

ANALES

DE LA

FACULTAD DE MEDICINA

TOMO XXVIII N^o. 1

LIMA, Ier. TRIMESTRE DE 1945

TRABAJO DEL INSTITUTO DE BIOLOGIA Y PATOLOGIA ANDINA

Director Prof. Carlos Monge

ACLIMATACIÓN OVINA EN LOS ALTIPLANOS ANDINOS *

INFERTILIDAD REVERSIBLE DEBIDA A LA ACCION DEL VIAJE
MARITIMO DE MAGALLANES AL CALLAO DURANTE EL VERANO

Por Carlos Monge M. y Mauricio San Martín

La acción agresiva de las causas físicas y químicas sobre las gónadas masculinas ha recibido una mayor atención en los últimos años. Así en la excelente revista de Hueper, (1) a la que nos referimos para el conocimiento de la bibliografía hasta 1942, se da cuenta de los factores exógenos que pueden actuar sobre el epitelio germinal ocasionando pérdida de la libido, azoospermia y lesiones tisulares, reversibles algunas veces, y otras, irreversibles.

Aparte de las lesiones traumáticas por contusión, el factor etiológico gonado-tóxico más antiguamente conocido es la falta de desarrollo germinal del testículo criptorquideo en el hombre, por la mayor temperatura de la cavidad abdominal: 36^o7. La del escroto, sistema termo-

* En una serie de publicaciones por aparecer, vamos a dar cuenta de las perturbaciones producidas en la fisiología de la reproducción de los carneros y ovejas, importados al Perú o procedentes de zonas situadas a nivel del mar, cuando son transportados y los altiplanos. Este primer trabajo se refiere al estudio preliminar que debimos hacer para asegurarnos de la fertilidad de los animales motivo de la investigación.

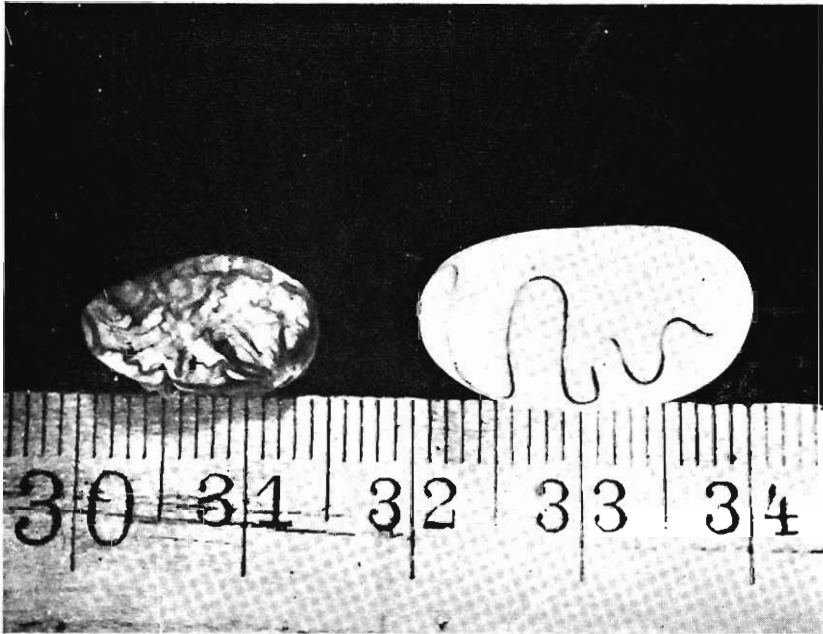
regulador (Moore), es solamente de 30°. Experimentalmente aplicando agua caliente sobre el escroto (Moore) o una fuente de calor (Van Oordt, Wilhelm y Schwartz) se produjo los mismos efectos degenerativos, reversibles en circunstancias apropiadas. En los procesos febriles de larga duración ocurre análoga perturbación. (Goette 1921 y Mc Cleod 1943). La acción de los rayos X es perfectamente conocida. La administración de yodo, talio, plomo, arsénico, conduce también a la degeneración testicular. Igualmente la intoxicación por CO es causa de esterilidad en las ratas, como lo ha demostrado Campbell, Mc Combs, Rossiter, Willians y Petterson (citados por Van Liere) (1a.). Hueper, de quien tomamos las referencias anteriores, indica que Vogani ha señalado el mismo hecho ocasionado por las sulfonamidas. El alcoholismo conduce a la infertilidad (Simmonds). Hueper asegura que durante los primeros estadios degenerativos hay un aumento de la libido quizá debido a la reabsorción de productos de degeneración testicular que actuarían como estímulos hormonales.

