



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**INFLUENCIA DEL PESO CORPORAL Y DESARROLLO TESTICULAR CON  
O SIN PRESENCIA DE OVEJAS SOBRE EL INICIO DE LA PUBERTAD Y  
CARACTERÍSTICAS SEMINALES EN CORDEROS RAMBOUILLET**

**POR:**

**FELIPE DE JESÚS MORON CEDILLO**

**Tesis presentada como requisito parcial  
Para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**INFLUENCIA DEL PESO CORPORAL Y DESARROLLO TESTICULAR CON  
O SIN PRESENCIA DE OVEJAS SOBRE EL INICIO DE LA PUBERTAD Y  
CARACTERÍSTICAS SEMINALES EN CORDEROS RAMBOUILLET**

**POR:**

**FELIPE DE JESÚS MORON CEDILLO**

**Tesis presentada como requisito parcial  
Para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**Tutor: Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero**  
**Asesores: M.C. Arturo Angel Trejo González**  
**Dr. Jorge Urrutia Morales**  
**Coasesores: M.A. Peter Bisset Mandeville**  
**M.C. Marta Olivia Díaz Gómez**

**San Luis Potosí, S.L.P., México**

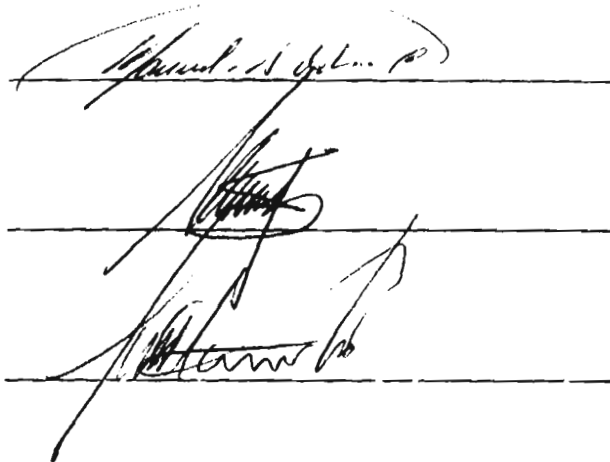
**Diciembre de 2004**

El trabajo titulado "INFLUENCIA DEL PESO CORPORAL Y DESARROLLO TESTICULAR CON O SIN PRESENCIA DE OVEJAS SOBRE EL INICIO DE LA PUBERTAD Y CARACTERISTICAS SEMINALES EN CORDEROS RAMBOUILLET" realizado por Felipe de Jesús Morón Cedillo como requisito parcial para obtener el grado de "Maestro en Ciencias Agropecuarias" fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

**Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero**  
Tutor:

**M.C. Arturo Ángel Trejo González**  
Asesor

**Dr. Jorge Urrutia Morales**  
Asesor



Three handwritten signatures are present on the right side of the page, each written over a horizontal line. The top signature is the most legible, appearing to read 'Manuel Antonio Ochoa Cordero'. The middle signature is less legible but appears to be 'Arturo Ángel Trejo González'. The bottom signature is also less legible but appears to be 'Jorge Urrutia Morales'.

Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 17 días de Diciembre de 2004

## **DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS:**

Por permitirme llegar al termino de una meta más en mi vida, y que siempre ha protegido a mi familia y a mi.

### **A MIS PADRES:**

Hugo Morón Rocha +  
Ma. de Jesús Cedillo de Morón  
Por darnos ejemplo de la importancia de la unión familiar.

### **A MI ESPOSA:**

Judith por TODO

### **A MIS HIJAS:**

Elisa y Mariana, las quiero mucho.

### **A MIS HERMANOS:**

Joel, Paco, La Muñe, Gerardo, Pepe, Luis, Nato, Arnoldo, Lulú y Miguel, Mis cuñadas, cuñado, cuñado Jesús y todos mis sobrinos.

### **A MI TUTOR:**

Dr. Manuel Antonio Ochoa Codero.  
Por apoyarme en todo momento y poner todo su empeño para que yo terminara este trabajo, y permitirme aprender de él lo poquito que se de la Ovinocultura.

### **A MIS SINODALES:**

M.C. Arturo Ángel Trejo González  
Por su apoyo incondicional no solamente en la realización de este trabajo sino también en mi capacitación y enseñanza.

Dr. Jorge Urrutia Morales  
Por darme las facilidades en todo momento para la realización de este trabajo, consejos y atinadas sugerencias.

### **A LA FACULTAD DE AGRONOMIA, UASLP:**

Por darme la oportunidad de realizarme en mi vida profesional. Todos los compañeros maestros y trabajadores.

## CONTENIDO

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO .....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Pubertad.....	3
Manifestaciones de Presentación de la Pubertad.....	4
Factores que Afectan la presentación de la Pubertad.....	5
Crecimiento y Peso.....	6
Alimentación.....	6
Fotoperíodo.....	6
Ambiente social.....	6
Endocrinología de la Pubertad.....	7
Edad .....	9
Desarrollo Corporal.....	10
Circunferencia Escrotal .....	11
Calidad Seminal.....	13
MATERIALES Y METODOS.....	16
Localización del Área de Estudio.....	16
Animales.....	16
Manejo.....	16
Tratamientos.....	17
Variables.....	17
Procedimiento.....	17
Determinación de Pubertad.....	18

Evaluación del Semen.....	18
Análisis Estadístico.....	19
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>Parámetros de Peso, Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular y Calidad Seminal en</b> <b>Corderos Rambouillet.....</b>	<b>21</b>
<b>Peso y Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular y Calidad Seminal en Corderos</b> <b>Rambouillet con o sin Presencia de Hembras.....</b>	<b>26</b>
<b>Influencia del Desarrollo del Cordero en la Presentación de la Pubertad y Calidad</b> <b>Seminal.....</b>	<b>29</b>
<b>Correlaciones entre Peso y Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular y Características</b> <b>Seminales en Corderos Rambouillet.....</b>	<b>32</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>38</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Ración Suministrada a los Corderos.....	17
2	Parámetros Generales de Peso y Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular y Calidad Seminal en Corderos Rambouillet en Condiciones de Estabulación en el Centro-Norte de México (22° LN).	22
3	Efecto de la Presencia o Ausencia de Crías Hembras sobre Peso y Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular y Calidad Seminal en Corderos Rambouillet en Condiciones de Estabulación en el Centro-Norte de México (22° LN).....	28
4	Coefficientes de Regresión de la Relación del Desarrollo del Peso y Testículos de los Corderos Sobre la Presentación de la Pubertad y características Seminales.....	29
5	Correlaciones de los Parámetros Peso, Edad, Desarrollo Testicular y Calidad Seminal a la Pubertad en Corderos Rambouillet en Condiciones de Estabulación en el Centro-Norte de México (22° LN).	32

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Pagina
1	Distribución Mensual de la Presentación de la Pubertad en Corderos Rambouillet Nacidos entre el 10 de Febrero y 2 de Marzo, Mantenidos desde del Destete en Estabulación con una Dieta a Base de Granos Eneros en el Centro-Norte de México (22°LN).....	23



