

TRABAJO DEL INSTITUTO NACIONAL DE BIOLOGIA ANDINA

DIRECTOR: PROF. CARLOS MONGE

ESTUDIOS SOBRE LA FERTILIDAD DEL GANADO LANAR EN LA ALTURA *

POR MAURICIO SAN MARTÍN Y JORGE ATKINS

Antes de iniciar esta charla, queremos agradecer a la Dirección de Agricultura y Ganadería, por permitir que el Ing^o Krostzinsky nos acompañara, por algunas semanas, al principiar estos estudios; a la Universidad de Missouri, que facilitó el viaje del Prof. Mackenzie, quien dió muchas ideas técnicas; a la Junta Nacional de la Lanar por todo el material de laboratorio que nos ha proporcionado y por su valiosa ayuda económica, que ha hecho posible este trabajo; a la Sociedad Ganadera del Centro, por los animales que nos ha facilitado para las experiencias y por sus atenciones en los 8 meses de estadía en la Hacienda Laive y por último, a nuestro jefe el Dr. Carlos Monge, por la confianza demostrada al encargarnos esta tarea.

Un hecho conocido por todos los ganaderos es el bajo porcentaje de natalidad que se obtiene del ganado lanar en nuestras serranías. El Dr. Monge, en una conferencia, insistió sobre esta falla y recordó que la infertilidad se presenta también en la raza humana, citando crónicas de la Colonia, en que se dice, que los españoles en Potosí se demoraron 53 años para tener descendencia.

Recientemente, ya en el terreno experimental, el Dr. Monge en colaboración con el Dr. Mori Chávez, han demostrado

* Trabajo leído en el Homenaje de la Academia de Medicina y las Sociedades Médicas del país al Dr. Carlos Monge M. con motivo de habersele conferido grado de Doctor **Honoris Causa** en la Universidad de Chicago, el 16 de diciembre de 1941.

que en ciertas condiciones, los animales de laboratorio, sobre todo, en el conejo y el gato cuando son trasladados a alturas como la de Morococha (4,650 m.) se producen lesiones testiculares que los llevan a una azoospermia completa.

Con estos antecedentes y trabajos experimentales, el Dr. Monge inició el estudio de la fertilidad del ganado lanar, trabajo que continuamos bajo su dirección. Los resultados obtenidos en el campo experimental son de gran repercusión para la economía nacional.

El semen del carnero.

Empleando la vagina artificial, iniciamos nuestras investigaciones con el estudio del macho, ya que éste es mucho más sencillo, pues se cuenta con el sémen, líquido, que muestra cualquier alteración que se produce a nivel de los testículos.

Su estudio lo podemos dividir en dos grandes capítulos :

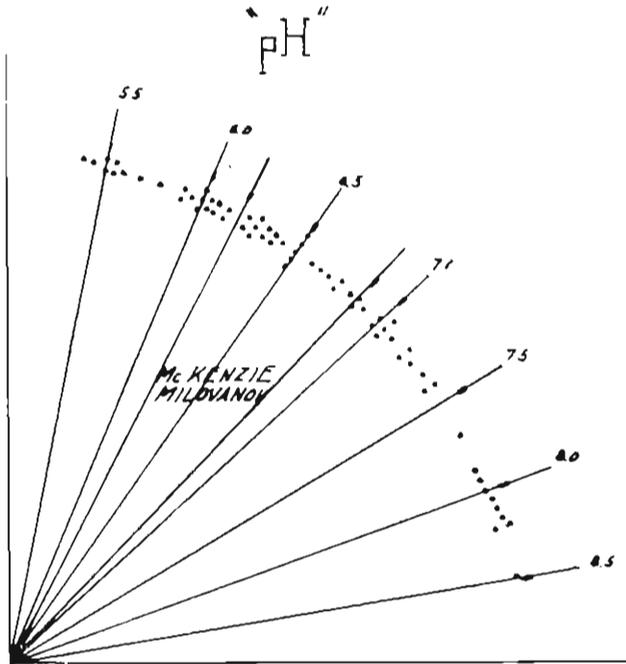
1. Estudio estático, es decir, los caracteres físicos, físico-químicos y microscópicos, pero en un momento dado.
2. Estudio dinámico, o sea la motilidad y vitalidad del sémen fuera del organismo animal.

Haremos en forma esquemática, pero lo más completa posible, una exposición sobre lo encontrado al estudiar el sémen del ganado lanar en la altura, entendiéndolo por ganado lanar, carneros importados e hijos de éstos.

Caracteres físicos.