Anatómicamente la lesión se caracteriza por la degeneración primitiva de los espermátides, seguida de los espermátocitos y de los espermatozoides. El epitelio espermátogónico puede desaparecer. Algunas veces las células de Leydig aumentan. Por un proceso de reversibilidad la recuperación se hace y el testículo después de un período variable, vuelve a su normalidad.

A las causas anteriores hemos agregado la agresión traumática del clima de altura. Efectivamente Monge señaló infertilidad humana y demostró por referencias históricas la infertilidad humana y animal en el siglo XVI cuando los españoles se establecieron en los altiplanos de Sud-américa (2). Monge y Mori-Chávez demostraron en conejos y gatos (3) llevados a Morococha (4,400 mt. de altura) la degeneración del epitelio germinal y su recuperación en algunos casos. De otro lado con Encinas y Cabieses hizo ver (4) la acción letal que sobre la espermátogenesis se produce en las ratas blancas de laboratorio llevadas a grandes alturas. Dejando para otra oportunidad este aspecto nos limitaremos simplemente a anotar la atrofia testicular de los machos, sobrevinida 6 meses después de permanecer en Morococha. (Véase la lámina N.º. 1). Igualmente Sundstrem y Michaels han señalado el mismo hecho en animales mantenidos a baja presión en cámaras neumáticas (5).

En fin la carencia de las vitaminas E y A son causa de degeneración testicular. En tales casos según Mason (6) se produce una excesiva liquefacción de la cromatina, primero en los espermatozoos y

espermatides y luego en las células de menos maduración. En la completísima revista de Mattil (7), se podrá encontrar la bibliografía hasta 1938.



LAMINA N° 1

Igualmente hemos podido demostrar: (8) la azoospermia sobrevenida en carneros llevados a Huancayo y la recuperación debida a la reversibilidad del proceso en un caso. En otro la azoospermia se mantiene después de dos años de observación. En fin independientemente del hecho morfológico, en si mismo, nos ha sido posible señalar cambios funcionales y físico-químicos en el semen: a saber: motilidad disminuída, desviaciones del pH que hacen el semen impropio para la fecundación, formas atípicas y embrionarias. Es pues de suponer, como resultado de prolongada observación, que la destrucción del epitelio germinativo del testículo es el hecho final y que antes se inician variaciones morfológicas, con aparición de elementos jóvenes prematuramente vertidos en el líquido espermático, proceso análogo a lo que ocurre en las anemias con desborde de formas inmaduras y atípicas. Estas alteraciones pueden ser incompatibles con la fertilidad, (9) así como las derivadas de cambios físico-químicos.

Esta presentación preliminar era necesaria por referirnos en el presente trabajo a una nueva causa de infertilidad de orden climático que no ha sido antes suficientemente estudiada.

En el año de 1943, gracias a un donativo de la Fundación Rockefeller tuvimos oportunidad de adquirir en Magallanes cuatro carneros, 2 Rommey y 2 Corriedale, de pedigree. Como se sabe la temperatura de esa región corresponde a un clima austral frío con variaciones extremas de -20° a -5° grados, siendo la media anual de $-8^{\circ}8'$. Dichos animales formaron parte de un lote de 100 aproximadamente que hizo el viaje por vapor en un espacio confinado, expuesto al traumatismo del mareo de mar y además debió pasar durante la estación de verano por zonas de clima cálido hasta su arribo al Callao lo que ocurrió 28 días después; esto es, el 13 de abril de 1944. 50 animales entre los que se encontraban los cuatro carneros, fueron llevados a una pequeña chacra en Bellavista y sometidos a rigurosa observación. Después de dos semanas de reposo fueron entrenados en eyaculación en vagina artificial, respondiendo fácilmente. Es de notar que durante esta fase pudo observarse que el semen contenía espermatozoides, pero no se hizo determinaciones numéricas. La investigación metódica comenzó el 21 de mayo, 5 semanas después del arribo al Callao.