## RESUMEN

Con el objeto de evaluar la influencia del peso y desarrollo testicular sobre el inicio de pubertad y las características seminales en corderos Rambouillet con o sin la presencia de ovejas, se utilizaron 19 corderos raza Rambouillet de la Unidad Ovina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí nacidos entre el 10 de febrero y 2 de marzo del 2002, con un peso promedio de  $24.27 \pm 3.5$  Kg. Las variables fueron peso del cordero, desarrollo testicular, presencia de hembras, días a la pubertad y calidad seminal. La concentración de  $50 \times 10^6$  espermatozoides eyaculados se consideró como criterio de inicio de pubertad. La media del peso de los corderos ( $48.16 \pm 5.12$  kg) a la pubertad representó el 53% del peso adulto, con promedio de  $188.63 \pm 19.25$  días. La media de la circunferencia escrotal fue 27.26 cm, con un rango de 24 a 31.5 cm. El volumen eyaculado que se obtuvo se encuentra dentro de los rangos normales en promedio (0.67 ml) para la edad del cordero, con un mínimo de 0.25 ml y un máximo de 1.0 ml. La concentración espermática encontrada fue de  $140 \times 10^6$  ml con un valor mínimo de  $50 \times 10^6$  ml y un máximo de  $257 \times 10^6$  ml. La motilidad se encontró entre los valores de 5% como mínimo, 90% como máximo y promedio de 56.58%. El porcentaje de espermatozoides eyaculados normales, malformaciones primarias y malformaciones secundarias fueron en promedio de 64.63%, 29.84% y 5.52% respectivamente. Se manifestó un efecto de tratamiento ( $p < 0.05$ ) con respecto a las malformaciones normales y secundarias de los espermatozoides. Siendo el porcentaje de normales mayor en los corderos con ausencia de hembra, y el porcentaje de malformaciones secundarias mayor en los corderos con presencia de hembras. La presencia o ausencia de hembras con los machos no afectaron ( $p > 0.05$ ) los parámetros de pubertad, desarrollo testicular y malformaciones primarias. Se presentó una relación entre el diámetro testicular con motilidad del semen ( $p < 0.05$ ). Se presentó una correlación significativa y positiva ( $p < 0.01$ ) entre el peso de los corderos con la circunferencia escrotal ( $r = 0.56$ ). y una correlación significativa y negativa ( $p < 0.01$ ) entre los porcentajes de espermatozoides normales y las malformaciones primarias ( $r = 0.94$ ) y secundarias ( $r = -0.60$ ). El conocimiento de la manifestación de la pubertad en corderos en base a la edad y peso y su relación con los parámetros de desarrollo testicular y calidad seminal nos permiten asegurar un mejor éxito en la actividad de compra venta de

corderos como prospectos de sementales a la edad de 6 – 7 meses, por otro lado la respuesta de los corderos a la presencia de crías hembras no se vio favorecida en ninguno de los parámetros estudiados.

## SUMMARY

The aim was evaluated the influence of the weight and testicular development on the onset of puberty and the seminal characteristics in Rambouillet lambs with or without the presence of ewes. It was use 19 Rambouillet lambs of the Ovine Unit of the Faculty of Agronomy of the Universidad Autónoma of San Luis Potosi, México, was born between the 10 of February and 2 of March of the 2002, with a average weight of  $24.27 \pm 3,5$  kg. The variables were weight of the lamb, testicular development, presence of females, days to puberty and seminal quality. The concentration of  $50 \times 10^6$  spermatozoa was considered like criterion of onset of puberty. The weight average of the lambs ( $48,16 \pm 5,12$  kg) to the puberty represented 53% of the adult weight, with average of  $188,63 \pm 19,25$  days. The scrotal circumference average was 27,26 cm, with a rank of 24 to 31,5 cm. The ejaculate volume that was obtained finds within the normal ranks in average (0,67 ml.) for the age of the lamb, with a minimum of 0,25 ml. and a 1,0 maximum of ml.. The found spermatic concentration was of  $140 \times 10^6$  x ml. with a minimum value of  $50 \times 10^6$  x ml. and a maximum of  $257 \times 10^6$  x ml.. The motility was between the values of 5% like minimum, 90% at the most and average of 56.58%. The percentage of normal ejaculates spermatozoa, primary malformations and secondary malformations were in average of 64,63%, 29,84% and 5,52% respectively. An effect of treatment ( $p < 0.05$ ) with respect to the normal and secondary malformations of the spermatozoa was pronounced. Being the percentage of normal greater in the lambs with female absence, and the percentage of secondary malformations greater in the lambs with presence of females. The presence or absence of females with the males did not affect ( $p > 0.05$ ) the parameters of puberty, testicular development and primary malformations. A relation between the testicular diameter with motility appeared of semen ( $p < 0.05$ ). A significant and positive correlation ( $p < 0.01$ ) between the weight of the lambs with the scrotal circumference ( $r = 0.56$ ), the scrotal circumference with the testicular diameter ( $r = 0.72$ ), the testicular diameter ( $p < 0.05$ ) with the spermatic motility ( $r = 0.51$ ), the ejaculate volume ( $p < 0.05$ ) with the spermatic motility ( $r = 0.53$ ), the scrotal circumference ( $p = 0.08$ ) with the spermatic motility ( $r = 0.40$ ), and lambs weight ( $p = 0.09$ ) with ejaculate volume appeared ( $r = 0.39$ ). It also presented/displayed a significant and negative correlation ( $p < 0.01$ ) between the percentage of normal spermatozoa and the

## SUMMARY

The aim was evaluated the influence of the weight and testicular development on the onset of puberty and the seminal characteristics in Rambouillet lambs with or without the presence of ewes. It was use 19 Rambouillet lambs of the Ovine Unit of the Faculty of Agronomy of the Universidad Autónoma of San Luis Potosi, México, was born between the 10 of February and 2 of March of the 2002, with a average weight of  $24.27 \pm 3,5$  kg. The variables were weight of the lamb, testicular development, presence of females, days to puberty and seminal quality. The concentration of  $50 \times 10^6$  spermatozoa was considered like criterion of onset of puberty. The weight average of the lambs ( $48,16 \pm 5,12$  kg) to the puberty represented 53% of the adult weight, with average of  $188,63 \pm 19,25$  days. The scrotal circumference average was 27,26 cm, with a rank of 24 to 31,5 cm. The ejaculate volume that was obtained finds within the normal ranks in average (0,67 ml.) for the age of the lamb, with a minimum of 0,25 ml. and a 1,0 maximum of ml.. The found spermatic concentration was of  $140 \times 10^6$  x ml. with a minimum value of  $50 \times 10^6$  x ml. and a maximum of  $257 \times 10^6$  x ml.. The motility was between the values of 5% like minimum, 90% at the most and average of 56.58%. The percentage of normal ejaculates spermatozoa, primary malformations and secondary malformations were in average of 64,63%, 29,84% and 5,52% respectively. An effect of treatment ( $p < 0.05$ ) with respect to the normal and secondary malformations of the spermatozoa was pronounced. Being the percentage of normal greater in the lambs with female absence, and the percentage of secondary malformations greater in the lambs with presence of females. The presence or absence of females with the males did not affect ( $p > 0.05$ ) the parameters of puberty, testicular development and primary malformations. A relation between the testicular diameter with motility appeared of semen ( $p < 0.05$ ). A significant and positive correlation ( $p < 0.01$ ) between the weight of the lambs with the scrotal circumference ( $r = 0.56$ ), the scrotal circumference with the testicular diameter ( $r = 0.72$ ), the testicular diameter ( $p < 0.05$ ) with the spermatic motility ( $r = 0.51$ ), the ejaculate volume ( $p < 0.05$ ) with the spermatic motility ( $r = 0.53$ ), the scrotal circumference ( $p = 0.08$ ) with the spermatic motility ( $r = 0.40$ ), and lambs weight ( $p = 0.09$ ) with ejaculate volume appeared ( $r = 0.39$ ). It also presented/displayed a significant and negative correlation ( $p < 0.01$ ) between the percentage of normal spermatozoa and the

primary malformations ( $r=0.94$ ) and secondary ( $r=-0.60$ ). The knowledge of the onset of the puberty in lambs on the basis of the age and weight and its relation with the parameters of testicular development and seminal quality allows us to ensure a better success in the activity purchase sale of lambs like prospectus of stallion at the age of 6 - 7 months, on the other hand the answer of the lambs to the presence of young females was not privileged in any of the studied parameters.

