

## TRABAJO DEL INSTITUTO DE BIOLOGIA ANDINA

DIRECTOR: *Prof. CARLOS MONGE M.*

### ACLIMATACION DEL GANADO OVINO EN LAS GRANDES ALTURAS

FERTILIDAD E INFERTILIDAD REVERSIBLE DURANTE LA FASE  
ADAPTATIVA

por

*Carlos Monge M., Mauricio San Martín, Jorge Atkins y  
José Castañón.*

Hasta el año de 1940, la opinión predominante respecto de la disminución de la natalidad del ganado ovino en el altiplano comparada con la que se obtiene a nivel del mar, se basaba en la creencia de la existencia de ovejas "machorras" incapaces de reproducirse. A pesar de esto, los ganaderos empleaban 5 o 7 machos por 100 ovejas aclimatadas, de larga residencia, con sangre procedente de los carneros merinos traídos durante la Colonia; mientras que, a nivel del mar, nunca excedió este porcentaje de 2 o 3. Con todo era extraordinariamente difícil obtener, con animales importados, un coeficiente de reproduc-

---

#### NOTA DEL DIRECTOR

*Este informe es un resumen de trabajos que sobre fertilidad de los ovinos en las grandes alturas fué planeado por Carlos Monge y sus colaboradores, Dr. M. San Martín, y Dr. J. Atkins del Instituto de Biología y Patología Andina y el Ing<sup>o</sup>. J. Castañón, de la Junta Nacional de la Industria Lanar. Fué posible por la ayuda económica de la Fundación Rockefeller que concedió un donativo para el fomento de esta investigación, de la Junta Nacional de la Industria Lanar que ha acordado una subvención anual al Instituto y por la colaboración generosa de los propietarios de la Sociedad Ganadera del Centro que nos proporcionaron los animales para la inseminación en una vasta experiencia de campo. La ayuda proporcionada por los ingenieros agrónomos Srs. R. Alvarez Calderón, G. Vega, R. Fernández y A. Chaparro ha sido eficientísima y de gran valor para que la observación pudiera continuar todo el tiempo requerido.*

*Agradecemos a las Instituciones y a los señores Ingenieros Agrónomos la colaboración generosa con la que fomentaron nuestras elevadas ideas de Investigación.*

*Prof. CARLOS MONGE  
Decano de la Facultad de Medicina,  
Director del Instituto de Biología y Patología Andina.*

ción superior a 30% o 40%, particularmente el primer año de aclimatación, durante el cual el porcentaje de fertilidad caía a menos de 20% con el consiguiente perjuicio económico.

Ahora bien, los trabajos del Instituto de Biología Andina habían demostrado que la hipoxia del altiplano ejercía una acción electiva sobre el epitelio germinal de los testículos, que podía llegar a la producción de la azoospermia (conejos, gatos) (1). Se observó también que era factible la recuperación de las gonadas, en ciertos casos. De otro lado referencias históricas de la época Colonial (siglo XVII) señalaban que dicha infertilidad había sido común al hombre y a los animales, (2). Era pues de colegir en relación con los carneros, que la anoxia de las "punas" podía actuar también sobre la actividad germinal de los tubos seminíferos y que, por lo tanto, debía encontrarse allí la razón de ser del bajo coeficiente de reproducción. La disminución de la natalidad se deducía del resultado estadístico de hembras acopladas con machos infértiles en cierta proporción.

Con esta hipótesis de trabajo el Instituto planeó una serie de experiencias que, en un principio, adolecían de una sistemática poco rigurosa a causa de las dificultades inherentes al trabajo en las "punas" y a la falta de medios y recursos adecuados. Sin embargo, los resultados fueron alentadores. En 1940 con el consejo del Profesor Fred McKenzie, de la Universidad de Utah, se llevó a cabo un "survey" biológico del semen de carneros en "Acopalca" (4000 mt. de altura). Se pudo demostrar (M. San Martín y J. Atkins) que, en un alto porcentaje de animales seleccionados por los ganaderos, el semen era inaparente para la fecundación, sobre todo por acusar marcadas desviaciones del pH (3).

