experimento piloto se determinó el volumen de 30 placentas, antes y después de 15 días de fijación en formol al 10% en suero salino. En 20 placentas (80%), el volumen del órgano fijado estuvo entre más del 5% del volumen del órgano en estado fresco. En 5 placentas (16%), el volumen del órgano se incrementó entre 6 y 18% (media: 11%). En 1 placenta (4%), se observó una disminución en volumen de 9%. El incremento en volumen del órgano fijado en 96% de casos, se interpretó como una reexpansión del espacio intervelloso colapsado, en grado variable, al momento de su expulsión. En realidad, el volumen del órgano fijado en formol se asemeja a su situación "in útero", por lo que se decidió, en lo sucesivo, pesar y determinar el volumen de la placenta, después de su fijación, por períodos de 2 a 4 semanas.

Análisis macroscópico

En el siguiente paso se determinó la composición volumétrica de la placenta en sus componentes de:

- a) **No parénquima**, o sea aquella porción constituida por septos intercotiledonarios, placas decidual y coriónica, trombosis subcoriónicas de aspecto lamellar y vasos sanguíneos hasta de 1 mm. de diámetro.
- b) **Infartos**: bajo esta denominación se engloban los infartos verdaderos agudos, subagudos, crónicos, las trombosis intervellósas y los "pseudoinfartos" o necrosis isquémica de las vellosidades con depósito de fibrina.

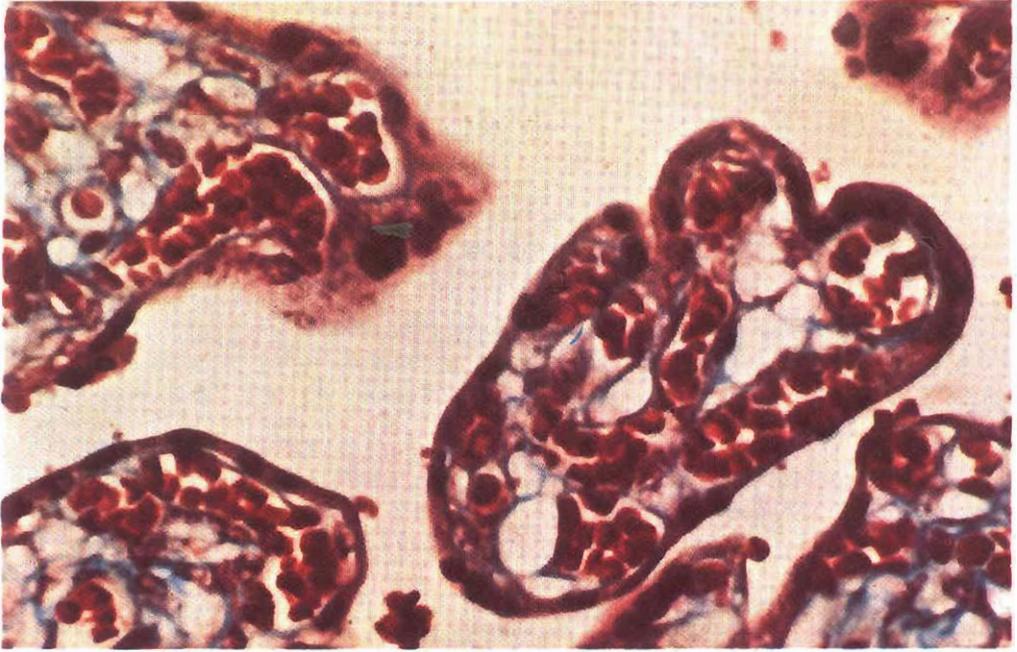
- c) **Parénquima:** tejido predominantemente vellosa de color grisáceo o parduzco y de aspecto aterciopelado.

Tal análisis se llevó a cabo de acuerdo a la técnica de contaje de puntos, como lo describen Aherne y Dunnill [2]. El principio se basa en el hecho de que en un órgano compuesto, el volumen relativo de sus componentes es numéricamente equivalente a las áreas relativas que estos componentes ocupan en secciones de órgano. Si una lámina transparente de material plástico, sobre la que se ha dibujado con tinta china puntos equidistantes y regularmente espaciados, se coloca sobre secciones del órgano, el número de puntos que caen sobre Parénquima, No Parénquima e Infartos será proporcional a sus áreas y, por lo tanto, a sus volúmenes.

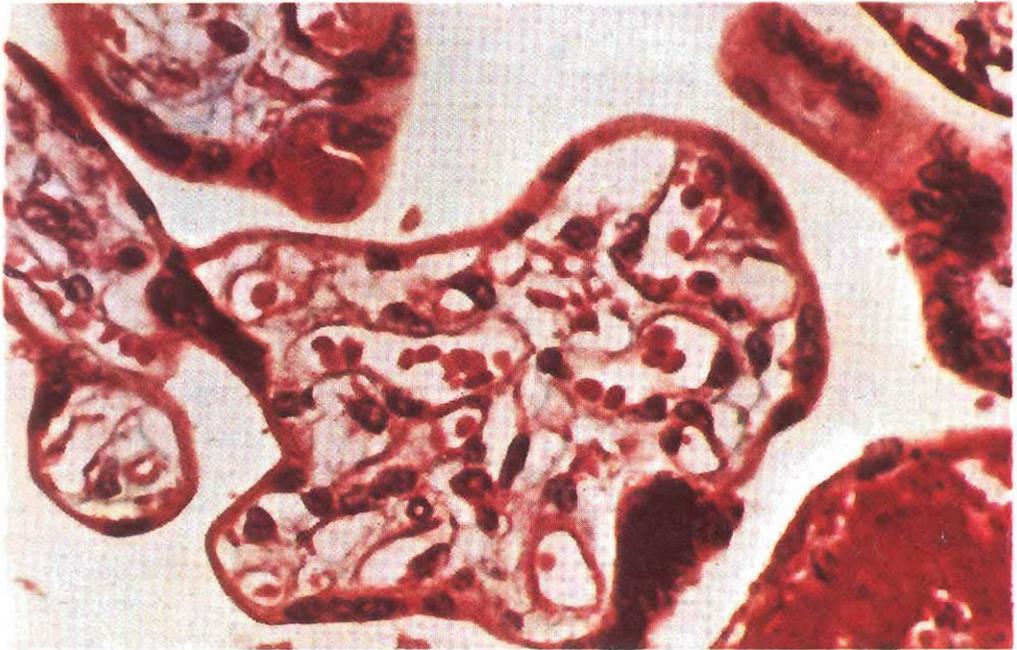
En la práctica, la placenta se colocó sobre su cara fetal y se seccionó en tajadas de 1 cm. de espesor, cada una de las cuales se investigó de acuerdo a la técnica de contaje de puntos, ya referida.