Resultados.—Están consignados en las cuatro tablas inmediatas y las gráficas respectivas. En las tablas I, II y III se observa un fenómeno general al iniciarse la observación: los animales están en azoospermia con pH fuertemente alcalino: 7.8, 8, 8.1; y motilidad en 0. Después de un período variable de 1 a 3 semanas aparece un proceso de recuperación que se traduce por la aparición de espermatozoides, al principio, en muy pequeño número 123, 137, 74, 180 millones por centímetro cúbico para alcanzar al cabo de un mes una concentración normal. El pH desciende lentamente a cifras terminales de 7.25, 7.35 y 7.45, aún elevadas, lo que revela que el reajuste no está concluído definitivamente. La motilidad al principio se acusa por un movimiento vibratorio; cuando el número de espermatozoides aumenta, después de un mes, alcanza 1, 2 y 3,5 sin llegar a la normalidad. En la tabla IV se aprecia, en su marcha general, el mismo proceso de recuperación, pero el carnero 211—K—20 no llegó a la azoospermia o no pudimos sorprenderla porque quizá su reajuste funcional fué más acelerado.

Magallanes: 15-3-44

TABLA I

Llegada al Callao: 13-4-44

CARNERO 1—B—155

Fecha	Volumen eya- culado c.c.	pH	Espermatozoides x c.c.	Formas atípicas %	Motilidad	Leucocitos y células epitelia- les
21-5-44	0.30	8.10	0	—	0	algunos
23-5-44	0.40	7.98	0	—	0	„
25-5-44	0.70	8.05	0	—	0	„
28-5-44	0.70	8.10	0	—	0	„
30-5-44	0.50	8.00	0	—	—	„
1-6-44	0.60	8.05	0	—	—	
4-6-44	0.70	8.05	0	—	—	
7-6-44	1.30	7.92	0	—	—	
22-6-44	1.00	7.59	74,180.000	—	vibratorio	
28-6-44	1.50	7.45	621,700.000	—	1	

TABLA II

Magallanes 15-3-44

CARNERO 1—B—119

Llegada al Callao: 13-4-44

Fecha	Volumen eya- culado c.c.	pH	Espermatozoides x c.c.	Formas atípicas %	Motilidad	Leucocitos y células epitelia- les
23-5-44	0.20	—	0	—	—	
25-5-44	0.70	7.78	0	—	—	
28-5-44	0.70	7.80	137.000	52.17	vibratorio	
30-5-44	0.50	7.80	305.000	71.4	„	
1-6-44	0.50	7.90	231.500	84.3	„	
7-6-44	0.40	7.78	2,700.000	—	„	
13-6-44	0.10	—	85,970.000	—	„	Algunos
22-6-44	0.60	7.80	54,800.000	—	„	
28-6-44	0.70	7.40	910,000.000	17.40	2	

Magallanes: 15-3-44

TABLA III

Llegada al Callao: 13-4-44

CARNERO 2—L—25

Fecha	Volumen eya- culado c.c.	pH	Espermatozoides x c.c.	Formas atípicas %	Motilidad	Leucocitos y células epitelia- les
21-5-44	0.50	8.00	0	—	—	
23-5-44	1.00	8.10	0	—	—	algunos
25-5-44	1.20	7.85	0	—	—	
28-5-44	0.90	7.90	0	—	—	
30-5-44	1.20	8.20	0	—	—	
1-6-44	1.30	8.10	0	—	—	
4-6-44	1.30	7.80	123.000	—	0	abundantes
7-6-44	1.50	8.00	1,875.000	—	0	„
13-6-44	1.60	7.80	43,300.000	—	vibratorio	„
22-6-44	0.90	7.20	948,300.000	—	2.5	
28-6-44	0.60	7.35	1,000,480.000	—	3.5	