En 1942 (Monge y San Martín) encontraron azoospermia en dos carneros llevados a Huancayo, uno de los cuales se recuperó en su totalidad (4), y sirvió más tarde para hacer con éxito experiencias de inseminación artificial. De otro lado, San Martín llevó a cabo una experiencia de valor definitivo para el enjuiciamiento del problema de la infertilidad en la altura. Habiendo inseminado un lote de ovejás "machorras" con semen de carneros seleccionados biológicamente, obtuvo 86.4% de parición. Esto significaba un argumento decisivo sobre la fertilidad de las hembras aclimatadas y robustecía la tesis de la infertilidad de los machos importados.

En 1942-1943 se obtuvo, por métodos de inseminación artificial, para controlar debidamente la exactitud del método biológico de selección de carneros, 61% de parición, haciendo dos inseminaciones

(San Martín, Atkins, Castañón). Estas mismas investigaciones en 1943, en una experiencia en mayor escala de aplicación industrial, permitieron obtener un porcentaje de parición de 39% con inseminación conducida durante un solo oestro. Agreguemos que, desde un punto de vista económico, este resultado puede considerarse de significativo valor y utilidad (5).

Hasta ese momento el Instituto estaba obligado a trabajar con dificultades, puesto que los animales eran únicamente prestados por los ganaderos. En 1944, gracias al apoyo de la Fundación Rockefeller y a un aumento de nuestro presupuesto gubernativo, fué posible estudiar en ovinos propios, la acción nociva de la anoxia crónica del altiplano sobre la fisiología de la reproducción. Nuestra investigación se condujo entonces dentro de una sistemática científica rigurosa. Planteado el problema, toda la labor fué conducida por el Dr. M. San Martín.

En la presente comunicación solo hemos de referirnos a los hechos más importantes, que expondremos sumariamente. La investigación comprende varios aspectos que podríamos resumir en esta forma:

- a) El estudio biológico del semen de los carneros.
- b) Los cambios producidos durante el período de agresión hipóxica sobre la espermatogénesis y la recuperación por reversibilidad del proceso.
- c) Los resultados de la fecundación obtenida por el método de inseminación artificial, como un test que demuestra la exactitud de la tarea de selección biológica y que permite comparar los coeficientes de fecundidad en ovejas aclimatadas, cruzadas con carneros aclimatados de largo tiempo y con otros de inmediata aclimatación.

En una síntesis breve se puede afirmar que el objeto fundamental de esta investigación es estudiar el proceso de aclimatación individual (durante una vida) y racial (de especie) como un modo de llegar a establecer índices biológicos, conclusiones científicas y al mismo tiempo sugerir y ensayar aplicaciones prácticas para el fomento de la ganadería en el altiplano, lo que significa una contribución al problema de la alimentación y del progreso industrial en los altiplanos sudamericanos.

En otro trabajo demostramos (San Martín, Monge) las perturbaciones que sobre la espermatogénesis del testículo del carnero, ocasionó el traumatismo de un viaje a vapor, en el que se sumaban como agentes nocivos, el viaje en el mar, el trauma físico, el cambio de ambiente y en fin, la temperatura tropical que los animales hubieron de soportar

al viajar durante 28 días de Magallanes zona de clima frío al Callao (6). Recordemos que dichos animales llegaron a la azoospermia y que la recuperación tuvo lugar durante un período de dos meses. Nos limitaremos a una breve exposición.

#### CARNEROS.—

Con fecha 13 de abril de 1945 llegaron al Callao procedentes de Magallanes, después de un viaje a vapor de 20 días, un grupo de ovinos cuyo detalle es el siguiente:

40 ovejas Corriedale (puros por cruce)

10 ovejas Romney (puros por cruce)

2 carneros Corriedale (pura sangre)

2 carneros Romney (pura sangre).

Fueron conducidos a una pequeña chacra a nivel del mar (Chacra Alta), cerca del Callao y estuvieron en reposo durante 20 días. Inmediatamente después se comenzó la investigación.

1.—Aparición normal del oestro durante los 90 días que duró la observación.