Obtención de muestras para el estudio histológico

Las muestras para el estudio histológico se obtuvieron de acuerdo al principio de estratificación al azar, que en esencia, consiste en obtener un bloque de cada una de las tajadas, por cualquier sistema de azar (tabla de números al azar), (muestreadores de azar), (dedos, etc.). Bloques de tejido placentario de 3 x 2 cm. de superficie se consideraron óptimos para el estudio. Como no siempre fue posible obtener con exactitud bloques de tal dimensión, la superficie del bloque a estudiarse se colocó sobre un papel y con un lápiz se dibujó, sobre el papel, el contorno del tejido. El área de esta superficie se midió por planimetría de puntos. Luego, el tejido se procesó a través de una batería de alcoholes de concentración progresiva, dos cambios de xilol, inclusión en parafina y sección por micrótopo a un espesor de 5 micras. Luego se les coloreó con mezcla tricrómica de Masson. El área de tejido ya coloreado se determinó nuevamente por planimetría de puntos y el valor de esta área sobre aquella del bloque de tejido fijado permitió estimar el factor de encogimiento de superficie (p^2) debido al procesamiento. De este factor p^2 , fue fácil conseguir el valor de p o de p^3 . El conocimiento de los factores p , p^2 , y p^3 permite convertir mediciones lineales de superficie o de volumen, en la lámina histológica, a los valores presentes en el órgano fijado, que en nuestro estudio, representa al órgano en estado fresco.



Vellosidad corial de placenta de la altura (X 320)



Vellosidad corial de placenta de nivel del mar (X 320)

Análisis microscópico a menor aumento (X80)

Cuando las secciones histológicas de parénquima placentario se analizan a la magnificación de 80 aumentos, se pueden apreciar 2 componentes bien definidos:

- 1) "Septos", dado por septos vasculares de tejido conectivo denso y conteniendo vasos de paredes gruesas, de tipo muscular. Tales septos son frecuentemente el sitio de depósito de la fibrina;
- 2) "Tejido de Intercambio", dado por las vellosidades coriales. Por sus dimensiones y por la composición histológica de sus componentes, así como por el grueso depósito de fibrina, es muy improbable que los septos y vasos menores tengan alguna función de intercambio.

En este estudio han sido separados del tejido de intercambio, constituido por el espacio intervelloso y las vellosidades coriales contenidas en él. Tal análisis se ha llevado a cabo a una magnificación de x80, con la ayuda del lente integrador I de Zeiss, que aplica exactamente el mismo principio, usado en el análisis de conteo de puntos para el estudio macroscópico.

Análisis microscópico a mayor aumento (x320)

Siempre con el auxilio del lente integrador I de Zeiss, se analizó el tejido de intercambio en los siguientes componentes histológicos:

- a) Espacio intervelloso,
- b) Epitelio trofoblástico,
- c) Estroma vellosa,
- d) Capilar vellosa,
- e) Vellosidades coriales con degeneración fibrinoide.

Áreas de las superficies vellosa y capilar

Para tal determinación se utilizó el método del intercepto lineal. El principio es el siguiente: si sobre una sección histológica compuesta, se proyecta al azar, una línea de longitud conocida, esta línea será interceptada cierto número de veces por el componente, cuya superficie se busca, de tal modo que pueda ser considerada como dividida en un número de segmentos de línea, cuya longitud media se denomina "intercepto lineal medio" (Lm). La superficie

del componente histológico que se investiga, es inversamente proporcional al "intercepto linear medio" y proporcional al volumen, dentro del cual, se encuentra incluido el elemento histológico, cuya superficie se está midiendo.

En la placenta $SV = 2TI/Lm_v$ donde:

SV = área total de la superficie vellosa.

TI = volumen total del tejido de intercambio.

Lm_v = intercepto linear medio de las vellosidades coriales.

SC = $2TI/Lm_c$ donde:

SC = área total de la superficie capilar fetal.

TI = volumen total del tejido de intercambio.

Lm_c = intercepto linear medio de las vellosidades capilares fetales.