## INTRODUCCIÓN

La raza Rambouillet está ampliamente distribuida en la parte norte y centro del país, preferentemente bajo un sistema extensivo e intensivo respectivamente. Los altos costos de producción de las explotaciones intensivas y la escasa productividad de las extensivas, requiere de la aplicación de tecnología actualizada para aumentar la productividad de las explotaciones y hacerlas más competitivas tanto en los mercados interno como externo.

La pubertad determina el comienzo de la actividad reproductiva, la cual depende de numerosos factores, destacando entre otros; el clima, el fotoperíodo, la época de nacimiento, la presencia de otros animales, la alimentación, la raza e individuo (Gallego *et al.*, 1994). Se tiene conocimiento que la edad y peso de los animales favorecen la presentación de la pubertad (Dyrmundsson y Lees, 1972; Dyrmundsson, 1973), así como el desarrollo de los testículos (Chemineau *et al.*, 1984; Pérez y Mateos, 1993; Belibasaki y Kouimtzis, 2000) incidiendo en las características seminales de los animales (Knight, 1977; Walkden-Browns y Restall, 1992, Chauhan and Israel, 1992) y por lo tanto en su eficiencia reproductiva.

La raza Rambouillet se caracteriza por alcanzar su pubertad más tardíamente que otras razas, lo cual influye en su madurez y en la edad en que puede iniciar su actividad reproductiva plena pero no afecta su nivel de fertilidad ni su capacidad de monta en la edad adulta. En el carnero joven la capacidad reproductiva presenta limitaciones antes y un poco después de la pubertad y aún durante su primer otoño, si ha nacido en primavera.

En México, el gobierno establece apoyos para la compra de sementales, entre ellos, de la raza Rambouillet, a través de los programas de "ganado mejor", con edades que fluctúan de los 6 a los 12 meses, requiriendo una prueba de fertilidad de los animales para garantizar su funcionamiento reproductivo. Un parámetro confiable para la selección de machos aptos para la reproducción, por su alta correlación positiva con el

peso testicular, es la medición de la circunferencia escrotal (Celis *et al.*, 1986). Se ha observado además que este efecto se correlaciona más con el peso del animal que con la edad (Salhab *et al.*, 2001, Santana *et al.*, 2001).

Por otro lado, en ovinos, como en la mayoría de las especies, la calidad del semen está directamente relacionada con la edad, encontrándose una alta correlación de la fertilidad con la motilidad progresiva, la concentración y el porcentaje de anomalías espermáticas (Courot y Ortavant, 1981). Asimismo, Trejo *et al.* (1990) encontraron que el volumen del semen se correlaciona positiva y significativamente con la concentración espermática, total de espermatozoides y la motilidad progresiva.

En México existe escasa información sobre aspectos relacionados con la presentación de la pubertad, el crecimiento testicular y las características seminales en corderos Rambouillet, que permita seleccionar sementales de forma temprana. Conocer como influye el peso y la edad en la aparición de la pubertad ayudará a mejorar el proceso de selección.

## **OBJETIVO**

Evaluar el efecto del peso y el desarrollo testicular sobre el inicio de pubertad y las características seminales en corderos Rambouillet en presencia o ausencia de ovejas.

## REVISION DE LITERATURA

### Pubertad

La pubertad puede definirse en machos y hembras como la habilidad para completar la reproducción exitosamente, considerada más como un proceso que un simple evento. La palabra pubertad se origina de la palabra latina *pubscere*, que significa cubrir con pelo. Esta definición se aplica al desarrollo del pelo en el área púbica, axilas y piernas en mujeres y hombres. También el desarrollo de la barba en el hombre es indicador de pubertad. Esta palabra, fue utilizada después de observar los rasgos humanos y es obvio que nos es aplicable a otros animales.

La pubertad en el cordero puede definirse como el momento a partir del cual es capaz de reproducirse (Folch, 1984), fenómeno que acontece a una edad variable comprendida entre tres y cinco meses de edad.

La aparición de la pubertad implica que hayan descendido los testículos al interior del escroto y que el glande, adherido al prepucio en el cordero inmaduro, se haya soltado totalmente y el pene pueda moverse libremente. Si a estos cambios anatómicos, se une la producción y liberación de espermatozoides maduros y viables y la actitud del cordero de montar a ovejas en celo, podemos decir que el futuro reproductor ha alcanzado su pubertad fisiológica (Daza, 1997).

En corderos de raza lechera la presentación de la pubertad coincidió con el interés que los corderos mostraron por las ovejas en celo (Belibasaki y Kouimtzis, 2000).

Valencia *et al.* (1975) encontraron la siguiente secuela de maduración: el pene se desprendió del prepucio a los 160 días de edad y 18 kg de peso; el primer espermatozoide motil apareció en el eyaculado a los 208 días con 20 kg de peso y



eyaculados con  $2-3 \times 10^9$  espermatozoides / ml se obtuvieron a los 274 días de edad y 23 kg de peso.

### **Manifestaciones de Presentación de la Pubertad**

La pubertad es cuando por primera vez el macho produce suficiente espermatozoides para preñar una hembra. Por razones practicas, la pubertad en toros ha sido definida como la edad cuando un eyaculado contiene  $50 \times 10^6$  espermatozoides de los cuales  $>10\%$  tienen motilidad (Wolf *et al.*, 1965). Esta definición también es apropiada para cerdos, borregos y caballos. Para cerdos, toros y borregos, la pubertad esta asociada con un rápido crecimiento testicular, cambio en los patrones de secreción LH, un incremento gradual de testosterona en sangre y la iniciación de la espermatogénesis. La pubertad no es sinónimo de madurez sexual o estado adulto, esto ocurre meses o años más tarde (Amann, 1981).

Por otra parte también se tienen parámetros que son considerados para medir el inicio de la pubertad.

### La edad cuando los rasgos conductuales son expresados

Generalmente, los machos de la mayoría de las especies adquieren rasgos de conductas reproductivas (montas y erección) antes de que adquieran la habilidad de eyacular y producir espermatozoides. Estos rasgos conductuales son fáciles de determinar si la conducta de monta y de erección del pene son observados.

### Edad a la primera eyaculación

El proceso de eyaculación es bastante complejo y requiere de un desarrollo coordinado de nervios, músculos específicos de expulsión de líquidos seminales de las glándulas sexuales accesorias. Cuando ocurre el desarrollo de todos estos componentes, puede tener lugar la eyaculación. Generalmente, a la habilidad para eyacular le precede la habilidad para producir suficientes espermatozoides para lograr una preñez.

### La edad en que aparecen los primeros espermatozoides en el eyaculado

El macho adquiere la habilidad para producir fluido seminal y para eyacular antes que los espermatozoides estén disponibles en la cola del epididimo. Para determinar con precisión cuándo el primer espermatozoide está disponible, se deben coleccionar eyaculados al menos una vez por semana. Esto es relativamente fácil de hacer, ya que los eyaculados pueden ser obtenidos por medios artificiales en macho cabrío, toro, borrego y caballo. Después de que se han desarrollado las características conductuales y el macho está dispuesto a montar una hembra receptiva (o maniquí), se pueden hacer colecciones seminales frecuentes. Así es posible determinar la edad en la cual aparecen espermatozoides en el eyaculado.

### La edad en que aparece el primer espermatozoide en la orina

La mayoría de los espermatozoides producidos por los testículos se pierden en la orina durante el periodo de descanso sexual (abstinencia). La presencia de espermatozoides en la orina indica claramente que la espermatogénesis está ocurriendo. Las colecciones frecuentes de orina son difíciles en animales grandes y requiere de equipo especial.