2.—Los carneros fueron encontrados con azoospermia durante el primer mes. La eyaculación consistió en un líquido claro, casi sin espermatozoides. La fertilidad del semen se recuperó dentro de 40 a 70 días después de su llegada al Callao.

El resultado del último examen del semen verificado a nivel del mar es el siguiente:

		<i>pH</i>	<i>Número de espermatozoides</i>	<i>Motilidad</i>
Carnero	2—L— 25	7	1,000 millones	5
Carnero	1—B—119	7.5	900 millones	5
Carnero	1—B—155	7.4	600 millones	2
Carnero	211—K— 2	7	1,400 millones	5

Obsérvese que este último aparece como el mejor recuperado, pero recordemos que la concentración sobrevino bruscamente.

En esas condiciones los animales fueron trasladados a Huancayo (3200 mt. altitud), habiendo esperado únicamente 30 días más por la necesidad de alcanzar una época aparente para la reproducción en la altitud. El transporte se hizo en dos camiones y se viajó de noche con el objeto de evitar la posible acción traumatizante del calor del día.

En Huancayo la diaria observación de los animales permitió señalar los hechos siguientes:

1.—Durante 20 días los animales permanecieron en una marcada frigidez. Hay que advertir que los carneros estaban familiarizados con la vagina artificial. No podría decirse que hubo falta de libido pues intentaban la cópula, pero se fatigaban enormemente cuando trataban de “servir” a las ovejas, entrando en una disnea marcadísima que los hacía detener.

2.—En un período aproximadamente de 5 meses, la aclimatación sobrevino en diferentes formas como aparece en los cuadros siguientes donde resumimos las observaciones anotadas:

#### CARNERO 2—L—25

	<i>Fecha</i>	<i>pH</i>	<i>Nº esp. por c.c.</i>	<i>Motilidad</i>
Lima	Junio	7	600 millones	5
Huancayo	20 Agosto	7.2	900    “	5
“	27    “	7.0	1,050   “	5

#### CARNERO 2--L—25

	<i>Fecha</i>	<i>pH</i>	<i>Nº esp. por c.c.</i>	<i>Motilidad</i>
Huancayo	5 Setiembre	6.6	2,370 millones	5
“	11    “	6.7	2,800   “	5
“	15    “	6.65	2,500   “	5
“	25    “	6.7	2,730   “	5

Se puede ver que el Carnero 2—L—25 adquiere una inmediata aclimatación pues el número de espermatozoos aumenta progresivamente hasta llegar a 2.7 millones por centímetro cúbico, cifra alta a nivel del mar.

#### CARNERO 1.—B—119

	<i>Fecha</i>	<i>pH</i>	<i>Nº esp. por c.c.</i>	<i>Motilidad</i>
Lima	Junio	7.5	900 millones	5
Huancayo	20 Agosto	6.9	2,830   “	5
“	27    “	6.85	2,880   “	5

„	5	Setiembre	6.8	2,800	„	5
„	11	„	6.8	3,200	„	5
„	15	„	6.9	2,980	„	5
„	25	„	6.85	2,940	„	5

Como en el carnero anterior la aclimatación sobrevino tan pronto como el animal ha llegado a la altitud. El número de espermatozoos alcanza igualmente cifras más elevadas que las del nivel del mar.

#### CARNERO 1—B—155

	<i>Fecha</i>	<i>pH</i>	<i>Nº esp. por c.c.</i>	<i>Motilidad</i>
Lima	Junio	7.4	600 millones	2
Huancayo	20 Agosto	7.4	700 „	2
„	27 „	7.3	780 „	2
„	5 Setiembre	7.4	300 „	0
„	11 „	7.5	120 „	0
„	15 „	7.7	575 mil	0
„	25 „	7.55	150 „	0
„	2 Octubre	7.45	237 „	0
„	15 „	7.5	187 „	0
„	15 Noviembre	7.4	370 „	0
„	15 Diciembre	6.7	1,980 millones	5