Magallanes: 15-3-44

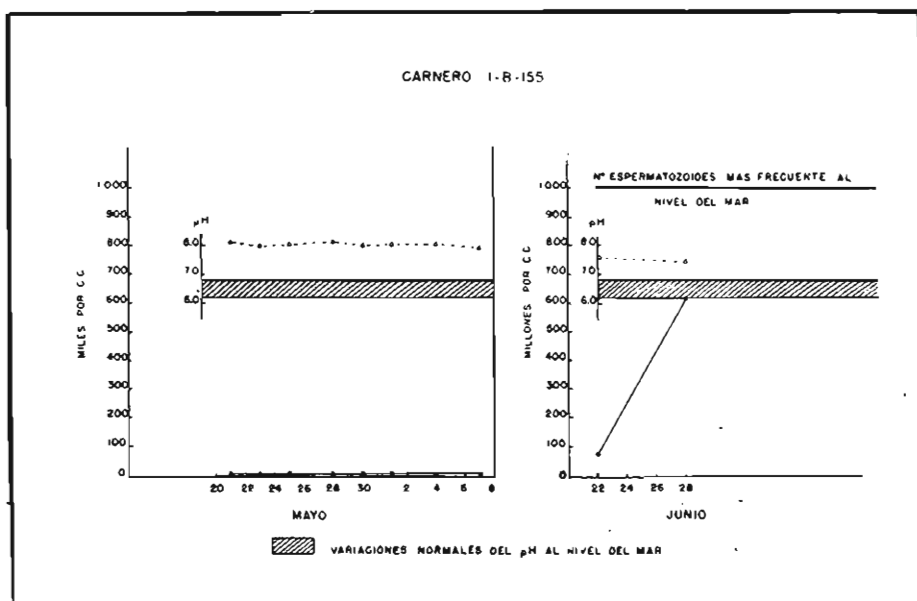
TABLA IV

Llegada al Callao: 13-4-44

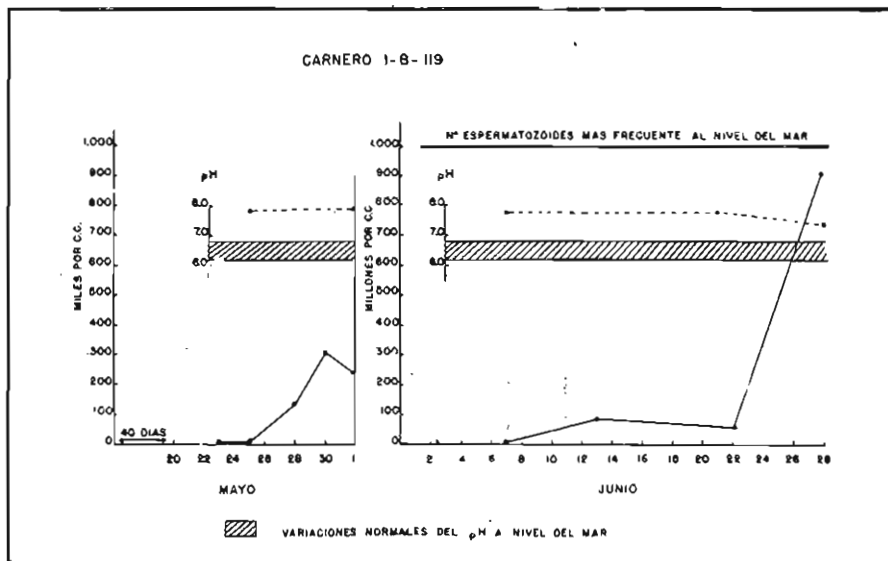
CARNERO 211--K--2

21-5-44	0.50	8.00	800	63.2	0
23-5-44	1.20	7.90	3.570	53.7	0
25-5-44	0.95	7.89	125.000	—	0
28-5-44	1.15	7.70	433.000	58.4	vibratorio
30-5-44	0.75	7.95	270.000	72.4	0
1-6-44	0.40	7.85	181.900	50.0	0
4-6-44	2.00	7.85	49.750.000		V. escaso
7-6-44	0.70	7.75	93.800.000		V. escaso
13-6-44	1.20	7.42	110.900.000		2
22-6-44	2.10	7.35	975.548.000		3.5
28-6-44	2.00	7.25	1,370.400.000	11.0	4.0

En las gráficas 1, 2, 3 y 4 se aprecia el proceso en su dinámica adaptativa. Para representar mejor el fenómeno — ya que variaciones de 80 a 1,000 millones son difíciles de inscribir — las hemos dividido en forma tal que en el lado izquierdo de la gráfica, se señala la recuperación en su fase lente de enriquecimiento con cifras de concentración bajas, de 0 a un millón por centímetro cúbico. En el lado derecho puede verse el enriquecimiento en masa que bruscamente sube a cifras por encima de mil millones. Las líneas horizontales, sencilla y rayada