### La edad cuándo el eyaculado contiene un número mínimo de espermatozoides

Aunque un eyaculado puede contener espermatozoides, este puede ser un número insuficiente para completar la fertilización, requiriéndose un mínimo de espermatozoides para que surta efecto el proceso, variando entre especies. Desde un punto de vista práctico este es el criterio más válido para pubertad si es definido como la habilidad del macho para producir suficientes espermatozoides para una exitosa fertilización.

### **Factores que Afectan la Presentación de la Pubertad**

Numerosos factores ambientales (internos y externos) influyen sobre el sistema nervioso central para modular el sistema endocrino y por eso altera la edad cronológica en la cual un animal dado alcanza la pubertad. Consumo de energía, raza y época de nacimiento son los principales factores que afectan la edad a la pubertad (Amann y Schanbacher, 1983).

- Crecimiento y peso

El desarrollo sexual de los corderos está más ampliamente relacionado con el crecimiento corporal que con la edad cronológica (Dyrmunsson y Lees, 1972; Dyrmunsson, 1973).

La pubertad en el cordero, parece que está más relacionada con la velocidad de crecimiento y con el peso que con la edad, ya que diversos parámetros del desarrollo anatómico del testículo tales como diámetro y volumen de los tubos seminíferos; diámetro, volumen y peso de los testículos, están más estrechamente correlacionados con el peso del animal que con su edad, aunque se ha sugerido la existencia de una edad mínima necesaria para que se llegue a la pubertad. (Land, 1978).

- Alimentación.

Los corderos sometidos a un nivel de alimentación elevado durante su crecimiento son púberes a menor edad y a mayor peso que los mal alimentados. Los niveles bajos de energía expresarían su efecto negativo a través de una depresión de la actividad hipofisaria y de una función androgénica del testículo. (Foster, 1994; Land, 1978)

- Fotoperíodo

Esta demostrado que el fotoperíodo afecta al crecimiento testicular del cordero desde los primeros meses, de modo que fotoperíodos decrecientes favorecen su desarrollo y fotoperíodos crecientes lo disminuyen (Daza, 1997). Courot *et al.*(1975) demostraron que los corderos nacidos en otoño (septiembre) maduran más rápidamente que aquellos nacidos en primavera (febrero).

- Ambiente social.

Se ha estudiado también la influencia del ambiente social vivido por el cordero durante su desarrollo sobre su comportamiento sexual inicial. En este sentido, cuando después del destete se separan los machos de las hembras, se provoca un retraso de la actividad sexual de los corderos, mostrándose inactivos ante la presencia de ovejas en

celo e imposibilitando la recogida de semen para inseminación artificial. Si el cordero se separa de su madre después del nacimiento y se le mantiene durante la lactación artificial totalmente aislado o en un grupo de machos separado de hembras, su comportamiento sexual inicial es normal si después del destete se mezclan los sexos (Daza, 1997).

### **Endocrinología de la Pubertad**

La pubertad determina el inicio de la actividad sexual mediante la liberación de gametos y la secreción de andrógenos en respuesta a las gonadotropinas hipofisarias que aceleran el desarrollo del aparato reproductor y las características sexuales secundarias que en conjunto determinan la manifestación del deseo sexual (Dyrmunsson y Lees, 1972; Dyrmunsson, 1973).

Los requerimientos obligatorios fisiológicos de la pubertad en mamíferos, es el desarrollo de neuronas específicas del hipotálamo, esto aumenta (las neuronas) las cantidades adecuadas de hormonas liberadoras de gonadotropinas (GnRH) y en frecuencias adecuadas. Así la GnRH puede estimular el aumento de hormonas gonadotrópicas las cuales promueven la gametogénesis, esteroidogénesis y desarrollo de tejidos reproductivos. El desarrollo de esas neuronas de GnRH específicas del hipotálamo están influenciadas por 1) la llegada al umbral del tamaño corporal adulto 2) la exposición de factores ambientales y sociales y 3) la genética del animal (Wood y Foster, 1998).

La causa directa de la maduración sexual en la pubertad, está dada por un aumento en la secreción de hormonas pituitarias, conduciendo a un incremento en el tamaño y actividad de las gónadas. Una parte de la maduración del eje hipotálamo-pituitario está en este proceso permitiendo cambios en la neurosecreción y la secreción de las hormonas gonadotrópicas (Hunter, 1980).

Las neuronas hipotalámicas de GnRH deben ser capaces de aumentar altas frecuencias y amplitud de pulso de GnRH. Antes de la pubertad, las neuronas en el hipotálamo no pueden aumentar la GnRH en orden de frecuencia y amplitud. Por lo tanto en un animal prepúber la secreción de gonadotropinas (FSH y LH) es mínima y ni la foliculogénesis ni la espermatogénesis pueden ocurrir.

La falla del hipotálamo para producir suficientes cantidades de GnRH causa deficiencia de gonadotropinas que es percibido como el mayor factor limitante en el inicio de la pubertad (Olster y Foster, 1986).

El hipotálamo contiene un centro tónico de GnRH y un centro preovulatorio de GnRH (centro pulsátil). Antes de que ocurra la ovulación debe lograrse la completa actividad neural del centro pulsátil. El macho no desarrolla un centro pulsátil (Karsch y Foster, 1975).

Durante el desarrollo prenatal del macho, la testosterona de los testículos fetales "desfeminiza" el cerebro. Debido a que la hembra fetal no tiene testículos para producir testosterona desarrolla el centro pulsátil de GnRH en el hipotálamo. (Herbosa *et al.*, 1976)

Para que la testosterona "desfeminice" el hipotálamo, ésta debe ser convertida primero a estradiol. Aunque los ovarios fetales producen estradiol, éste no "desfeminiza" el hipotálamo por la inhabilidad del estradiol fetal en la hembra para cruzar la barrera de sangre-cerebro y ganar acceso al hipotálamo. Una proteína llamada alpha-fetoproteína se une al estradiol y previene cruzar la barrera sangre-cerebro, de esa forma el estradiol no puede afectar el hipotálamo. Por otra parte, la testosterona que cruza la barrera sangre-cerebro es convertida a estradiol en el cerebro y desfeminiza el hipotálamo, así minimiza la función del centro pulsátil (Schmbacher, 1984).

La diferencia fundamental en el perfil endocrino del macho y la hembra postpúber es que la LH no incrementa en el macho, pero mantiene una relativa eventual

consistencia diaria. Estos episodios ocurren cada 2 a 6 horas en el macho pospúber. (Olster y Foster, 1986). Este evento constante de ritmo de GnRH también resulta en un constante evento de LH, y por lo tanto un aumento de testosterona. Se puede ver que el incremento de LH y estradiol es cerca de cada 20 días en la hembra. Durante estos incrementos, se presentan bajas amplitudes repetidas de pulso (Foster y Ryan 1979; Claypool y Foster 1990).

En las hembras un cierto grado de engrasamiento se requiere para el inicio de pubertad. Las neuronas de GnRH detectan continuamente los cambios de glucosa y de ácidos grasos en la sangre. El engrasamiento en el macho no es necesaria para la presentación de la pubertad.