Todo hace suponer que este carnero no se recobró totalmente de la agresión climática ocasionada por el viaje marítimo o, por lo menos, viajó a la altura cuando aún los mecanismos adaptativos no estaban totalmente reajustados. Se observa que hubo un aumento discreto en el primer examen, para luego entrar la concentración en una curva descendente. No ha llegado a la azoospermia pero el número de espermatozoos, cayó a 150 millones. La recuperación ocurrió únicamente tres meses más tarde. Paralelamente al aumento de espermatozoos, el pH se desvió hacia la acidez, de 7.4 a 6.7; la motilidad de 2 al comienzo bajó a 0 y así se mantuvo por dos meses para bruscamente subir a 5 casi con la normalización del equilibrio ácido-básico y de la concentración.

## CARNERO 211—K—2

	<i>Fecha</i>	<i>pH</i>	<i>Nº esp. por c.c.</i>	<i>Motilidad</i>
Lima	Junio	7	1,400 millones	

Este carnero presentó en la altura, tan marcada ausencia de libido que fué imposible tomar alguna muestra de semen. (Actualmente al escribir este informe el carnero se ha recuperado). Nótese que fué el carnero mejor recuperado a nivel del Mar; pero en el cual la concentración bruscamente se normalizó en 8 días.

San Martín tuvo además oportunidad de estudiar otros 20 carneros traídos de Magallanes junto con los anteriores. Dichos animales fueron llevados directamente en camión a Huancayo apenas llegados al Callao. El examen biológico del semen dió el resultado siguiente:

- 15 % Azoospermia
- 20 % Concentración por debajo de la normal
- 30 % Ausencia de libido
- 35 % Concentración normal de espermatozoos.

## OVEJAS.—

La observación de 35 ovejas transportadas a Huancayo después de haber sido cruzadas a nivel del mar con los carneros recuperados del trauma climático del viaje, (monta a mano) dos o tres veces durante un período oestral, permitió anotar un coeficiente de 22% de parición, sin incluir en él, un caso de aborto sobrevenido pocos días después de su llegada al altiplano.

Es muy importante dejar establecido que aquellas ovejas que en el Callao mostraron un oestro normal, una vez en Huancayo, no volvieron a presentar durante ocho meses que duró la observación. (San Martín).

## INSEMINACION ARTIFICIAL

Para reafirmar los hechos establecidos por el Instituto, se recurrió al método de inseminación artificial. Además nos encontrábamos con la primera oportunidad de observar la fertilidad del semen de carneros apenas llegados a la altitud, semen que considerábamos "standard" por nuestras observaciones biológicas anteriores.

El trabajo fué llevado a cabo en las Haciendas "Laive" (3950 mt. altitud); "Acopalca" (3900 mt.) y "Corpacancha" (4000 mt.).

La selección preliminar de los padrillos fué llevada a cabo por el Dr. M. San Martín, El Dr. J. Atkins y el Ing. J. Castañón llevaron a cabo el trabajo de campo de inseminación artificial, así como el control biológico de los carneros seleccionados como reproductores. Es justo concederles todo el crédito del trabajo verificado y de los excelentes resultados obtenidos. A continuación vamos a exponer sumariamente la labor hecha. La información detallada será motivo de publicaciones especiales de San Martín, Atkins y Castañón en los capítulos que les conciernen (7), continuación de sus trabajos anteriores.

## MATERIAL Y METODOS

Selección de las ovejas, oestrus. Se usó carneros "calentones" provistos de mandiles. El semen se coleccionó por medio de vaginas artificiales. El examen biológico se hizo por el procedimiento conocido (Mc Kenzie). Para la inseminación se utilizó 0.1 c.c. de semen diluido, dentro de una hora después de la recolección. Como dilutor se empleó la mezcla de fosfatos y yemas de huevo. Las veintidós ovejas que mostraron "celo" fueron inseminadas una sola vez. En años anteriores se hizo por lo menos dos inseminaciones. Se usó un laboratorio portátil y fué necesario hacer viajes en automóvil de 2 a 3 horas. Para ir a "Corpacancha" situada a 300 kilómetros de Huancayo hubo necesidad de viajar en ferrocarril y automóvil.