Un sémen óptimo en estos caracteres es de un color cremoso, denso y sin grumos. Al rededor de este término medio se presentan grandes variaciones, pero dos de ellas las hemos observado con gran frecuencia y son :

1. Sémen flúido, que se asocia a una disminución notable en el número de espermatozoides.
2. Sémen grumoso, generalmente acompañado de leucocitos, células epiteliales y hematíes, que algunas veces llegan a tener proporciones tan grandes que sobrepasan el número de espermatozoides.



Caracteres fisico-químicos.

El carácter más importante de este grupo es el pH. Como se puede apreciar en la gráfica, hemos obtenido variaciones desde 5.4 hasta 8.5, pero se nota que hay una mayor frecuencia a mantenerlo ácido. Es interesante hacer resaltar, que los sémenes que presentan un pH de 7.9 o más y lo mismo los que varían entre 5.4 a 5.7, tienen motilidad disminuida, llegando en algunos casos, hasta carecerla completamente.

Al estudiar el sémen contenido en los conductos deferentes y epidídimos de los animales sacrificados en el camal de Huancayo, hemos encontrado que a este nivel del tracto genital, los espermatozoides carecen de movimiento y que el sémen es siempre ácido, llegando a tener un pH de 4.8 y 4.9. Ahora bien, en las pocas determinaciones del pH en las secreciones sexuales accesorias, lo hemos visto que varía entre 8.0 y 8.8, por lo que es lógico pensar, que es la mezcla del sémen ácido inactivo de los conductos deferentes, con las secreciones sexuales accesorias, la que despierta o estimula la actividad espermática y cuando esta mezcla no se realiza en proporció-

nes adecuadas, es decir sémenes muy ácidos o alcalinos, como lo vemos en la gráfica, la motilidad del espermatozoides es muy baja o nula. Experimentalmente, trabajando con sémenes ácidos inactivos y soluciones alcalinas, hemos podido comprobar, que cuando la proporción de la solución es tal, que el pH tiende a mantenerse ligeramente ácido, se produce un efecto estimulante y cuando se pasa a la alcalinidad, se va perdiendo esta acción, pudiendo llegar, hasta la inmovilización del espermatozoide.

Se sabe que el pH juega un papel importante en la biología del espermatozoide. Los resultados obtenidos, nos dicen que las variaciones encontradas son tan amplias — 5.4 a 8.5 —, que parece fallar el mecanismo regulador, que tiende a mantenerlo dentro de límites apropiados.

Efectivamente, en la gráfica se puede apreciar las cifras de otros autores, para el nivel del mar o alturas muy pequeñas :

McKenzie 6.2 a 6.8 Milovanov 6.2 a 6.5.

Caracteres microscópicos.

Entre ellos, podemos agrupar :

1.— Número de espermatozoides.

Las cifras que como contenido normal, dan la mayoría de los autores son las siguientes :

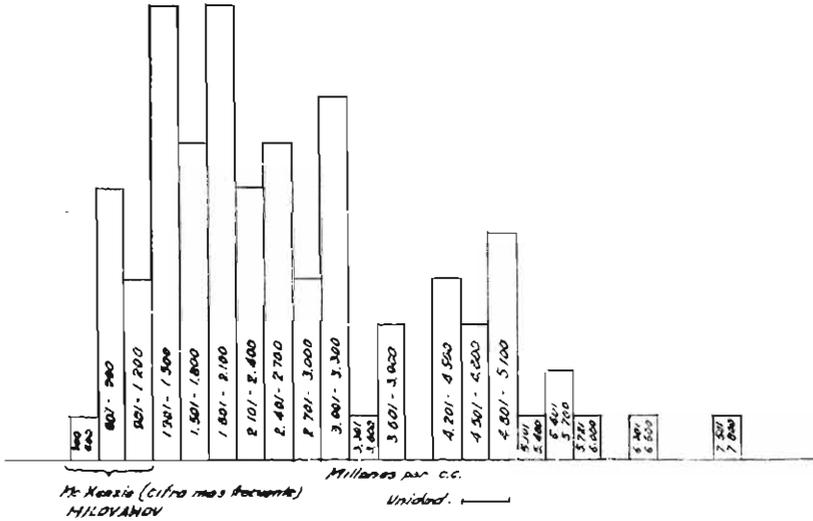
McKenzie : 1.000 millones por c.c. (cifra más frecuente).
Milovanov : 100 a 400 millones por c.c.

En la gráfica, se puede observar que hemos encontrado variaciones entre 350 a 7.520 millones por c.c., con mayor frecuencia de 1.200 a 3.300 y en general, se puede decir, que hay una tendencia a mantener el número de espermatozoides elevado.