La restricción de energía a 70% de las cantidades recomendadas, retrasa el inicio de la pubertad en el macho. Sin embargo, no está claro si la teoría del “grado de gordura” sea apropiado. El gasto de energía asociado con la espermatogénesis y la cópula es mínimo, en comparación con la energía gastada asociada con la gestación, parto o lactación. (Bronson, 1985) Sin embargo es razonable creer que el impacto del estado metabólico sobre el inicio de pubertad en el macho no es tan crítico como en la hembra. (Ortavant, 1958)

### **Edad**

En ovinos, como en la mayoría de las especies, la calidad del semen está directamente relacionada con la edad. Se ha demostrado que el eyaculado inicial contienen una gran cantidad de células anormales (El Wishy, 1974), consistente en su mayor parte en malformaciones en la cabeza y gotitas en el citoplasma proximal que indican una actividad espermatogénica y una maduración en el epididimo deficiente. La calidad mejora rápidamente a medida que avanza la edad pero la tasa de aumento parece depender del ambiente de luz natural (Alberio, 1976).

Así, corderos Romanov y Finnsheep, han sido capaces de fecundar ovejas a los 5 meses de edad, mientras que en corderos Merino se han detectado espermatozoides en los túbulos seminíferos hasta los 10 meses de edad (Haynes y Schanbacher, 1983)

Desde el punto de vista práctico, un macho alcanza la pubertad en el momento en que es capaz de liberar gametos y manifestar secuencias completas de comportamiento sexual. Siendo esto el resultado de un ajuste gradual entre el aumento de la actividad gonadotrópica y la capacidad de las gónadas para efectuar simultáneamente esteroidogénesis y gametogénesis, lográndose mayor avance genético cuánto más joven pueda tener crías el animal (Dalton, 1980).

Aunque existe una edad mínima para la presentación de la pubertad. Por lo general aparece cuando el cordero tiene el 35 a 40 % de su peso adulto y su capacidad copulatoria se presenta cuando alcanza el 50 % del peso adulto (Daza, 1997).

### **Desarrollo corporal**

En el cordero en crecimiento, las deficiencias nutricionales de energía y proteína retardan el desarrollo sexual y conducen a demoras en alcanzar la pubertad, puesto que está relacionada con el crecimiento y desarrollo corporal del animal. Por lo tanto altos niveles nutricionales promueven el crecimiento corporal, alcanzando más rápido la madurez sexual (Dyrmundsson y Less, 1972).

Teixeira *et al.* (1997) encontraron una asociación positiva entre el peso al destete y perímetro escrotal, indicando que cuanto más pese el animal en edades jóvenes mayor será el perímetro escrotal en edades posteriores.

Cuando se evaluaron corderos Awassi, con una edad de 2 – 3 meses para medir el desarrollo testicular, largo, ancho, circunferencia y volumen con el crecimiento corporal, el incremento más alto de las medidas testiculares ocurrió entre los 2 – 17 meses de edad con un peso de 34.6 kg. Solamente las medidas corporales (edad y peso

corporal) afectaron el desarrollo testicular ( $p < 0.05$ ). Las medidas de los testículos fueron correlacionadas ( $p < 0.01$ ) con cada uno de los parámetros anteriores ( $r = 0.68$  a  $0.97$ ), incrementando progresivamente y fueron correlacionados más con el peso corporal que con la edad (Salhab *et al.*, 2001).

### **Circunferencia Escrotal**

La circunferencia escrotal es un parámetro confiable para la selección de machos aptos para la reproducción por su alta correlación con el peso testicular de acuerdo a Celis *et al.* (1986), así como de las características seminales y la libido del macho (Knights *et al.* 1984).

Kumi-Diaka *et al.* (1985) no encontraron diferencias significativas en la circunferencia escrotal de las razas Uda ( $35.1 \pm 2.38$  cm), Balamiy ( $35.2 \pm 3.5$  cm) y Y'ankasa ( $35.13 \pm 2.9$  cm) con una edad promedio de  $2.38 \pm 0.51$ ,  $1.85 \pm 0.41$  y  $2.81 \pm 0.84$  años y peso promedio de  $39.2 \pm 5.60$ ,  $40.50 \pm 5.60$  y  $38.46 \pm 4.18$  kg., respectivamente.

En un trabajo realizado por Pérez y Mateos (1993) sobre la evolución del tamaño testicular en machos cabrios, encontraron que existe una relación lineal entre la circunferencia escrotal y el peso vivo, teniendo mayor correlación la circunferencia escrotal y el peso vivo que la circunferencia escrotal y la edad.

El peso corporal se correlacionó con los diámetros testiculares tanto izquierdo como derecho ( $r=0.40$ ;  $p<0.05$ ), con el largo testicular para ambos lados ( $r=0.60$ ;  $p<0.01$ ) y con el perímetro escrotal ( $r=0.54$ ;  $p<0.01$ ), pero no tuvo correlaciones significativas con ninguna característica de la libido (Trejo y Alvarado, 1989).

El tamaño testicular es mejor descrito en términos de peso, sin embargo en los borregos la circunferencia escrotal es fácilmente medida y es un indicador confiable del peso testicular (Notter *et al.*, 1981). En el macho, el tamaño testicular es considerado



como un criterio físico y genético para aumentar la eficiencia reproductiva en las hembras (Walkley y Smith., 1980).

Salazar *et al.* (1987) encontraron en un estudio en cabritos, que existe correlación significativa entre el crecimiento testicular y la calidad del semen.

En los primeros meses de vida, la secreción de testosterona sigue un patrón característico denominado patrón bifásico postnatal, el cual fue evidenciado por Georgie *et al.* (1985) en machos cabrios, que consta de dos picos de secreción máxima, uno a los 2 – 3 meses y otro a los 6 meses de edad con un descenso entre ambos correspondiente a la sustitución de las células de Leydig fetales por células de Leydig adultas, que se vuelven activas cerca de la pubertad.

Se ha correlacionado el crecimiento testicular rápido en machos caprinos prepuberes con niveles de testosterona plasmática desde los 4 meses de edad, el cual termina a los 6 meses de edad. Entre los 7 y 11 meses de edad, se observa otra elevación significativa ( $p < 0.01$ ) de los niveles de testosterona mientras la circunferencia escrotal sigue un aumento lento de forma lineal (Pérez y Mateos, 1994)

Una evaluación de corderos de un año de edad de las razas Montadale, Shropshire, Southdown, Corriedale, Columbia, Rambouillet, Polled Dorset, Suffolk y Hampshire, Braun *et al.* (1980) citado por Santana *et al.* (2001) obtuvieron una alta correlación entre el peso corporal y la circunferencia escrotal,

Bielli *et al.* (2000) realizaron un trabajo para determinar el efecto de diferentes regímenes de pastoreo sobre la morfología testicular en corderos Corriedale, concluyendo que los cambios en el pastoreo antes y después de la pubertad pueden inducir un crecimiento testicular postnatal bajo pero no influye en la morfología o función posterior en su vida.

Gastel *et al.* (1995) encontraron que la morfología y funcionamiento testicular en carneros Corriedale bajo condiciones extensivas en pastizales nativos están medianamente afectados por las estaciones del año.

### **Calidad Seminal**

En la pubertad la calidad y la cantidad de los espermatozoides en el eyaculado del carnero es pobre, ya que presentan una baja motilidad y son numerosos los espermatozoides muertos y anormales (Court, 1979; Land, 1978; Dyrmondsson y Less, 1972).

Hulet (1977) señala que el examen de semen es la prueba que más se relaciona con la fertilidad. Valencia *et al.* (1979) estudiaron las variaciones estacionales de carneros Tabasco, Pol! Dorset y Criollo, determinando un promedio de volumen eyaculado, de 0.93, 1.2 y 1.21 ml respectivamente.

Para valorar la fertilidad de los machos los métodos más prácticos son: el examen seminal, las características deficientes del semen y los errores en las técnicas de crianza (Jainudeen y Hafez, 1996)

Se ha encontrado una alta correlación de la fertilidad con la motilidad progresiva, la concentración y el porcentaje de anomalías espermáticas (Courot y Ortavant, 1981).