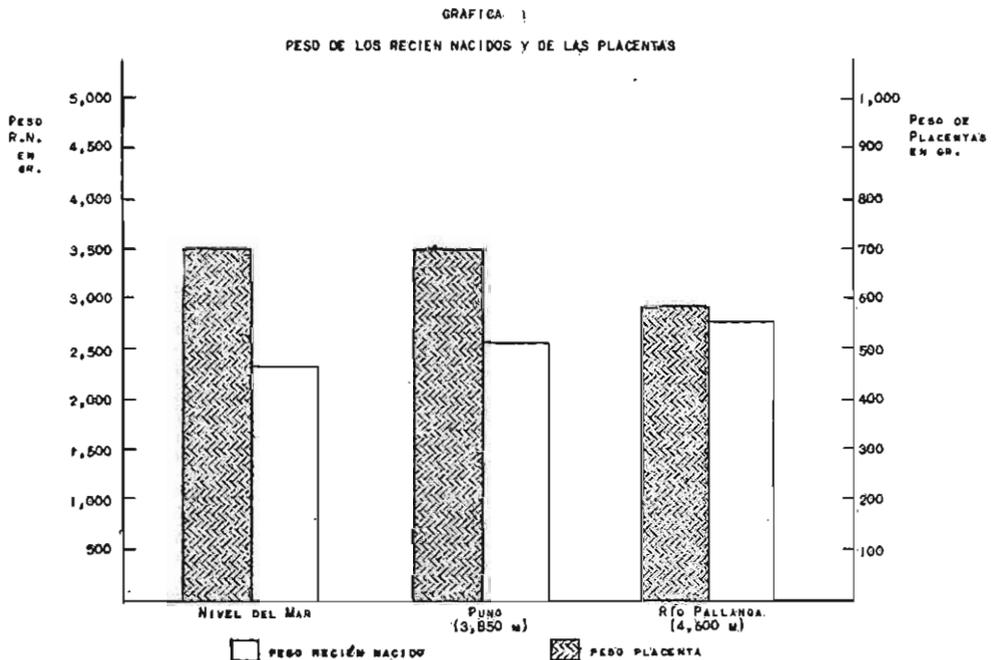


TABLA Nº 2

PESO Y VOLUMEN DE LA PLACENTA A NIVEL DEL MAR Y EN ALTURA

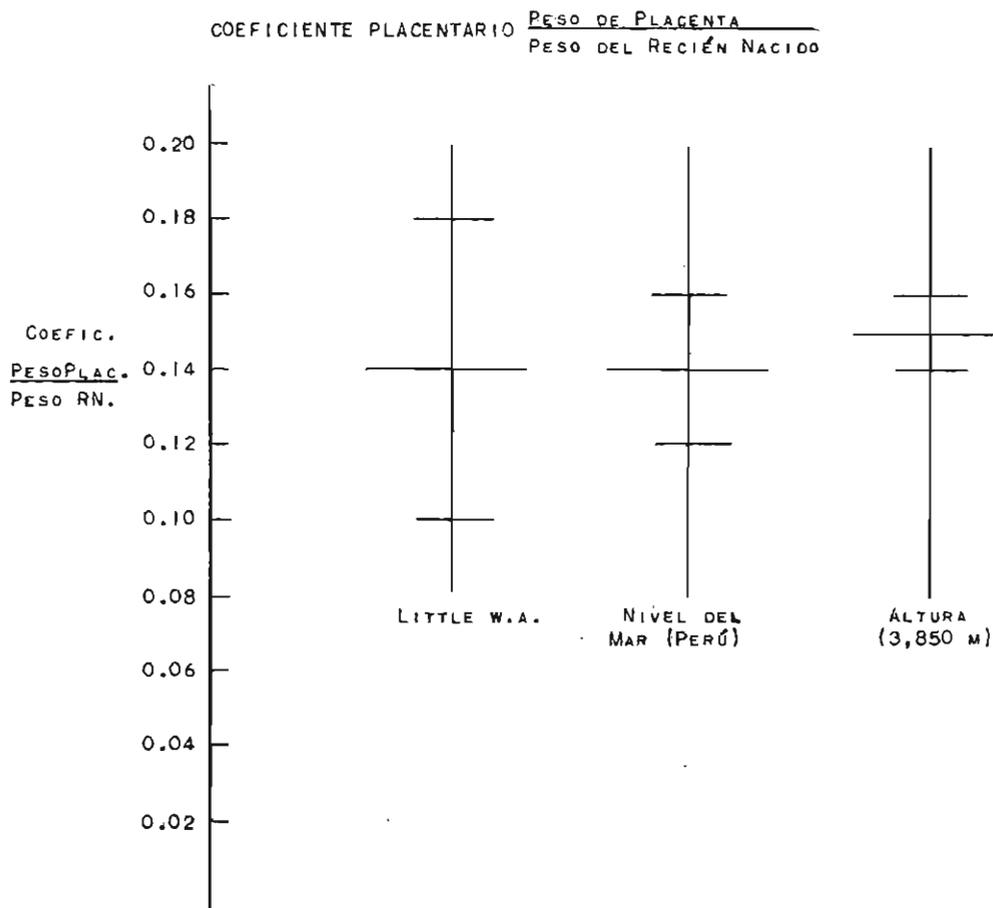
Origen	Nº casos	Peso Placentario (gm.)			T	P	Volumen Placentario (cc.)				
		Media	± Desv. St.	± Err. St.			Media	± Desv. St.	± Err. St.		
Nivel del mar	46	476	95.10	14.02	3.9599	0.001	458	100.11	14.76	1.9326	0.054
Altura	46	515	71.01	10.47			493	74.53	10.99		

TABLA Nº 3

PESO DEL RECIEN NACIDO Y COEFICIENTE — PESO R. NACIDO — A NIVEL DEL MAR Y EN ALTURA
PESO PLACENTA

Origen	Nº casos	Peso del Recién Nacido (gm.)			T	P	Peso Placenta				
		Media	± Desv. St.	± Err. St.			Coef.	Media	± Desv. St.	± Err. St.	
Nivel del mar	47	3473	364.04	53.10	0.1239	0.9044	0.138	0.021	0.003	2.1142	0.0348
Altura	48	3464	336.97	48.14			0.148	0.012	0.003		