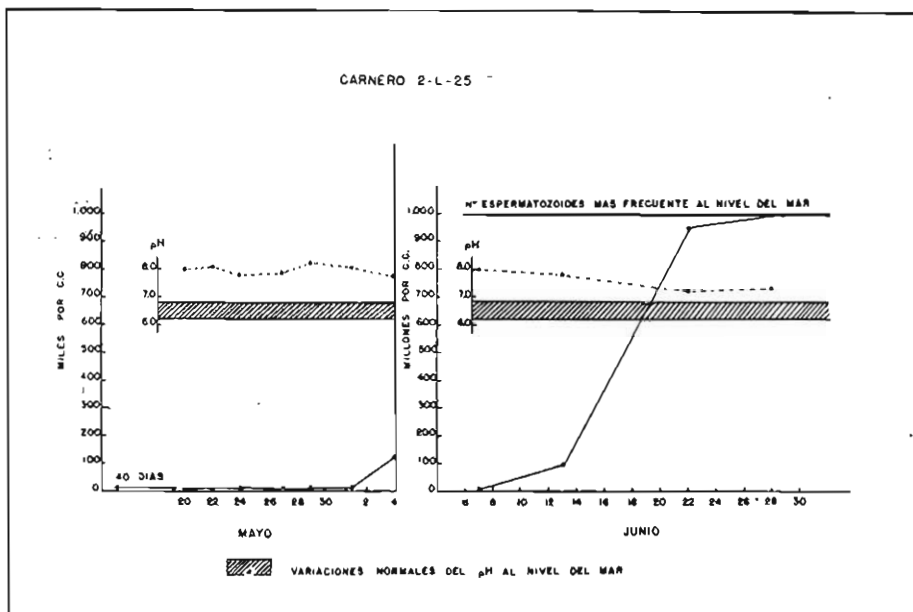


GRAFICA Nº. 1

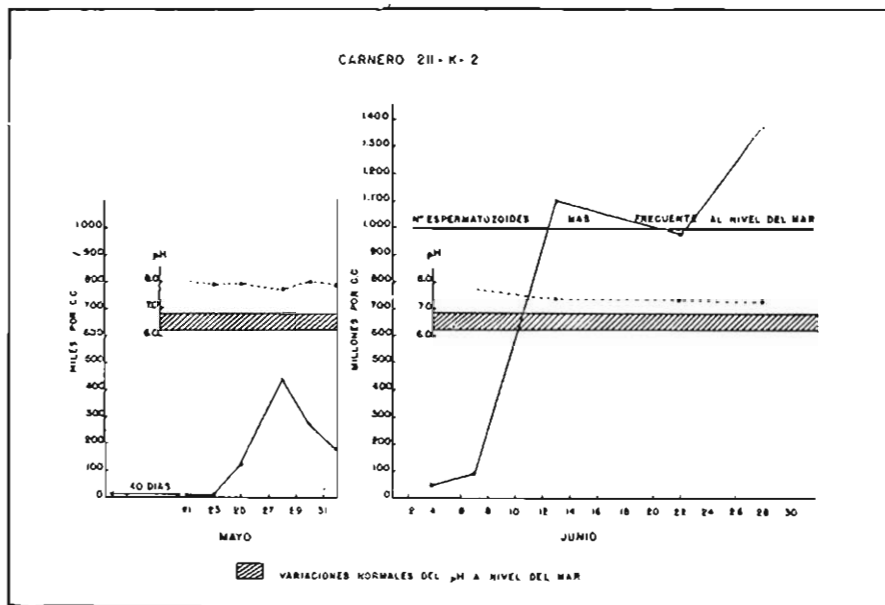


GRAFICA Nº. 2

señalan, la primera, la concentración normal de espermatozoides a nivel del mar (McKenzie) que en la actualidad se estima más elevada y la segunda, el pH que encuadra la cifras máximas de dispersión para un semen normal.



GRAFICA Nº. 3



GRAFICA N° 4

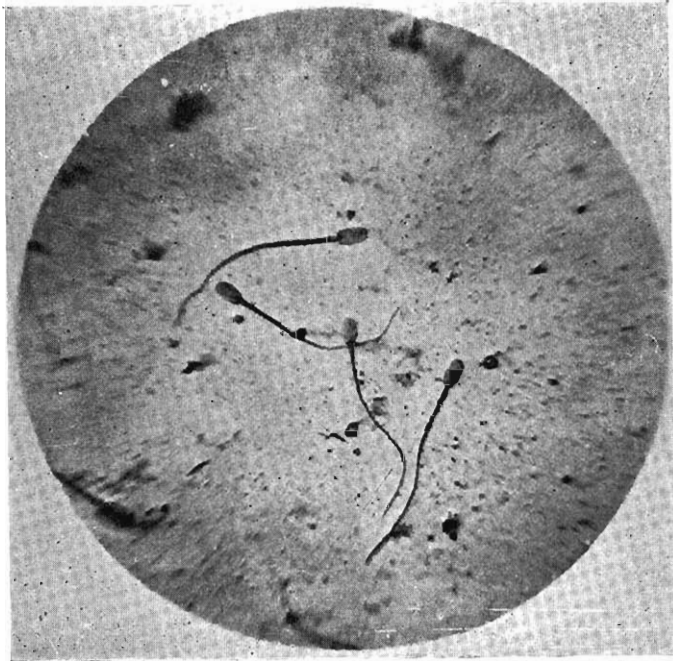
En lo que respecta a los cambios morfológicos de los espermatozoides los hemos consignados en el cuadro siguiente (Tabla V).