## ANALISIS.—

*HACIENDA "LAIVE"* (3980 mt.). De propiedad de la Sociedad Ganadera del Centro, situada en el Departamento de Junín.

## CARNEROS.—

Después de unos días utilizados en exámenes biológicos se seleccionó 7 carneros Corriedale de 15 ofrecidos para el trabajo como reproductores de primera clase. Las características exigidas para el semen fueron las que se consideran como normales en relación al volumen, pH (semen diluido y no diluido), motilidad y concentración.



<i>Nº</i>	<i>Arete</i>	<i>Año importación</i>	<i>Edad</i>	<i>Tiempo de aclimatación</i>
1	416	1938	7 años	6 años pedigree
3	253	1941	4.5 "	3 "
6	27430	1939	6 "	5 "
7	266	1941	4.5 "	3 "
8	245	1941	4.5 "	3 "
14	239	1941	4.5 "	3 "
2	247	1941	4.5 "	3 "

## OVEJAS.—

El porcentaje de aparición diaria del oestrus se encontró entre 3% a 5%. El porcentaje total fué de 41.1%.

## RESULTADOS.—

Lote inicial .. .. .		4000
Inseminadas .. .. .	1642	
Estrechadas .. .. .	3	
Muertas .. .. .	2	
	1647	
Total celo .. .. .		1647
Sin celo .. .. .		2353
		4000
		4000

*HACIENDA "ACOPALCA" (3900 mt.)*

Se seleccionó 11 reproductores conforme a las especificaciones en la tabla siguiente:

<i>Nº</i>	<i>Arete</i>	<i>Año importación</i>	<i>Edad</i>	<i>Tiempo de aclimatación</i>
1	18.1.33	1943	3 años	1 año pedigree
2	12.1.33	1943	3 "	1 "
3	16.1.33	1943	3 "	1 "
4	4.1.33	1943	3 "	1 "
5	28.1.33	1943	3 "	1 "
6	21.1.33	1943	3 "	1 "
7	9.1.33	1943	3 "	1 "
8	6.1.33	1943	3 "	1 "
9	33.1.33	1943	3 "	1 "
11	2.L.542	1944	2 "	2 meses "
12	2.L.548	1944	2 "	2 "



Nº.	Arete	Año de importación	Nº. dientes	Tiempo aclimatación
3	OB.23	1944	4	1 mes pedigree
4	2.0.8	1944	2	1 " "
6	O.B.53	1944	4	1 " "
7	285.BO.	—	Boca llena	— " "
8	A.O.8	1944	4	1 " "
10	39.	1944	Boca llena	1 " "
13	L.13	1944	4	1 " "
16	49	1944	4	1 " "
18	2.X.69	1944	2	1 " "
23	J.V.25	1944	4	1 " "
27	2.K.10	1944	2	1 " "
28	2.K.2	1944	2	1 " "

### OVEJAS

Se utilizó 1,200 ovejas Corriedale, nacidas en el lugar, puras por cruce, de 2 a 4 años de edad.

### OESTRUS.—

Su porcentaje diario fué de 2'6% a 6'6%. El porcentaje total de 48%.

### RESULTADOS.—

Cifras	
Lote inicial .. . . . . .	1200
Inseminadas .. . . . . .	576
	576
Total celo .. . . . . .	576
Sin celo .. . . . . .	624
	1200
	1200

En la hacienda se conserva el record de la inseminación por cada carnero y oveja, de la que se dará cuenta en otra oportunidad.

Fué el siguiente:

Nº.	3	9 ovejas	Nº.	13	26 ovejas
Nº.	4	16 „	Nº.	16	32 „
Nº.	6	14 „	Nº.	18	94 „
Nº.	7	90 „	Nº.	23	109 „
Nº.	8	16 „	Nº.	27	70 „
Nº.	10	20 „	Nº.	28	80 „

### RESULTADOS GENERALES

Total ovejas . . . . .		9200
Inseminadas . . . . .	4454	
Estrechas . . . . .	15	
Muertas . . . . .	3	
	<hr/>	
	4472	
Total celo . . . . .	4472	
Sin celo . . . . .	4728	
	<hr/>	
	9200	9200