2.— Morfología y formas patológicas.

En el espermatozoide se distingue tres partes : cabeza, segmento intermedio y cola.

Nº ESPERMATOZOIDES



Las malformaciones se pueden presentar en cualquiera de los tres segmentos y nuestro estudio permite ver con suma frecuencia, las lesiones de la cola, en forma de incurvaciones, lo cual hace que la actividad espermática solo se manifieste en movimientos circulares, más o menos amplios según el grado de la incurvación. En la cabeza hemos encontrado porcentajes de 2% en forma de macro, micro y cabezas rugosas. En el segmento intermedio, nada significativo.

En el total de sémenes examinados, un 18% presentan en diversos grados estas malformaciones, lo cual disminuye su poder fecundante. Al nivel del mar o alturas pequeñas, el Prof. McKenzie da como cifras maximas el 15%.

Algunos sémenes presentan espermatozoides de forma normal, pero en el segmento intermedio o en la cola, acusan un corpúsculo refringente, llamado "gota citoplasmática", signo de inmadurez del espermatozoide. Experimentalmente entre los 10 a 15 días de eyaculaciones diarias, dichas formas han llegado, en algunos casos, a porcentajes de 90 a 100%. Al nivel del mar, nunca han conseguido estas formas en tan corto período de tiempo y menos aún, cuando se emplea número reducido de eyaculaciones, como lo hemos hecho nosotros. Estos resultados hacen pensar que en la altura el fun-

cionamiento testicular está al máximun y cuando se le exige un mayor trabajo, se le puede llevar al agotamiento, caso que hemos observado en un carnero que a los 17 días de una eyaculación diaria, dió un sémen sin espermatozoides.

3.—Otros elementos celulares del semen.

Fuera del espermatozoide, en un sémen normal se puede encontrar células epiteliales y leucocitos, pero en proporciones pequeñas, 3 o 4 por campo microscópico. En nuestros exámenes hemos encontrado un 58% en que la cantidad de estos elementos adquiere proporciones enormes, llegando en algunos casos a sobrepasar el número de espermatozoides.

Hasta hoy, no se ha podido determinar la etiología de estos elementos celulares, pero sí, hemos observado que no tienen su origen en los testículos. En los exámenes del sémen contenido en los tubos seminíferos, epidídimo y conductos deferentes, no se les encuentra y cuando se emplea la eyaculación eléctrica, solo aparecen en los estímulos bajos, es decir, al excitar los centros medulares de las glándulas sexuales accesorios.

Estudio dinámico del semen.

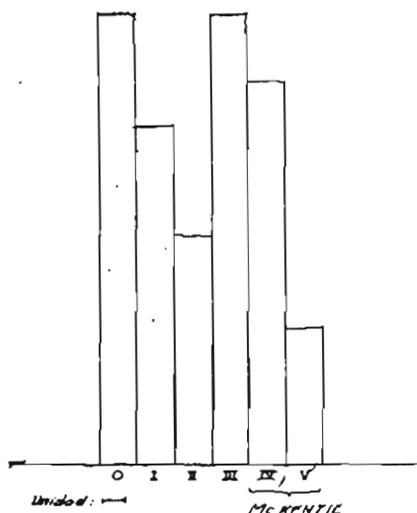
Hasta este momento sólo nos hemos ocupado del semen desde el punto de vista estático, pero también es importante su estudio dinámico o sea : la motilidad y vitalidad.

Motilidad.

Al hablar de la actividad espermática, conviene hacer resaltar que esta se puede presentar en diversos tipos de movimiento : progresivo delantero, vibratorio y circular, pero de todos ellos, solo el progresivo delantero representa la actividad espermática normal, pues es el único que permite al espermatozoide el ir en busca del óvulo para fecundarlo. Los otros : vibratorio y circular, son actividades patológicas y al estudiar la motilidad de un sémen deben considerarse como actividad nula.

Ya hemos visto la gran influencia del pH sobre la motilidad, pero además de esta acción, hemos podido constatar

MOTILIDAD



que está influenciada por la cantidad de espermatozoides patológicos, células epiteliales y leucocitos, es decir, que cuando aumentan éstos, la motilidad disminuye. En nuestros exámenes hemos encontrado un 29% de baja actividad por esta causa.

La motilidad se expresa por una escala que va del 0 al 5, correspondiendo el 5 a motilidades de 100%. En la gráfica pueden apreciar, que en la altura se obtiene con mayor frecuencia, motilidades del 0 al 4. Al nivel del mar, McKenzie la encuentra del 4 al 5.