TABLA V
MORFOLOGIA

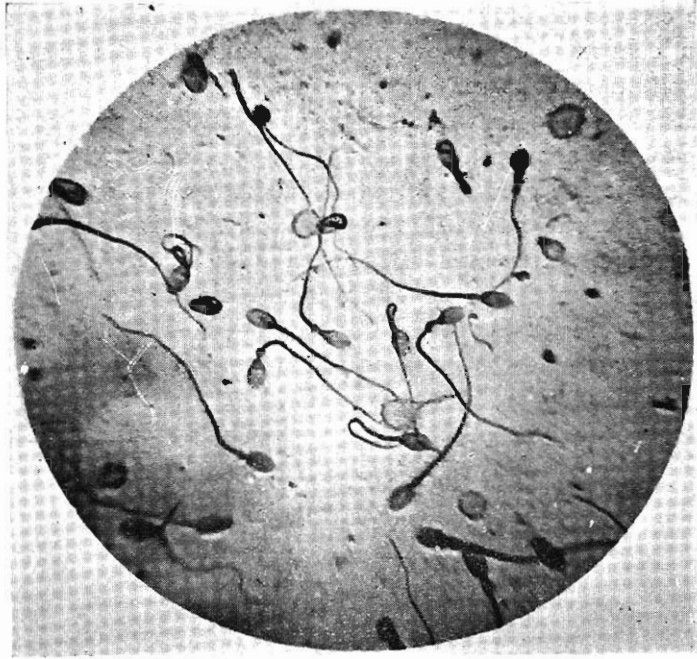
CARNERO 211-K-2

Fecha	Total de espermatozoides x cc.	Espermatozoides normales o/oo	Cabezas solas o/oo	Micro cabezas o/oo	Rugosas o/oo	Colas torcidas o/oo	Cuerpo intermedio grueso	Formas jóvenes
21-5	800	368.5	368.5		158.0	105.0		
21-5	3,750	464.0	121.0		49.0	341.0		25%
28-5	433.000	417.0	125.0			458.0		
30-5	270.000	276.8	172.0			552.0		
1-6	181.000	500.0	150.0			350.0		
28-6	910.000.000	826.0	74.0			100.0		
CARNERO I-B-119								
28-5	137.000	478.0	174.0			348.0		
30-5	305.000	285.5	143.0	285.5	143.0	143.0		417.0%
1-6	231.500	167.0	233.0	100.0		467.0	33.00	700.0%
28-6	1,370.400.000	890.0	30.0		30.0	56.0		

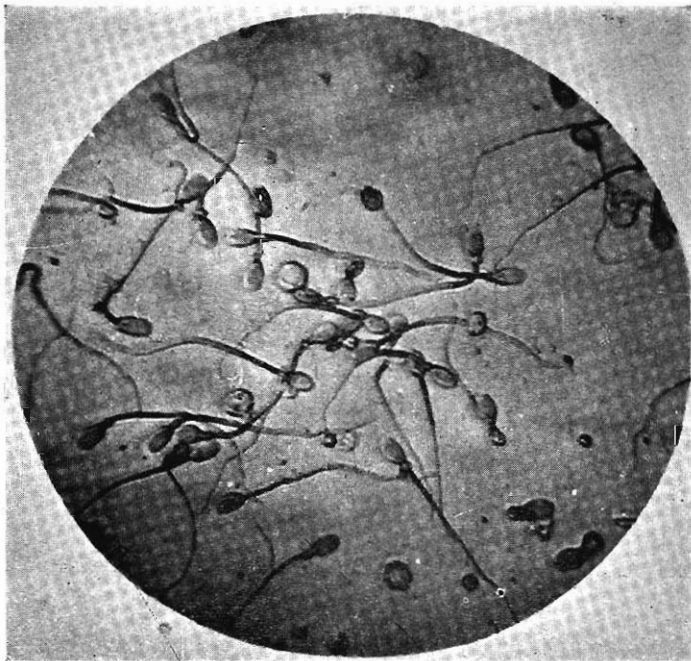
Este estudio es muy significativo porque se asiste a signos de degeneración celular y de renovación compensadora. En las formas atípicas encontramos cabezas únicas, rugosas, microcabezas y colas torcidas. También se encontró macrocabezas, pero no fueron debidamente detalladas. La aparición del cuerpo protoplasmático a diferentes niveles igualmente fué constatado, así como restos protoplasmáticos en la unión del segmento intermedio con la cabeza, indicando la existencia de una espermatogenesis embrionaria. Se trata de formas jóvenes prematuramente llegadas al líquido seminal. En las microfotografías (1, 2, 3, 4 y 5), correspondientes al Carnero I—B—119, se puede observar detalles minuciosos de estas perturbaciones morfológicas casi como distintos grados de concentración espermática del semen. Estos elementos disminuyen o desaparecen conforme avanza el semen hacia la recuperación de su normalidad.