En relación al porcentaje de parición obtenido el resultado se expresa a continuación:

Hacienda "Corpacancha" . . . . .	38.50%
„ "Acopalca" . . . . .	43.17%
„ "Laive" . . . . .	36.52%

Porcentaje medio . . . . . 39.2 %

el cual comparado con los índices de fecundidad obtenidos en años anteriores dá los siguientes resultados:

1942	Hacienda "Pachaclla" . . . . .	66.44%	Dos inseminaciones durante el mismo oestro.
1943	Hacienda "Laive" . . . . .	73.22%	Tres inseminaciones durante dos oestros consecutivos.
1944	Haciendas "Laive" . . . . .		
	„ "Acopalca" . . . . .	39.2 %	Una inseminación.
	„ "Corpacancha" . . . . .		

## DISCUSION

En general puede admitirse que un tercio de los carneros se aclimata inmediatamente de llegado a la altitud como se demuestra por el examen biológico del semen. El "calor" y acto sexual conduce a equivocaciones.

Establezcamos desde ahora que hay que tomar en consideración (Monge) la aclimatación individual, en la que el sujeto se conduce aparentemente como un ser normal, pero no se reproduce; y la aclimatación de raza, en que la especie se perpetúa por mantener su fertilidad. Sobre este particular, el caso de animales sin espermatozoides que conservan su libido, debe hacerse resaltar. De los 4 carneros estudiados directamente en el Instituto, solamente dos 2—L—25 y 1—B—119 se aclimataron inmediatamente y hubieran podido servir para el empadramiento por disponer de un semen biológicamente fértil, de acuerdo con las convenciones establecidas.

Agreguemos sin embargo que la concentración de espermatozoos parece más elevada que la admitida como normal, de acuerdo con las cifras de McKenzie, y que el pH se mantuvo en su extremo límite de alcalinidad 6.7, 6.8, mientras que a nivel de mar el equilibrio ácido-básico se expresa por una concentración de iones hidrógenos más fuerte, 6 a 6.8.

Las cifras medias de San Martín están conformes en cuanto al número, con los datos de la Universidad de Texas (Accame, Monge L.), pero deben ser revisadas, (8).

Con las reservas del caso admitamos la posibilidad teórica de un animal que llegue a la altura y sea capaz de eyacular un semen residual, fértil. La semilla es la mejor protegida contra las agresiones. Accame, Monge, bajo la dirección del Prof. Miller han demostrado en Estados Unidos (8), que las grandes depresiones barométricas equivalentes a 4 y 6 mil metros de altitud, no tienen efecto sobre la vitalidad del semen del carnero. San Martín, como hace notar Accame, obtuvo análogo porcentaje de fecundación con inseminaciones hechas *in situ*, o con semen procedente de una localidad 800 metros más baja. En tal caso el semen puede ser fértil y sin embargo después, por la acción de la anoxia tisular sobre los tubos seminíferos el animal puede entrar en una fase de infertilidad. Este punto debe ser investigado.

De los 20 machos examinados por San Martín, únicamente 35% mostraron concentración normal de espermatozoos. En Corpacancha sólo 12 presentaban características de normalidad sobre 31 examinados

Se puede pues admitir, a título provisional, que un tercio de padrillos adquieren aclimatación inmediata. De nuestros cuatro casos dos fueron inmediatamente fértiles.