GRAFICA 2



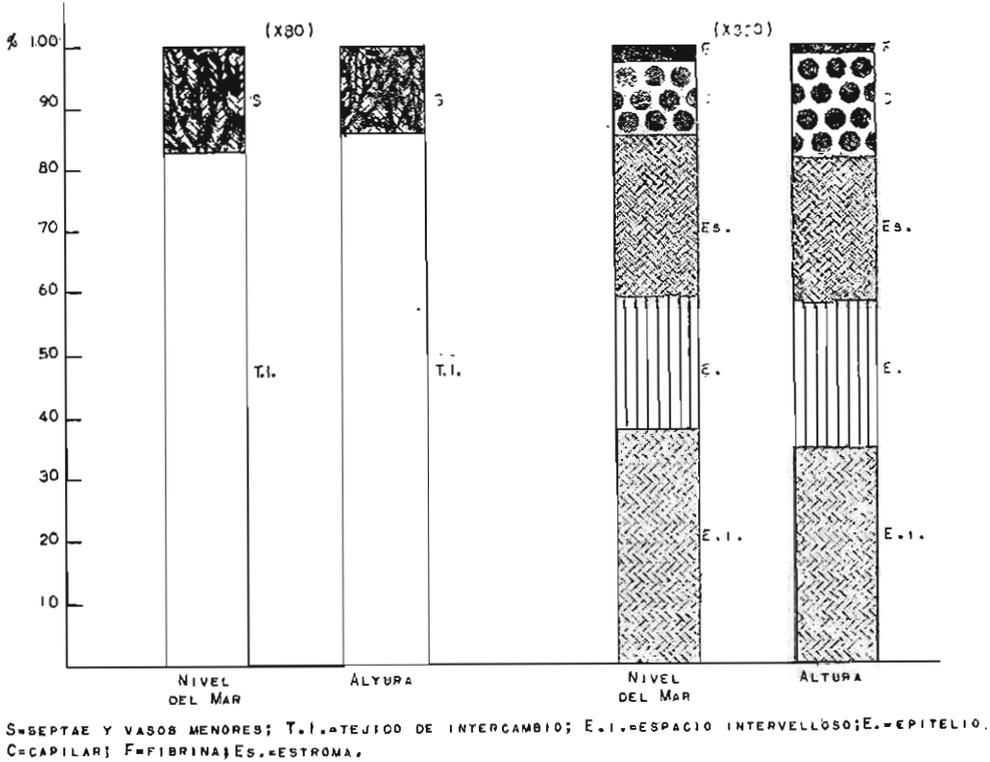
III. RESULTADOS

Peso y volumen de la placenta humana a nivel del mar y en la altura

En la tabla 2 se presentan los resultados de las determinaciones de peso y volumen placentarios a nivel del mar y en la altura.

El valor medio del peso de la placenta a nivel del mar fue de 476 g., y de 515 g. en la altura, siendo esta diferencia altamente significativa ($p < 0.01$).

GRAFICA 4
 ESTUDIO MICROSCOPICO DE LAS PLACENTAS



En concordancia con el mayor peso, el volumen medio de la placenta en Puno fue de 493 cm.³ en comparación con 458 cm.³ a nivel del mar ($p < 0.05$). En la gráfica 1 se ilustra la variación del peso placentario con relación a la altura.

Peso del recién nacido y coeficiente placentario a nivel del mar y en altura

En la tabla 3 se resumen los resultados que están en determinación. El peso del recién nacido en Puno, tuvo un valor medio de 3,464 grs. En Lima el peso medio fue de 3,473 grs., siendo esta diferencia no significativa.

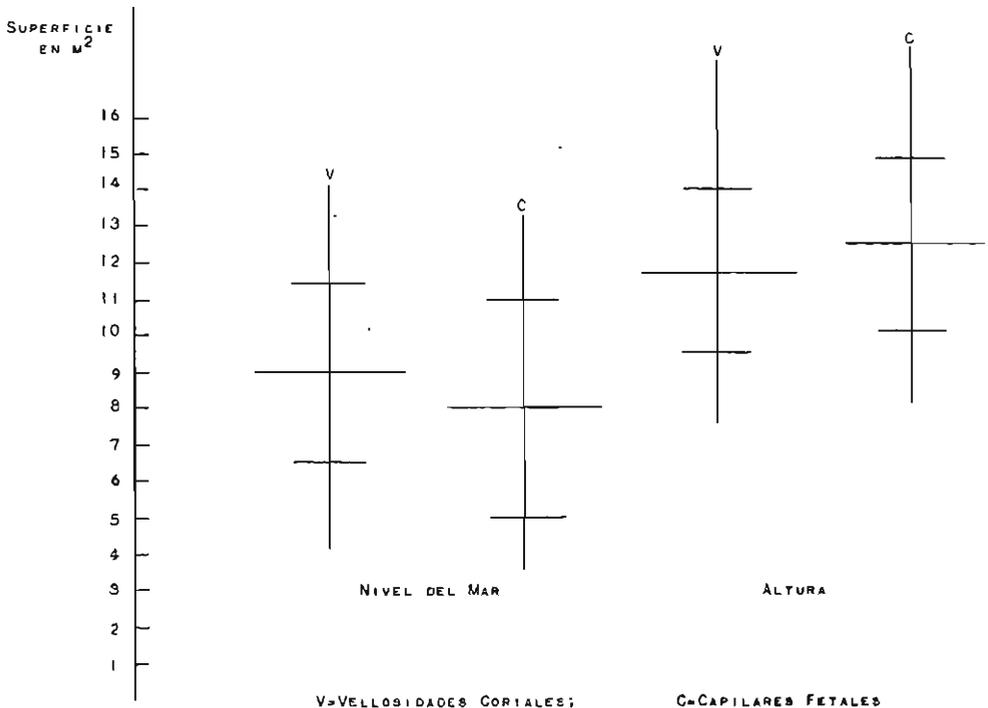
El valor del coeficiente placentario fue 0.148 en Puno, en comparación de 0.138 a nivel del mar, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. La variación del coeficiente placentario de acuerdo con la altitud se ilustra en la gráfica 2.