MICROFOTOGRAFIA N.º 1



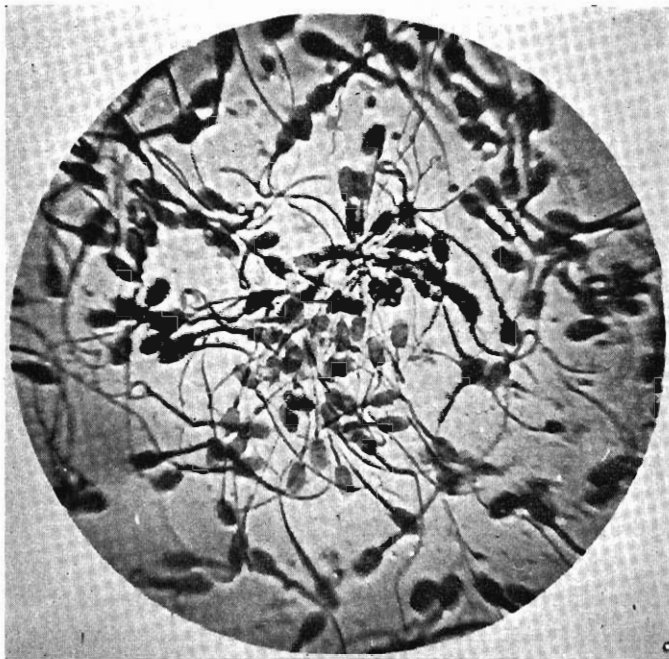
MICROFOTOGRAFIA N.º 2



MICROFOTOGRAFIA N.º 3



MICROFOTOGRAFIA Nº. 4



MICROFOTOGRAFIA Nº. 5

DISCUSION

Es un hecho evidente que hemos asistido a la degeneración del epitelio germinal del testículo por la acción de una noxa en la que posiblemente entran distintos componentes. Tres de los carneros después de un momento inicial engañoso, pues, las primeras eyaculaciones conseguidas mostraron espermatozoos en cantidad apreciable (residuales), entraron en una fase gonadal degenerativa que los llevó a la azoospermia en el 75% de los casos. Es posible que el cuarto también la hubiese presentado, pero no fué sorprendida. La recuperación se ha hecho en todos los casos en el espacio de cuatro semanas. Alguna vez los animales acusaron ausencia de libido, pero ello ocurrió en muy contadas oportunidades. Hay que hacer resaltar pues que los animales "servían" no obstante la ausencia de espermatozoos. No podemos asegurar que la recuperación fué total mientras duró la observación, porque los datos finales del estudio acusan un cierto déficit de los índices biológicos requeridos. Con todo, con monta a mano, se empadró ovejas, que más tarde en Huancayo dieron un 22% de parición, lo que abonaría la fertilidad de algunos de ellos.

Veamos ahora que causas pueden actuar como factores determinantes de las alteraciones encontradas. Es un hecho de observación general la disminución de fertilidad o falta de capacidad procreativa de los carneros al ser trasladados de lugar. Para Carl Moore (comunicación escrita), Director del Departamento de Biología de la Universidad de Chicago, se ha observado que "en Australia, algunos carneros en regiones cálidas carecían de espermatozoos mientras que sus similares en lugares fríos tenían buen esperma. Algunos de ellos mantenidos en clima cálido, pero en establos enfriados a más baja temperatura, presentaban espermatozoos. Se sabe que los perros recogidos en la calle y mantenidos en jaulas de laboratorio pierden su capacidad de producir esperma. Es difícil encontrar la causa. Quizá el confinamiento de los carneros pueda también producir la pérdida de los espermatozoos pero nada se ha publicado sobre el particular". Para el Prof. F. McKenzie, Director del Departamento de Fisiología de la Reproducción de la Universidad de Oregón (comunicación escrita) "los carneros y otros animales sufren frecuentemente serias lesiones e injurias extensas del epitelio germinal por el viaje a vapor a distancias largas o cortas", pero no hay ninguna investigación publicada hasta el presente que haya sistematizado esos hechos de observación. Según el Dr. J. C. Miller, actualmente Director del Departamento de Crianza de