Los demás pasaron por una fase adaptativa que corresponde a un proceso morboso, el Mal de Montaña subagudo. Es posible que un examen cuidadoso, de orden funcional, haga ver las características patológicas que constituyen dicha forma de dolencia en los carneros. Nosotros solo investigamos la fisiología de la reproducción. Anotemos con todo que ciertos animales acusarían incapacidad para el acoplamiento debido a la disnea ocasionada por la altura, lo que es el hecho visible aún en los animales fértiles, a raíz de su llegada. Más grave y significativo es el hecho mismo del trastorno electivo de la anoxia sobre las gonadas en su actividad hormonal y germinativa. En el primer caso la eyaculación del semen no se produce por la ausencia de libido. Ya hemos visto que lo contrario puede ocurrir. En el segundo, el animal debe pasar por dos periodos, uno durante el cual el epitelio germinal se destruye y otro de recuperación, como hemos podido ver anteriormente en los conejos (Monge y Mori-Chávez). En general libido y fertilidad corren paralelos. Esta enfermedad adaptativa que a veces solo es visible por la experimentación animal, puede curar. Ya hemos dicho alguna vez que su curación constituye la aclimatación de raza: el animal se reproduce. Durante la fase destructiva el semen muestra marcada variación en su aspecto y composición. La concentración disminuye, puede caer a 0, como señalamos anteriormente o bajar a cifras muy pequeñas; la motilidad cae por debajo de 5 (escala de 0 a 5), el pH va fuertemente hacia la alcalinidad 7'2, 7'5, 7'7; todo lo cual significa que este semen es impropio para la fecundación. Este proceso puede ser reversible y entonces es seguido de otro de recuperación de duración variable. En un caso tomó 4 meses; en otro siete; en un carnero que seguimos estudiando el semen sólo ha vuelto a la normalidad después de 10 meses. La reversibilidad del proceso se pone de manifiesto por la actividad del epitelio germinal, que al madurar, nuevamente se traduce por un semen en el que concentración, motilidad y pH vuelven a sus valores normales primitivos. La aparición de formas jóvenes de espermatozoides es cuestión de la mayor importancia sobre la que insistiremos en otra oportunidad. Que en algunos casos se llegó a la azoospermia, lo señalamos anteriormente. Si la libido en carneros estériles se conserva, el error es de consecuencias para el trabajo industrial en masa; la aclimatación es sólo de individuo.

Otro tanto debe ocurrir con las ovejas, en las que San Martín

ha señalado la falta de oestro durante 8 meses en Huancayo. Agreguemos que a nivel del mar, con los carneros recuperados, fueron fecundadas las ovejas y llevadas a Huancayo, un mes después, se obtuvo el 20% de parición, hecho importantísimo por ser registrado por primera vez. Ignoramos que causa determinó este bajo coeficiente.

En lo que se refiere a los resultados de la inseminación artificial, el porcentaje de fecundación de 39.2%, término medio de 41.17% obtenido en "Acopalca", 39.52% en "Laive" y 38.50% en "Corpacancha", es sumamente demostrativo, porque su constancia demuestra la exactitud de la técnica empleada en diferentes zonas, lo que además ya estaba comprobado por las experiencias realizadas en años anteriores. De otro lado, este resultado es altamente halagador desde el punto de vista de las aplicaciones industriales que sugiere. Evidentemente es indispensable promover el conocimiento de los ganadores de estas experiencias, en servicio de sus intereses económicos. Nuestro objetivo es científico, pero debe mirar también la realidad peruana que con la aplicación de un criterio tecnológico, ha de beneficiarse. Es un objetivo universitario en un país de hechos biológicos distintos a los del nivel del mar.

Hay un aspecto, quizás el más importante de esta investigación, por la originalidad de los hechos recogidos. El trabajo hecho en "Corpacancha" significa la primera demostración biológica de inseminación llevada a cabo por el Instituto con animales recién llegados a la altura. Efectivamente se constató por Atkins y Castañón, que de 31 carneros importados y recién llegados, únicamente 11 eran aptos para la reproducción. Si no se hubiera hecho la selección biológica del semen, en su totalidad habría servido para el empadre, con el consiguiente factor de error debido a cruzamiento de ovejas con machos infértiles en cierta proporción. Ya hemos visto que el porcentaje de parición algunas veces era inferior a 20% no obstante disponer de 5 o 7 carneros para servir 100 ovejas. Con dichos animales seleccionados, asistimos a un experimentación de inseminación artificial sobre un total de 576 ovejas que mostraron celo inseminadas únicamente una vez, lo que nos permitió estudiar los beneficios de aplicación industrial. Ahora bien, el porcentaje de parición fué de 38.50%, cifra análoga a las obtenidas en otros fundos "Laive" y "Acopalca", con carneros de larga aclimatación (varios años). Tal resultado nos permitió concluir que existe un proceso de aclimatación inmediata en que el animal supera el trauma anóxico. Seguramente así ocurrió cuando los animales fueron importados de España y llevados por primera vez al altiplano. Es de colegir

que hubo un proceso de selección natural que fijó la especie y eliminó a los incapaces de aclimatarse a la vida en las alturas. De otro lado esta experiencia es también concluyente para demostrar la solidez tecnológica del criterio seguido en la selección y utilización de los carneros para mejorar el coeficiente de fecundación en la altitud.