Trejo *et al.* (1990) encontraron que el volumen del semen se correlaciona significativamente con la concentración espermática ( $r=0.22$ ), total de espermatozoides ( $r = 0.93$ ) y la motilidad progresiva ( $r=0.90$ ).

El fotoperíodo es uno de los principales factores que afectan la calidad del semen. Colas y Courot (1977) mencionan que la duración de las horas de luz durante el día afectan el peso testicular y la espermatogénesis modificando las reservas de espermatozoides en el testículo y epidídimo, el total de espermatozoides eyaculados, la

Gastel *et al.* (1995) encontraron que la morfología y funcionamiento testicular en carneros Corriedale bajo condiciones extensivas en pastizales nativos están medianamente afectados por las estaciones del año.

### Calidad Seminal

En la pubertad la calidad y la cantidad de los espermatozoides en el eyaculado del carnero es pobre, ya que presentan una baja motilidad y son numerosos los espermatozoides muertos y anormales (Court, 1979; Land, 1978; Dyrmondsson y Less, 1972).

Hulet (1977) señala que el examen de semen es la prueba que más se relaciona con la fertilidad. Valencia *et al.* (1979) estudiaron las variaciones estacionales de carneros Tabasco, Poll Dorset y Criollo, determinando un promedio de volumen eyaculado, de 0.93, 1.2 y 1.21 ml respectivamente.

Para valorar la fertilidad de los machos los métodos más prácticos son: el examen seminal, las características deficientes del semen y los errores en las técnicas de crianza (Jainudeen y Hafez, 1996)

Se ha encontrado una alta correlación de la fertilidad con la motilidad progresiva, la concentración y el porcentaje de anomalías espermáticas (Courot y Ortavant, 1981).

Trejo *et al.* (1990) encontraron que el volumen del semen se correlaciona significativamente con la concentración espermática ( $r=0.22$ ), total de espermatozoides ( $r = 0.93$ ) y la motilidad progresiva ( $r=0.90$ ).

El fotoperíodo es uno de los principales factores que afectan la calidad del semen. Colas y Courot (1977) mencionan que la duración de las horas de luz durante el día afectan el peso testicular y la espermatogénesis modificando las reservas de espermatozoides en el testículo y epidídimo, el total de espermatozoides eyaculados, la

proporción de células anormales y por lo tanto la capacidad de fecundar. De esta manera las características del semen tienden a ser mejores cuando los días se acortan durante el otoño.

Es bien conocido que el eyaculado del carnero es pequeño en volumen (0.7 – 2 ml) con una alta concentración ( $2 - 5 \times 10^9$ ), un porcentaje de motilidad espermática de 70 – 90% y porcentaje de anormales de 5 – 15% (Mann y Lutwac-Mann, 1981). Por otra parte Gontró *et al.* (1987) reportan las medias generales para carneros adultos Merino: circunferencia escrotal  $39 \pm 1.5$  cm; tiempo de monta  $60:6 \pm 38$  segundos; volumen  $1.15 \pm .51$  ml; motilidad progresiva  $72.4 \pm 7.1\%$ ; concentración espermática  $5859 \pm 1286$  millones de espermatozoides por ml; anomalías primarias  $4.88 \pm .4\%$  y anomalías secundarias  $8.6 \pm 5.7\%$ .

El crecimiento gonadal es concomitante con la espermatogénesis; son necesarios 2 ó 3 meses para obtener una completa espermatogénesis con relación a la aparición de las primeras células espermáticas, en dos semanas más se efectúa el tránsito epididimal y los espermatozoides se colectan a los 5 – 6 meses de edad aproximadamente (Court, 1979; Land, 1978; Dyrmondsson y Less, 1972)

## MATERIALES Y METODOS

### **Localización del Área de Estudio**

Este trabajo se realizó en la Unidad Ovina del Departamento de Producción Pecuaria de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el ejido Palma de la Cruz del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. en el Km 14.5 de la carretera San Luis Potosí – Matehuala. En las coordenadas geográficas 22° 14' 10" de latitud norte y 100° 51' longitud oeste del meridiano de Greenwich a una altura de 1835 msnm (INEGI, 1985), con clima seco frío, temperatura media anual de 17.8° C. y precipitación media anual de 271 mm (García, 1988).

### **Animales**

Se utilizaron 19 corderos de la raza Rambouillet nacidos entre 10 de febrero y 2 de marzo de 2002, los cuales fueron destetados a los 60 días de edad con un peso promedio de  $24.27 \pm 3.5$  kg.

### **Manejo**

Los corderos se alimentaron con una ración con 16% de PC y 70% de TND basada en granos enteros (cuadro 1), suministrando inicialmente de 300-400 g/animal/d. Previamente se aplicó una vacuna contra siete cepas de bacterias de Clostridium, y se desparasitó con ivermectina.

### Cuadro 1. Ración Suministrada a los Corderos

Ingredientes	%
Sorgo grano entero	33
Cebada grano entero	50
Pasta de soya	15
Bicarbonato de sodio	1.5
Microminerales	0.5

Ración modificada del Consejo Nacional de Producción de Granos, USA. (S/F)

#### **Tratamientos**

Los corderos al destetarse se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos; uno de los cuales (9 corderos) permaneció con crías hembras y el otro (10 corderos) sin hembras.

#### **Variables**

##### Independientes

- Peso del cordero
- Desarrollo testicular
- Presencia de hembras

##### Dependientes

- Pubertad (días)
- Calidad seminal

#### **Procedimiento**

Las mediciones de registro de peso, circunferencia y diámetro testicular se iniciaron a los 3 meses de edad y posteriormente cada 14 días hasta la presentación de la pubertad.

Para el peso se utilizó una báscula con capacidad de 500 kg. provista de jaula; en el caso de circunferencia escrotal, se hacían descender los testículos con la mano izquierda, en tanto que con la derecha y mediante el uso de una cinta métrica de plástico se medía la zona ecuatorial de los mismos; para tomar el diámetro se utilizó un vernier con el cual se midió el diámetro mayor del testículo.

### **Determinación de Pubertad**

Para determinar la presentación de la pubertad, los corderos se revisaron diariamente a partir de los 90 días, verificando el desprendimiento de la prolongación uretral. Cuando esto sucedió, se inició la extracción del semen por medio de un electroeyaculador. Las muestras de semen se realizaron para determinar el volumen, concentración, morfología y motilidad. La concentración de  $50 \times 10^6$  espermatozoides eyaculados se consideró como criterio del inicio de la pubertad en los corderos (Mukasa *et al.*, 1992).

### **Evaluación del Semen**

La evaluación del semen se realizó cada 14 días hasta que los corderos cumplieron 6 meses de edad. El semen fue obtenido mediante electroeyaculador (Cameron, 1977) colocando el electrodo previamente lubricado en el recto del cordero, con los polos apuntando hacia las vesículas seminales. Dando periodos de estimulación de 9 volt por 5 segundos seguidos de periodos de descanso de igual duración.

Los parámetros evaluados fueron:

- Volumen
- Motilidad
- Concentración espermática
- Morfología

El volumen se determinó directamente en los tubos graduados con divisiones de 0.1ml y con capacidad para 10 ml utilizados para la recolección.