Análisis macroscópico de la placenta

El resultado del análisis macroscópico de la placenta no arrojó diferencias significativas entre el nivel del mar y la altura. Los resultados se presentan en el gráfico 4 y se ilustran en la tabla 3, en la que se incluyen también los valores hallados por Aherne y Dunnill en Inglaterra (2). La presencia de infartos se observó en el 22.2% de las placentas a nivel del mar y en el 20% en la altura. En ambos grupos, el volumen placentario comprometido con infartos fue alrededor del 1% y, por lo tanto, casi insignificante.

GRAFICA 5

SUPERFICIE DE VELLOSIDADES CORIALES Y CAPILARES FETALES.



Análisis microscópico del parénquima placentario a menor aumento (x80)

Los resultados de este análisis se presentan en la tabla 5 y se ilustran en la gráfica 4. En las placentas de la altura la proporción de tejido de intercambio fue significativamente mayor que en las placentas del nivel del mar. Tal incremento en tejido de intercambio se asoció a una disminución significativa en la proporción de los septos y vasos menores.

Análisis microscópico a mayor aumento (x320)

Los resultados de tal análisis se encuentran en la tabla 6 y se ilustra en la gráfica 4. No se encontraron diferencia en la proporción del espacio intervelloso, epitelio trofoblástico y vellosidades coriales obliteradas por degeneración fibrinoide. Por el contrario, el porcentaje ocupado por los capilares fetales fue de 16.6% en la altura, en comparación con 12.2% a nivel del mar ($p < 0.01$). El estroma velloso representó 22.8% en la altura, en comparación con 26.1% a nivel del mar ($p < 0.05$).

Area total de la superficie de las vellosidades coriales

El valor medio de tal característica fue de 9.16 m.² a nivel del mar, en comparación de 11.7 m.² en la altura ($p < 0.001$). La longitud del intersepto medio, en el estado fresco, fue de 65.5 u a nivel del mar, en comparación con 60.7 u en la altura, la diferencia no es significativa.

La mayor área de superficie vellosa en la altura se asoció a un mayor volumen de tejido de intercambio (353 cm.³), en comparación con lo observado en el nivel del mar (288 cm.³). La diferencia entre estos valores es estadísticamente significativa ($p < 0.01$).

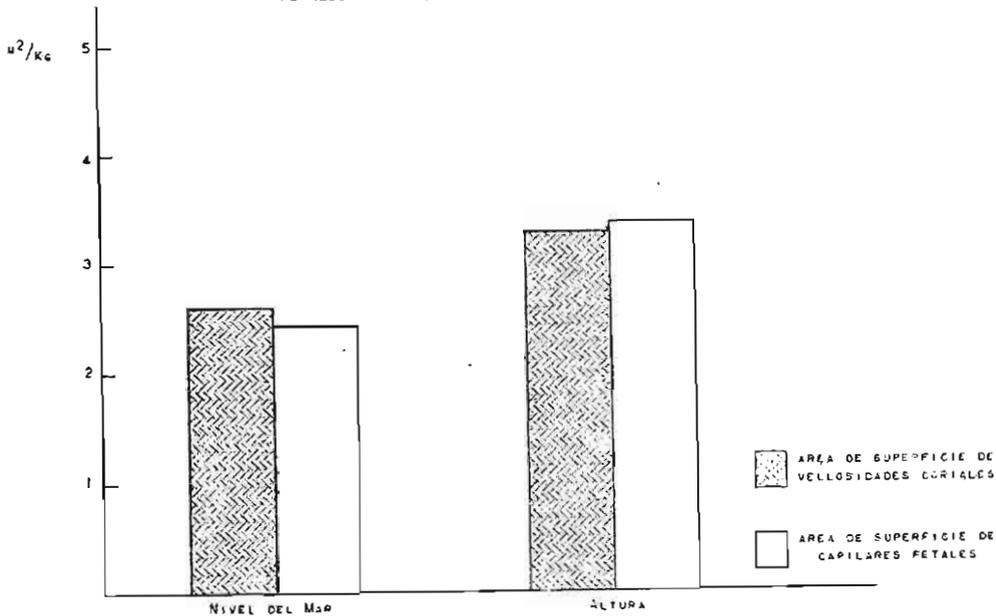
Los resultados de las determinaciones del área de la superficie vellosa se presentan en la tabla 7 y se ilustran en la gráfica 5.

El valor del área de la superficie vellosa corregida por kg. de peso del recién nacido, fue de 3.3 m.² en la altura y de 2.09 m.² a nivel del mar, siendo esta diferencia altamente significativa ($p < 0.01$).

Area de la superficie de los capilares fetales

Los resultados de tal determinación se presentan en la tabla 7 y se ilustran en la gráfica 5. El valor del área de superficie de los capilares fetales, convertida en kg. del recién nacido, se ilustra en la gráfica 6.

GRAFICA 6
AREA DE SUPERFICIE DE LAS VELLOSIDADES CORIALES Y CAPILARES
FETALES POR UNIDAD DE PESO DEL RECIEN NACIDO



El valor medio de la superficie capilar fue de 12.51 m.² en la altura, en comparación con 8.45 m.² al nivel del mar ($p < 0.001$). El valor de tal superficie, convertida por kg. de peso del recién nacido, fue de 3.6 m.² en la altura y de 1.9 m.² al nivel del mar ($p < 0.001$).

IV. DISCUSION

En estudios previos sobre la placenta humana, llevados a cabo en nuestro país, se ha señalado por la placenta de la altura, en promedio, tiende a tener mayor peso que lo observado a nivel del mar; así Alzamora (4) en 1958, estudiando placentas en la ciudad de la Oroya (altitud 3,800 m.) encontró que, en 43% de los casos, el órgano tenía un peso superior a 600 gr. Sánchez (34), encontró un peso medio placentario igual a 548 gr. en Cerro de Pasco (altitud 4,320); más recientemente, Kruger, Arias Stella y Sialer (19), encontraron que la placenta en Río Pallanga (altitud 4,600 m.) peso como promedio 557 gr. Passano refiere que la placenta en Puno (altura 3,850 m.) tiene un peso entre 300 y 800 gr. en 60% de los casos. El valor de 515 gr. en-

contrado por nosotros en la misma localidad, es ligera, pero significativamente mayor, que lo encontrado en nuestra serie control en el nivel del mar.