animales y Ciencia Veterinaria de la Universidad de Tennessee (comunicación epistolar) "existe el mismo trastorno en Estados Unidos en la mayor parte de los animales cuando son trasladados a largas distancias o a un ambiente distinto. Generalmente se recobran dentro del año de observación recuperándose más pronto los animales más jóvenes. El traslado hecho durante el invierno es mucho más favorable. En lo que se refiere al epitelio germinal, se encuentra una interrupción temporal de la espermatogenesis típicamente análoga a lo que ocurre en los carneros durante las estaciones prolongadas de calor excesivo. Este problema necesita más investigación". Por nuestra parte conocemos el hecho de que las vicuñas durante el período de confinamiento y domesticidad no se reproducen.

Es evidente que la infertilidad producida en los carneros durante el viaje a vapor debe ser ocasionada por las causas generales que hemos señalado anteriormente, a las que se refieren las comunicaciones de tres eminentes hombres de ciencia americanos. A ellos se debe sumar la acción del calor tropical y el confinamiento marcado en un espacio reducido.

Anotemos que el oestro de las ovejas no sufrió alteración ninguna en los tres meses de observación.

Aparte del establecimiento del hecho científico, la conclusión interesante que se desprende inmediatamente, es la certeza adquirida del trauma que sobre el epitelio germinal se ocasiona por el viaje en mar durante la estación calurosa. Si se piensa que anualmente se importa un número crecido de animales, se apreciará luego el daño económico que esto puede significar, sobre todo si inmediatamente son enviados al altiplano, donde la anoxia produce también sobre la fertilidad el mismo efecto depresivo. Evidentemente se hace indispensable establecer medidas que reduzcan al mínimum este traumatismo climático y que podrían ser: viaje durante el invierno después de la esquila, la sujeción de los escrotos con suspensores en red para evitar la acción de la contusión y del calor, evitar el confinamiento en espacios reducidos.

CONCLUSIONES

- 1.—Hemos estudiado la acción que el viaje de mar durante la estación calurosa produce en la espermatogenesis del carnero.
- 2.—Hemos encontrado fascas de azoospermia seguidas de otras

reversibles durante las cuales el semen recuperó su normalidad.

- 3.—Motilidad reducida a 0, concentración que llega a la azoospermia, y pH desviado a 8, acusan un semen estéril producido por la noxa. En una fase reversible estos tres elementos progresivamente tienden hacia la normalidad. La aparición de formas jóvenes y degenerativas ilustra la marcha del proceso de recuperación.
- 4.—Se sugiere algunas medidas que podrían ensayarse para evitar el daño al epitelio germinal.
- 5.—Desde el punto de vista económico estos hechos tienen una gran importancia.

BIBLIOGRAFIA

- (1) *Hueper W. C.*—Testes and occupation.— The Urological and Cutaneous Review.— Vol. XLVI N^o. 3, 1942.— 1a. *Van Liere E. J.*— Anoxia, its effect on the body. —The University of Chicago Press. Illinois, 1942.
- (2) *Monge C.*—Política Sanitaria Indiana y Colonial en el Tahuantinsuyo. — An. Fac. Med. Lima 17:233, 1935.
- (3) *Monge C., Mori-Chávez P.*—Fisiología de la Reproducción en la altura.— Id. id. 25:19, 1942.
- (4) *Monge C., Encinas E., Cabieses F.* (por publicarse).
- (5) *Sunstrom E. S. y Michaels S.*—The adrenal cortex in adaptation to altitude. University of California Press, Berkeley y Los Angeles 1942.
- (6) *Mason K. E.*—Differences in testes injury and repair after vitamine A and E deficiency and inanition Amer S. Anat. 52:153 (March). 1933.
- (7) *Mattill H. B.*—Vitamine E. Journ. Amer. Asoc. 110: 1831, 1938.
- (8) *Monge C., San Martín M.*—a) Nota sobre azoospermia de carneros llegados a la altura. An. Fac. Med. Lima 25:58, 1942. b) Sobre la Fisiología de la Reproducción en el altiplano. Anl., III^o Convención Agronómica Regional. Pág. 158. Imp. Americana, Lima, 1944.
- (9) *Monge C., San Martín M., Atkins J., Castañón J.*—Aclimatación del ganado ovino en las grandes alturas, II Fertilidad e infertilidad reversible durante la fase adaptiva (véase este mismo número).