Posteriormente se midió la motilidad progresiva, para ello se tomó 0.1 ml de semen con pipeta y se diluyó en 9.9 ml de citrato de sodio al 2.9%, a una temperatura de 37°C, obteniéndose una dilución 1:100, la cual se colocó en un portaobjetos calentado entre 37° - 40°C. y se observó en microscopio con aumento 100x

La concentración espermática se calculó utilizando una cámara de Neubauer, la cual tiene graduado un cuadro de 1 mm. por lado dividido en 25 cuadros, que a su vez están subdivididos. La altura entre la superficie de la cámara y el cubreobjetos calibrado es de 0.1 mm. por lo tanto el volumen total es de 0.1 mm<sup>3</sup>. Para facilitar el conteo se inmovilizaron las células, para lo que se procedió a diluir 2 ml del semen diluido en citrato en solución de Hancock (Hancock, 1957), de esta forma se obtuvo una dilución de 1:200. Se contaron los espermatozoides en cinco cuadros de los 25 de la cámara, seleccionando los cuatro cuadros de las esquinas y el cuadro central, para luego promediar y realizar el cálculo final.

La morfología espermática, se estimó en frotis hechos con una gota de semen diluido en citrato de sodio adicionado con colorante Weils-Awa, se contaron 100 espermatozoides de cada frotis, clasificando las anomalías en primarias y secundarias de acuerdo a Zemjanis (1966).

### **Análisis Estadístico**

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico "R" (Ihaka y Gentleman, 1996). Se realizó un análisis descriptivo de las variables de peso, edad, tamaño testicular y características seminales al momento de la pubertad (Coronado *et al.*, 1994).

Se realizó un análisis de varianza para probar el efecto de diferentes factores sobre la presentación de la pubertad y las características seminales mediante el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + D_j + O_k + e_{ijk}$$



Donde  $Y_{ijk}$ : Inicio de pubertad (días) o características seminales;  $\mu$ : Media poblacional;  $P_i$ : Efecto del peso del cordero;  $D_j$ : Efecto del desarrollo testicular,  $O_k$ : Efecto de la presencia de ovejas;  $e_{ijk}$ : error residual

Dónde se encontró diferencia se efectuó la prueba de Tukey. Finalmente se utilizó un análisis de correlación entre las variables peso, días a la pubertad, desarrollo testicular y características seminales, usando el coeficiente de correlación de Pearson's.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### **Parámetros de Peso, Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular y Calidad Seminal en Corderos Rambouillet**

En el cuadro 2 se describe la estadística descriptiva de las diferentes variables en estudio, con media aritmética, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV).

La media del peso de los corderos ( $48.16 \pm 5.12$  kg) a la pubertad representó el 53% del peso adulto de los mismos animales (12 meses de edad) con un rango del 43 al 65%. Se tienen datos que indican que la pubertad de corderos en la razas manchegas se presenta aproximadamente cuando tienen el 60 al 70 % del peso adulto (Vázquez y Garde, 1994), dicha diferencia mostrada pueden ser debido a la precocidad de las razas.

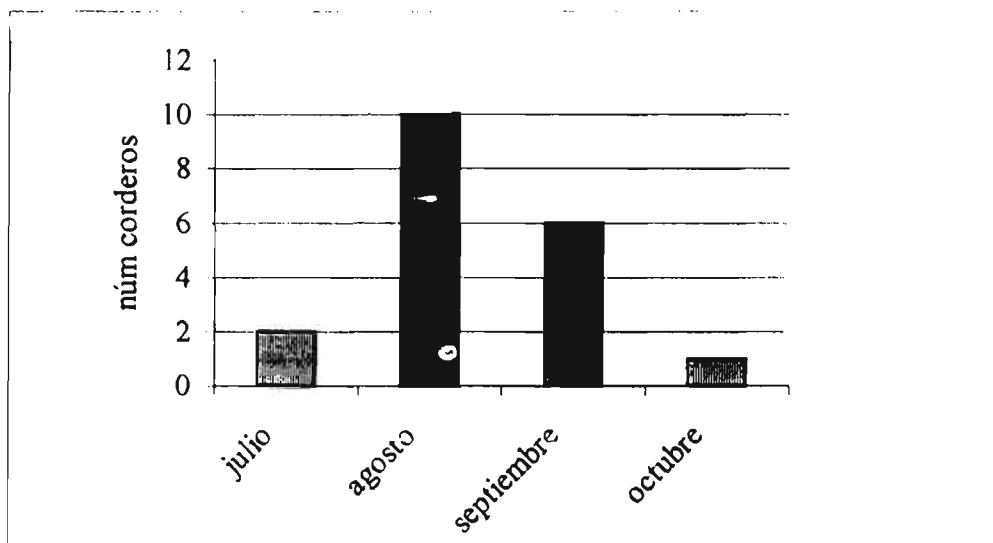
La edad promedio a la pubertad de los corderos fue de  $188.63 \pm 19.25$  días, con rangos menores de 150 y mayores de 222 días. De acuerdo a la fecha de nacimiento (febrero y marzo), en el tiempo que la mayoría de los corderos alcanzaron la pubertad (agosto y septiembre) todavía no alcanzaban el 60% del peso adulto 86 – 109 kg. (Ochoa, 1999), aunque si la edad que se establece para presentación de la pubertad, que es de 6 a 7 meses (figura 1). Este proceso también pudo ser influenciado por el fotoperíodo, ya que conforme avanza la estación de verano según Daza (1997) éste afecta el crecimiento testicular del cordero de modo que fotoperíodos decrecientes favorecen su desarrollo y fotoperíodos crecientes lo disminuyen.

**Cuadro 2. Parámetros Generales de Peso y Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular y Calidad Seminal en Corderos Rambouillet en Condiciones de Estabulación en el Centro-Norte de México (22° LN)**

	Mínima	Máxima	Media	DE	CV
Peso pubertad (kg)	39	59	48.16	5.12	11
Edad pubertad (días)	150	222	188.63	19.25	10.21
Circunferencia (cm)	24	31.5	27.26	2.22	8.14
Diámetro testículo (cm)	3.7	6.3	5.12	0.72	14.06
<u>Análisis de semen</u>					
Volumen (ml)	0.25	1.0	0.67	0.25	37.31
Concentración (x 10 <sup>6</sup> /ml)	50	257	140	60.79	43.42
Motilidad (%)	5	90	56.58	23.63	41.76
<u>Morfología (%)</u>					
Normales	42	85	64.63	12.51	19.36
Anormalidad Primaria	11	46	29.84	10.46	35.05
Anormalidad Secundaria	1.0	18	5.52	4.43	80.25

Se encontraron mayores coeficientes de variación en morfología del semen, que puede ser debido a la edad en que entraron en pubertad los corderos ( $188.63 \pm 19.25$  días), ya que la calidad del semen está afectada por la edad del animal, y por lo regular la primera eyaculación contiene una gran cantidad de células anormales; como malformaciones en la cabeza y gotitas en el citoplasma proximal que indican una actividad espermática incompleta y una maduración incompleta en el epididimo. (Jainudeen y Hafez, 1996).

**Figura 1 Distribución Mensual de la Presentación de la Pubertad en Corderos Rambouillet Nacidos entre el 10 Febrero y 2 de Marzo, Mantenidos desde el Destete en Estabulación con una Dieta a Base de Granos Enteros, en el Centro-Norte de México (22° LN)**



La media de la circunferencia escrotal de los corderos a la pubertad fue 27.26 cm, con un rango de 24 a 31.5 cm. Este dato representa el 90 % de la mínima requerida para un animal adulto. Ruttle y Southward (1988), indican que los sementales adultos ovinos con una circunferencia <30 cm presentan problemas de infertilidad. Por otro lado, este porcentaje es superior al señalado por Ponzoni (1975) el cual menciona que el tamaño de los testículos de los corderos a la pubertad tienen el 80 % de su tamaño adulto. Dicho dato se basa en corderos de mucho menor peso (25-35 kg) que los de este trabajo. Cabe señalar, que solamente el 5% (1) del total de los corderos se encontraron tanto en la clase máxima (31.5 cm) como en la mínima (24 cm).