Vitalidad.

Al entrar a revisar esta parte del estudio del sémen, debemos ocuparnos de los dilutores, o sea, soluciones isotónicas al espermatozoide, que llevan sustancias que éste empleará en su metabolismo y por lo tanto, prolongarán su vitalidad. Además, al aumentar su volumen, permiten un mayor rendimiento comercial del sémen.

Ahora bien, en nuestros ensayos de conservación con sémen puro, sólo se ha mantenido la vitalidad hasta un máximo de 4 días y al emplear un dilutor a base de tartrato de sodio y potasio, con glucosa, nos encontramos con la sorpresa, que este es nocivo, ejerciendo una acción letal sobre el esper-

matozoide, acción a base de fenómenos degenerativos. Variamos su composición química y encontramos que, a 4.000 metros de altura, hay que disminuir ligeramente su contenido en sales y aumentar la glucosa, obteniendo así, vitalidad hasta los 11 días.

Hemos conservado a bajas temperaturas, epidídimo y conductos deferentes, obtenidos después de 6 horas de sacrificado el animal y la vitalidad duró 13 días.

Sémenes con el dilutor de Phillips y yema de huevo, los hemos movilizado a Lima, desde una altura de 4.000 metros y conseguimos superviviencias de 9 días.

Como Uds. pueden apreciar, se han conseguido, en este aspecto algunos resultados efectivos, pero hasta hoy solo estamos en el inicio de una investigación y a medida que se vaya neutralizando la acción nociva del dilutor sobre el espermatozoide, acción que se observa en la altura, iremos ganando terreno en la técnica de la conservación del sémen, punto básico, cuando se quiere emplear la inseminación artificial con fines industriales.

En resumen, comparando los caracteres del sémen en la altura y al nivel del mar, tenemos :

SEMEN		
CARACTERES	NIVEL DEL MAR	ALTURA
PH	6.2 A 6.6	5.4 A 8.5
NUMERO CIFRA MAS FRECUENTE	1.000 MILLONES POR C.C.	1.200 A 3.300 MILLONES POR C.C.
FORMAS PATOLOGICAS	15 %	18 %
FORMAS JOVENES	APARICION TARDIA	APARICION PRECOZ
C. EPITELIALES Y LEUCOCITOS	3-4 POR CAMPO 0% CON MAS CANTIDAD	58% CON UN MINIMUN DE 100 POR CAMPO
MOTILIDAD ESCALA DEL 0 AL 5	MAS FRECUENTE ENTRE 4 Y 5	MAS FRECUENTE ENTRE 0 Y 4
VITALIDAD SEMEN PURO	DE 5 A 10 DIAS	MAXIMUN 4 DIAS

La borrega.

En lo que respecta a la hembra, el problema se torna más difícil, pues sus órganos genitales, son órganos internos y no se cuenta con una secreción como el sémen, en el cual se presentan cambios según los estímulos que actúan sobre el órgano generador.

Entonces, hemos recurrido al método experimental, trabajando con 100 borregas "vacías" del empadre de 1940, es decir, borregas que habían estado en contacto con machos, en períodos de tiempo bastante largos y no habían salido fecundadas. Conseguimos establecer, que presentan épocas de celo, como el resto de borregas que podríamos llamar normales, lo que, evidentemente nos daba un indicio de sus posibilidades de fecundación.

Por el examen genital (aspecto del cuello uterino), las pudimos agrupar en la forma siguiente :

- 1.— 27 borregas multíparas.
- 2.— 47 borregas nulíparas.
- 3.— 26 borregas con lesiones anatómicas del aparato genital, que no permitían individualizar el cuello.

Como la edad de estos animales era de 3 a 5 años, es interesante hacer resaltar, que por lo menos las habían empadrado 2 veces y a pesar de ello, las borregas del 2º grupo ofrecían el cuello uterino, como el de un animal impúber.

En el examen se encontró porcentajes enormes de infecciones vaginales :

Borregas multíparas . . .	77%
Borregas nulíparas . . .	76%

Estas infecciones se manifestaban desde simple congestión, hasta lesiones de erosión, radicadas principalmente a nivel del cuello uterino.

Además, fuera de estos procesos infecciosos se acusaban desviaciones del cuello, en forma tal, que su orificio externo quedaba tapado por la mucosa vaginal, convirtiendo al útero

en una cavidad cerrada. El porcentaje de estas alteraciones fue :

Borregas múltiparas	18%
Borregas nulíparas	39%

Inseminación artificial.