En oposición a tales hallazgos, se encuentran las observaciones de Monroe (30) en Juliaca (altitud 3,500 m.), quien no encuentra diferencia significativa en el peso de la placenta en aquella localidad y a nivel del mar, y particularmente Sobrevilla y col. (36), quienes en 14 placentas en Cerro de Pasco, encuentran un peso ligero pero significativamente menor que a nivel del mar. Tiene importancia señalar que, toda hipotética influencia de la altura sobre el peso placentario, podría ser difícilmente detectable a la altura de Juliaca, en relación con lo estudiado por Monroe y, que la serie estudiada por Sobrevilla y col. se refiere solamente a 14 casos.

Un mayor peso de la placenta de la altura, como se demuestra en nuestro estudio, tiene un valor significativo estadísticamente que en el nivel del mar.

Un hecho repetidamente señalado es el menor peso del recién nacido de la altura en comparación con lo observado al nivel del mar (4), (11), (20), (18), (30), asimismo se señala un mayor índice de prematuridad en los nacidos en la altura. Tales hechos se refieren para alturas de 3,800 m. como en el estudio de Alzamora (4), Juliaca (altura 3,500 m.), y aún para regiones de 3,000 m. de altura como lo observado por Lichty (22) en la región de Colorado. Nuestras observaciones sobre el peso del recién nacido en Puno a 3,850 m. están en oposición con las anteriormente señaladas y están en concordancia con lo observado por Passano, quien refiere que en la misma localidad el 92% de los recién nacidos pesan más de 2,500 gr. Pensamos que las características genéticas de la población de Puno posiblemente ofrezcan una explicación para tal hecho. Sin embargo, en la población de Juliaca racialmente similar a la estudiada por nosotros en Puno, Monroe (30) encontró que el recién nacido pesa ligera pero significativamente menos que a nivel del mar. Pensamos que la determinación del peso del recién nacido debe ser materia de estudios más extensos, en los cuales se consideren una serie de variables como la raza, duración de la gestación y estado nutritivo.

Un mayor peso placentario y un peso normal del recién nacido en la altura, tal como lo encontramos en el presente estudio, se asocian a un coeficiente placentario, ligera pero significativamente mayor, que en el nivel del mar. Tal hecho ya ha sido señalado previamente por Sánchez en Cerro de Pasco (35), por Kruger y col. (19) en Río Pallanga y por Monroe (30) en Juliaca. Un mayor coeficiente placentario en la altura significa, de acuerdo a Kruger y

col., una mayor cantidad de tejido placentario por unidad de peso del recién nacido, lo que favorecería el intercambio respiratorio materno-fetal.

Un hecho interesante señalado por Monroe (30) y por Kruger y col. (19) es el menor número de cotiledones que presenta la placenta de altura. Kruger y col. plantean la hipótesis de que tal hecho implicaría una menor septación del órgano y, consecuentemente, una mayor proporción de tejido parenquimal; lo que favorecería el intercambio respiratorio materno-fetal. El puntaje del número de cotiledones se abandonó en las etapas iniciales de nuestro estudio por considerarse que tal determinación sólo en algunos casos, ofrece resultados dignos de confianza.

El análisis macroscópico de las placentas de Puno, no mostró diferencias en los componentes no parénquima, infartos y parénquima en relación con la placenta del nivel del mar. Estas observaciones no excluyen, sin embargo, la posibilidad de una placenta menos septada en alturas mayores como en el estudio de Kruger y col. (19).

Un hecho de gran interés en el análisis microscópico a mayor aumento, es la mayor proporción volumétrica del tejido de intercambio a expensas de una disminución de septos y vasos menores. Esta característica microscópica de la placenta de la altura, tendría el mismo significado fisiológico que el propuesto por Kruger y col. a nivel macroscópico (19).

El análisis microscópico del tejido de intercambio, muestra que no existen diferencias significativas en el volumen del espacio intervelloso de las placentas del nivel del mar y de la altura; siendo estos valores semejantes a los dados por Aherne y Dunnill en las placentas de Inglaterra (3). Tal hallazgo está en oposición con la supuesta disminución del espacio intervelloso propuesta por Monroe y col. (30) sobre la base de sus observaciones en placentas de Juliaca; tal disminución sería, en nuestro concepto, un hecho antifisiológico.

El hallazgo histológico de mayor significación se refiere a la presencia de un volumen relativo de capilares fetales significativamente mayor en la altura. Este hecho se asocia a una disminución de volumen relativo del estroma de la vellosidad corial. La proporción del epitelio trofoblástico de la vellosidad corial, no mostró diferencia significativa entre los dos niveles. Este hecho se encuentra en contraposición con lo expresado por Monroe (30) quien encuentra una mayor proporción de tejido trofoblástico en la altura, incremento que además se asocia con signos de envejecimiento como mayor número de novos cinciales, determinados por una hipotética disminución del flujo sanguíneo materno en el espacio intervelloso reducido.

El cálculo del área de superficie total de las vellosidades coriales, muestra un valor significativamente mayor en la altura y da una base estructural cuantitativa a la hipótesis funcional propuesta por Barrón (5). A igualdad de valores del intersepto medio en la serie de altura y del nivel del mar, la mayor área de superficie de intercambio de la membrana placentaria en la altura se asocia a una mayor cantidad de tejido de intercambio. Tal fenómeno se hace más objetivable, cuando tal área de superficie se corrige por kg. de peso del recién nacido.