### CONCLUSIONES

- 1.—Los carneros llevados al altiplano pueden adquirir aclimatación inmediata (30-40%) como se demuestra por las características biológicas del semen. En la mayor parte de los casos (60-70%) deben pasar por un período adaptativo durante el cual se encuentra: disminución de la concentración de espermatozoos, de la motilidad y desviación del pH hacia la alcalinidad, todo lo cual ocasiona la infertilidad (encontramos un caso de azoospermia irreversible).
- 2.—La recuperación sobreviene por un proceso reversible que necesita 6 o más meses para su evolución terminal hasta la producción de un semen "standard" de altitud. Concentración, pH y motilidad se recuperan en forma paralela.
- 3.—Frecuentemente aparece frigidez sexual durante las primeras semanas en el altiplano. Hemos visto mantenerse la libido no obstante haber azoospermia. Debe pues hacerse un examen biológico del semen a efecto de seleccionar los animales apropiados para la reproducción.
- 4.—Las ovejas han mostrado anoestrus durante 6 meses a partir de su llegada a Huancayo. Los casos de fecundación, a nivel del mar de animales transportados a la altura, han presentado un coeficiente de 22% de parición. No podemos señalar explicación alguna para este bajo resultado.
- 5.—La inseminación artificial en experiencias de aplicación en el campo como "test" de nuestras conclusiones de laboratorio, ha demostrado que la aclimatación racial puede obtenerse inmediatamente después de llegados los animales a la altitud. Efectivamente las ovejas inseminadas con semen de carneros de larga y reciente aclimatación han dado el mismo coeficiente de natalidad.
- 6.—Desde un punto de vista económico, estos hechos son dignos de consideración por sus aplicaciones industriales a la crianza de animales en la altitud y, por ende, porque pueden contribuir a la resolución del problema de la alimentación.



## BIBLIOGRAFIA

- (1) *C. Monge*.—Fisiología de la reproducción en la altura. Anal. Fac. Med. Lima.—1:19, 1942.  
*C. Monge, P. Mori-Chávez*.—Fisiología de la reproducción en la altura. Anal. Fac. Med. Lima.—1:34, 1942.
  - (2) *C. Monge*.—Unanue y la Meteoropatología. Reforma Médica. Lima.—168:278, 1933.  
Política Sanitaria en el Tahuantinsuyo. Reforma Médica. Lima.—17:233, 1935.
  - (3) *M. San Martín, J. Atkins*.—Estudios sobre fertilidad del ganado lanar en la altura: Anal. Fac. Med. Lima, 1:41, 1942.
  - (4) *C. Monge, M. San Martín*.—Nota sobre azoospermia de carneros llevados a la altura. Id. Id. 1:58, 1942.
  - (5) *J. Atkins, J. Castañón*.—Informe del trabajo de inseminación artificial en Laive. Memorias de la Junta de la Industria, Lanar. Pág. 41, 1943.
  - (6) *M. San Martín, C. Monge*.—Aclimatación del ganado ovino en las alturas. (Véase este mismo número).
  - (7) *M. San Martín*  
*J. Atkins y J. Castañón* (Véase este número).  
*J. Castañón*.—Inseminación del ganado lanar en la Sierra, del Centro. Anal. IIIª Convención Agronómica regional, pág. 163, Imp. Americana, Lima, 1944.
  - (8) *F. Accame*.—Effect of barometric reduced pressure on ram semen. Faculty of Agricultural and Mechanical College of Texas. 1944.
-