Con las borregas del 1º y 2º grupo y que desde ahora podemos llamar de infertilidad relativa, hemos ensayado la inseminación artificial. Eso sí, en vista del alto porcentaje de infecciones, tomamos la precaución de probar la permeabilidad del tracto genital, inyectando aire a presión por el cuello uterino y por auscultación abdominal se constataba su pasaje a la cavidad peritoneal.

Selección de carneros y método de inseminación.

Empleando la eyaculación eléctrica, hemos estudiado el sémen de 15 carneros y de ellos, seleccionamos 4 porque sus caracteres eran óptimos.

La inseminación la efectuamos con sémen sin diluir, con un máximun de 10 minutos después de recolectado, con el método vaginal. La inyección se hizo por el orificio externo del cuello uterino.

Resultados.

59 borregas inseminadas.
51 borregas logradas.
Porcentaje de natalidad : 86.4%.

Por estos resultados, podemos afirmar que no existe una repercusión de la altura sobre la fertilidad de la hembra, quizá porque siendo sus órganos genitales internos, no sufren la acción del ambiente en forma tan intensa como lo hemos visto al ocuparnos del macho.

CORDEROS NACIDOS POR INSEMINACIÓN ARTIFICIAL



Conclusiones.

Por nuestros resultados podemos decir:

- 1.—El sémen de los carneros importados y el de los hijos de éstos, nacidos en la altura, presentan diferencias notables comparados con los caracteres que se obtienen al nivel del mar.

Variaciones más amplias del pH.

Mayor número de espermatozoides.

Aparición precoz de formas jóvenes.

Porcentaje elevado de leucocitos y células epiteliales.

Motilidad y vitalidad disminuídas.

- 2.—El sémen en la altura tiene, por consiguiente, un menor poder fecundante, comparado con el que se obtiene al nivel del mar.
- 3.—El 26% de los animales observados, presentan un sémen con caracteres biológicos óptimos.
- 4.—En 59 borregas vacías inseminadas, con el sémen standard de la altura se ha obtenido 86.4% de natalidad.
- 5.—Los porcentajes bajos de natalidad, sin tener en cuenta la infertilidad de origen infeccioso, solo se puede relacionar con la disminución del poder fecundante del sémen.

Nota del Director, Prof. Carlos Monge. Creemos que las ovejas procedentes del nivel del mar acusan también, en la Sierra, infertilidad equiparable a la de los carneros.

SUMMARY

The author studies the semen of the rams, in its known characteristics, and states the differences found at 4500 mts. of altitude. The very well known fact of reduced birth rate (50 to 60 % versus 100 % at sea level), is due to several factors : The deviations of pH are greater than at sea level. The number of spermatozoids is rather high, but there are young forms frequently seen, with a decrease of their mobility, as well as the presence of white blood cells, epithelial cells, etc. In fact, he founds only 26 % of 58 supposedly normal rams, which could be considered suited for reproduction.

By means of artificial insemination, and using selected males, he obtained 86,4 % of fertility, the result being very impressive as the ewes served were those so called "machorras" (infertiles).

This paper proves, therefore, that the reduced birth rate of sheep at high altitude, is due to a diminishing ability of fecundation in the semen. The author gives suggestions for increasing fertility in high altitude rams.

From the scientific as well as from industrial point of view, the results are very encouraging.

RÉSUMÉ

L'auteur étudie le sperme des béliers, dans ses caractéristiques connues, et établit les différences observées à 4500 mètres d'altitude. Le fait bien établi de la diminution dans la proportion de naissance (50 à 60 % versus 100 % à niveau de la mer) est dû à plusieurs facteurs : les déviations de pH sont plus grandes que celles au niveau de la mer. Le nombre de spermatozoïdes est plutôt élevé, mais il y a des formes jeunes fréquemment observées, avec une diminution dans leur mobilité, ainsi que la présence des corpuscles blancs de sang, cellules éphiteliales, etc. Enfin il trouve seulement 26 % de 58 béliers qu'on suppose normaux, et qu'on pourrait considérer aptes pour la reproduction.

Par la méthode de l'insemination artificielle en utilisant des males sélectionnés, il obtint 86,4 % de fertilité, étant le résultat très frappant puisque les brebis utilisées étaient des "machorras" (supposées stériles).

Ceci prouve alors, que la diminution dans la de fertilité des moutons dans l'altitude est due à des alterations du liquide spermatique. L'auteur fait des suggestions pour l'augmentation de la fertilité des béliers dans l'altitude.

Au point de vue scientifique et industriel les résultats seraient encourageants.