Como lo expresan Aherne y Dunnill (2), el área total de la superficie vellosa y el área total de los capilares fetales son como las dos caras de una moneda y, por lo tanto, cabe esperar que sus superficies sean, aproximadamente, semejantes. En concordancia encontramos área de superficie capilar, significativamente mayor que a nivel del mar. Esto está de acuerdo con el concepto de Aherne y Dunnill (3), y con la hipótesis fisiológica de Barrón (5) ya expresada. Sin embargo, la existencia de una longitud media del intersepto capilar significativamente menor en la altura, sugiere que el incremento de la superficie capilar se asocia a un número mayor de capilares por vellosidad corial que a nivel del mar.

Finalmente, queremos hacer mención sobre la importancia de determinar el grosor de la barrera placentaria, que es el otro parámetro estructural de interés fisiológico, en relación con los fenómenos de intercambio respiratorio materno-fetal. Para tal determinación, se hace necesario el grado de resolución que permite el microscopio electrónico.

V. CONCLUSIONES

Se estudian el peso del recién nacido y las características macroscópicas y microscópicas de 46 placentas, provenientes de partos a término, eutócicos, a nivel del mar. Se comparan con 46 placentas provenientes de gestaciones normales producidas en la ciudad de Puno, a 3,850 m. sobre el nivel del mar.

Se demuestran los siguientes hechos:

- 1.— El peso del recién nacido en la ciudad de Puno no difiere significativamente del nacido a nivel del mar.
- 2.— El peso de la placenta de Puno es significativamente mayor que el del nivel del mar.
- 3.— El coeficiente placentaria es significativamente mayor en Puno en comparación con el de nivel del mar.

- 4.— El volumen de la placenta en Puno es ligera, pero significativamente mayor a la del nivel del mar.
- 5.— La incidencia y la magnitud de los infartos placentarios no mostró diferencias significativas.
- 6.— El análisis macroscópico, en términos de Parénquima y No Parénquima, no demostró ser diferente a nivel del mar y en la altura.
- 7.— El análisis microscópico (x80) mostró una proporción significativamente mayor de tejido de intercambio, a expensas de una menor proporción del componente septae y vasos menores.
- 8.— El análisis microscópico a mayor aumento (x320) mostró un incremento significativo en el volumen del lecho capilar fetal, el que se acompaña de una disminución significativa del estroma veloso. No se objetivó diferencias en la proporción del epitelio trofoblástico.
- 9.— El área de la superficie total de las vellosidades coriales se halló significativamente mayor en la altura, asimismo una mayor cantidad de tejido de intercambio, lo que resulta, presumiblemente, en una cantidad total mayor de vellosidades coriales de la placenta de la altura.
- 10.— El área total de la superficie capilar fue significativamente mayor en la altura y parece que este hecho se asocia a un mayor número de capilares de la vellosidad corial.
- 11.— La mayor área de superficie vellosa y capilar en la placenta de la altura favorecería los fenómenos de intercambio gaseoso y metabólico de la placenta; significaría un mecanismo estructural adaptativo de gran eficiencia frente a la hipoxia de las grandes alturas.

SUMMARY

The authors have studied newborn weight and placentas from 46 normal pregnancies from Puno, Peru at an altitude of 3850 m.; as control group they studied 46 normal pregnancies from different hospitals in Lima at 150 m.

The newborn weights were similar in both places; however, placental weight and volume were higher in Puno, so the placental coefficient was higher in altitude.

The macroscopic analysis in terms of parenchimal and non parenchimal tissue was not different in both groups, but the microscopic analysis showed richer capillarity with diminished villous in Puno. No differences were appreciated in the proportion of trophoblastic epithelium.

The total area of the chorial villous and capillary surface were significantly major in altitude.

The authors postulate these morphologic changes favor the metabolic placental exchange in the hypoxic environment of high altitude.

IX. BIBLIOGRAFIA

- 1.— ADAIR F., L., THELANDER H.: A study of the weight and dimensions of the human placenta in its relations to the weight of the newborn infant. *Am. J. Obst. & Gynec.* 10: 172-205, 1925.
- 2.— AHERNE, W. and DUNNILL, M. S.: Quantitative aspects of placental structure. *J. Path. Bact.* 91: 123-139, 1966.
- 3.— AHERNE W.; and DUNNILL, M. S.: Morphometry of the human placenta. *Brit. M. Bull.* 22: 5-8, 1966.
- 4.— ALZAMORA, O.: Algunas observaciones sobre alteración de la placenta humana en la altura. *Rev. Asoc. Med. Youli.* 3: 75, 1958.
- 5.— BARRON, D. H. and MESCHIA, G.: A comparative study of the exchange of the respiratory gases across the placenta. *Quant. Biol.* 19: 93-101, 1954.
- 6.— BARTELS, M.; MOLL, W. and METCALFE, J.: Physiology of gas exchange in the human placenta. *Am. J. Obst. and Gynec.* 84: 1714-1730, 1962.
- 7.— BURSTEIN, R.; HANDLER, F. P.; SOULE, S. D.; and BLUMENTHAL, H. T.: Histogenesis of degenerative processes in the normal mature placenta. *A. J. Obst. and Gynec.* 72: 332-342, 1956.
- 8.— CLAVERO, J. A., and BOTELLA, LLUSIA, J.: Measurement of the villus surface in normal and pathologic placentas. *Am. J. Obst. and Gynec.* 86: 234, 1963.
- 9.— CRAWFORD, J. M.: Fetal placental circulation. *J. Obst. and Gynec. Brit. Emp.* 64: 548-552, 1956.
- 10.— CRAWFORD, J. M.: Vascular anatomy of placenta. *Am. J. Obst. and Gynec.* 84: 1543, 1962.
- 11.— CULLAS, H.: Estudio morfológico de placentas procedentes de gestantes normales y patológicas. Tesis Br. Univ. Nac. Mayor S. Marcos. Lima-Perú, 1962.
- 12.— DAWES: *The comparative Anatomy of the placenta. Foetal and Neonatal Physiology*, p. 18-29.
- 13.— DIXON, H. C., and ROBERTS, W. B.: A study of the vessels of the placental bed in normotensive and hypertensive women. *J. Obst. and Gynec.*

- 14.— DODDS, G. S.: The area of the chorionic villi in the full term placenta. *Anat. Rec.* 24: 287-294, 1922-23.
- 15.— GUSTIN, M. K., ITAHASHI, M.: Somatometría del recién nacido. *Rev. Per. Ped.* XXIII-XXIV 2-3-4, 1965-66.
- 16.— HUCKABEE, W., METCALFE, J., PRYSTOWSKY, H., HELLEGERS, A., MESCHIA, G., and BARRON, D.: Uterine blood flow and metabolism in pregnant sheep at high altitude. *Fed. Proc.* 12: 72, 1959.
- 17.— HURTADO, A.: Natural acclimatization to high altitudes.
- 18.— JURADO, U. O.: Estudio médico social de la ciudad de Cerro de Pasco. Tesis Br. U.N.M. S.M. Fac. Med., Lima-Perú, 1956.
- 19.— KRUGER, H., ARIAS STELLA, J., SIALER, L.: El recién nacido y el coeficiente placentario en las grandes alturas. *Rev. Ginec. y Obst.* XIII N° 3, Dic. 1967.
- 20.— KLINE, B. S.: Microscopic observations of the development of the human placenta. *Am. J. Obst. and Gynec.* 61: 1065-1074, 1951.
- 21.— LAMPOR, H.: The transport of oxygen in the sheep's placenta; the diffusion constant of the placenta. *Yale J. Biol. and Med.* 27: 26-34, 1954.
- 22.— LICHTY, J. A., TING, R. Y., BRUNS, and DYAR, E.: Studies of babies born at high altitude. *Am. J. Dis. Child.* 93: 666, 1957.
- 23.— LITTLE, W. A.: The significance of placental weight ratios. *Am. J. Obst. and Gynec.* 79: 134, 1960.
- 24.— LORET DE MOLA T., LUIS: Observaciones hematológicas en el recién nacido en las grandes alturas. Tesis Br. U.N.M.S.M. Fac. Med., Lima-Perú, 1955.
- 25.— MAZESS, R. B.: Mortalidad neonatal y altura en el Perú. *Am. J. Anthropol.* 23: 209-214, 1965.
- 26.— MESCHIA, G., PRYSTOWSKY, H., HELLEGERS, A., HUCKABEE, W., METCALFE, J., and BARRON, D. H.: Oxygen supply to fetal llama. *XLV N° 3*, 1960.
- 27.— METCALFE, J., MESCHIA, G., HELLEGERS, A., PRYSTOWSKY, H., HUCKABEE, W., and BARRON, D.: Observations on the placental exchange of the respiratory gases in pregnant ewes at high altitude. From Instituto de Biología Andina Morococha, Perú y Harvard, Yale, John Hopkins, Florida and Boston Universities.
- 28.— METCALFE, J., MESCHIA, G.: Observations on the growth rates and organ weights of fetal sheep at altitude and sea level. *Quarterly J. Exp. Physiol.* 47: 305-313, 1962.
- 29.— MOLL, W.: The placental vascular arrangement and its importance for placental gas exchange.
- 30.— MONROE, A.: Morfo-Histometría de la placenta en el recién nacido en la altura y a nivel del mar. Tesis B. U.N. Arequipa Fac. Med. 1966.
- 31.— PRYSTOWSKY, H., HELLEGERS, A., MESCHIA, G., METCALFE, J., and HUCKABEE, W.: The blood volume of fetuses carried by ewes at high altitude. *Quant. J. Exp. Physiol.* 45: 292-297, 1960.
- 32.— RENDON, H.: Aspectos macroscópicos de la placenta humana normal a 2300 m. de altitud. Tesis Br. U.N.S.A., Fac. Méd. 1964.
- 33.— ROMNEY, S. L., and REID, D. E.: Observations on the fetal aspects of placental circulation. *Am. J. Obst. and Gynec.* 61: 83-98, 1951.

- 34.— SJOSTEDT, S., ENGELSON, G., and ROOTH, G.: *Dismaturity Arch. Dis. Childh.* 33: 123, 1958
- 35.— SANCHEZ, R.: *Estudio macroscópico de 100 placentas en el Hospital Esperanza de Cerro de Pasco, Tesis Br. U.N.M.S.M. Lima-Perú, 1963.*
- 36.— SOBREVILLA, L. A., ROMERO, I., KRUGER, F., and WHITTEMBURY, J.: *Low estrogen excretion during pregnancy at high altitude. Am. J. Obst. and Gynec.* 102: 828-833, 1968.
- 37.— TOMINAGA, T., and PAGE, E. W.: *Accommodation of the human placenta to hypoxia. Am. J. Obst. and Gynec.* 94: 679-91, 1966.
- 38.— VILCHEZ, H.: *Características físicas de la placenta y el cordón en nuestro medio. Tesis Br. U.N.M.S.M. Fac. Med., Lima-Perú, 1954.*
- 39.— SINSATT, Ph. D.: *Am. J. Obst. and Gynec.* 84: 1568-1594, 1962.
- 40.— WILLIAMS and WILKINS: *Physiological studies of pregnancy at high altitude. The placenta and Fetal membranes. Edited by Claude Villee., p. 157.*
- 41.— WONG, TING-CHAO, LATOUR, J. P. A.: *Microscopic measurement of the placental components in an attempt to assess the malnourished newborn infant. Am. J. Obst. and Gynec.* Apr. 1, 1966.