El volumen eyaculado que se obtuvo en este trabajo, se encuentra dentro de los rangos normales en promedio (0.67 ml) para la edad del cordero, con un mínimo de 0.25 ml y un máximo de 1.0 ml. Es importante indicar que en borregos adultos de las razas Tabasco, Poll Dorset y Criollo, el volumen promedio de eyaculado fue de 0.93, 1.2 y 1.21 ml respectivamente (Valencia *et al.*, 1979). Por su parte, Gontró *et al.* (1987) encontraron en carneros adultos Merino un volumen de  $1.15 \pm 0.51$  ml.

La concentración espermática encontrada fue de  $140 \times 10^6$  ml con un valor mínimo de  $50 \times 10^6$  ml y un máximo de  $257 \times 10^6$  ml. Las medias de concentración espermática fueron menores a las obtenidas por Trejo *et al.* (2001), al evaluar a cabritos jóvenes, es posible que esto se deba a la diferencia de edades al momento del inicio de la pubertad (188 días vs 240 días). Sin embargo el peso a la pubertad de los corderos en este trabajo fue mayor que el obtenido por el autor citado.

Por otra parte en corderos de la raza Tabasco, Valencia *et al.* (1975) encontraron una concentración espermática de  $2 - 3 \times 10^9$  espermatozoides/ml a los 274 días de edad y peso de 23 kg. A su vez, Trejo *et al.* (1994) utilizando corderos púberes Rambouillet de 240 días y 30 kg de peso, obtuvieron una concentración espermática de  $1528 \pm 1317 \times 10^6$  espermatozoides/ml en ambos casos, la concentración espermática es mayor a la obtenida en este trabajo (140 millones/ml) aun cuando los pesos son más bajos y la edad fue mayor en 86 y 52 días, pudiendo ser estos aspectos los que marcan la diferencia con respecto a la concentración espermática, en razón de que en este trabajo el dato reportado es exactamente al momento de la presentación de la pubertad, mientras que en los otros trabajos, no se infiere que el muestreo corresponda al inicio de la pubertad.

La motilidad se encontró entre los valores de 5% como mínimo, 90% como máximo y un promedio de 56.58%. Para esta característica, Gontró *et al.* (1987) reportan para carneros adultos de la raza Merino una motilidad progresiva de  $72.4 \pm 7.1\%$ ; por otra parte los resultados de este trabajo coinciden más con los de Trejo (1989) quien reporta un porcentaje de motilidad progresiva de  $42.90 \pm 28.40$  para cabritos púberes de la raza Alpina, mientras que para corderos púberes, Trejo *et al.* (1994) encontraron una motilidad progresiva de  $37.6 \pm 25.4 \%$ . Asimismo también se ha reportado motilidad progresiva de  $40.7 \pm 29.8 \%$  de cabritos antes de la pubertad entre los 182 y 231 días de edad (Salazar *et al.*, 1987).

El porcentaje de espermatozoides eyaculados normales, malformaciones primarias y malformaciones secundarias fueron en promedio de 64.63, 29.84 y 5.52% respectivamente, estos porcentajes se encontraron altos en relación a lo reportado por

Trejo *et al.* (1994) con un porcentaje de espermatozoides normales para corderos púberes de  $84.3 \pm 7.5\%$ , espermatozoides anormales primarios de  $0.6 \pm 0.9\%$  y  $11.6 \pm 3.3$  de espermatozoides anormales secundarios, así como lo reportado por Gontró *et al.* (1987) para carneros adultos de la raza Merino Australiano en el primer semestre del año (enero a junio) de  $4.88 \pm 4\%$  de anomalías primarias y  $86 \pm 5.7\%$  de anomalías secundarias. Esto puede estar influenciado por el tiempo en que los corderos de este trabajo entraron en pubertad (cuadro 2), ya que el fotoperiodo es uno de los principales factores que afectan la calidad del semen. Colas y Courot (1977), mencionan que la duración de las horas de luz, afectan el peso testicular, la espermatogénesis, modificando las reservas de espermatozoides en el testículo y epidídimo, el total de espermatozoides eyaculados, la proporción de células anormales y por lo tanto la capacidad de fecundar. De esta manera las características del semen tienden a ser mejores cuando los días se acortan durante el otoño.

## **Peso y Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular y Calidad Seminal en Corderos Rambouillet con o sin Presencia de Hembras**

Los datos se sometieron a un análisis de varianza para verificar el efecto de la presencia o ausencia de hembras.

Se manifestó un efecto de tratamiento ( $p < 0.05$ ) con respecto a las malformaciones normales y secundarias de los espermatozoides. Siendo el porcentaje de normales mayor en los corderos con ausencia de hembra y el porcentaje de malformaciones secundarias mayor en los corderos con presencia de hembras. En base a lo mencionado, se puede inferir que la presencia de corderas modificó negativamente la morfología de los espermatozoides, tomando en cuenta el menor porcentaje de espermatozoides normales y el porcentaje de malformaciones primarias y secundarias que fueron mayores que en el grupo de corderos sin hembras.

La presencia o ausencia de hembras con los machos no afectaron ( $p > 0.05$ ) los parámetros de pubertad, desarrollo testicular y malformaciones primarias. Sin embargo se observó una tendencia de un mejor comportamiento en los machos con hembras con respecto a un mayor peso (42.2 vs 47.2 kg) y menor edad a la pubertad (6 vs 6.5 meses), mayor volumen del líquido espermático (0.69 vs 0.65 ml), y mayor concentración de espermias (146 vs 134 x 10<sup>6</sup> ml).

La circunferencia escrotal fue semejante en los dos grupos de corderos, pero el diámetro testicular fue mayor en los corderos sin hembras y las malformaciones primarias fueron menores que en los corderos con hembras sin presentar diferencias ( $p > 0.05$ )

Los experiencias heterosexuales en corderos se han manifestado en un mejor comportamiento de los mismos en edades posteriores al evaluar su comportamiento reproductivo. Así Katz *et al.* (1988) indican que cerca de 30% de los corderos con edad de 10 meses fueron sexualmente inactivos en su primera experiencia sexual. Price *et al.*

(1991) señalan que este efecto es debido principalmente al permanecer en grupos exclusivos de machos hasta que se usan para el empadre. El efecto positivo de este tipo de experiencias en corderos de 1 año de edad se manifestaron cuando estos estuvieron en presencia de ovejas desde los 7 – 8 meses de edad, los cuales estimulan en un 85% a las hembras durante 4 semanas de prueba, mientras que los corderos que no estuvieron en presencia de corderos solamente las estimularon en un 41, 52, 70 y 74 % en las 4 semanas siguientes de prueba.

Los corderos sin hembras mostraron parámetros inferiores en el análisis de semen, al producir menor volumen, concentración y motilidad, sin llegar a ser significativos ( $p > 0.05$ ), lo cual de acuerdo a Daza (1997), cuando después del destete se separan a los machos de las hembras se provoca un retraso en la actividad sexual en los corderos mostrándose inactivos ante la presencia de ovejas en celo e imposibilitando la recogida de semen para inseminación artificial.

Por otra parte, las medidas de circunferencia, diámetro testicular producción seminal y en menor grado la conducta sexual, son afectadas con tratamientos de gonadotropinas y testosterona, estas medidas sufren cambios a lo largo del año asociadas también al fotoperíodo, la temperatura ambiente, la nutrición y la presencia de hembras en estro (Trejo y Medrano, 1994).



**Cuadro 3. Efecto de la Presencia o Ausencia de Crías Hembras sobre Peso y Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular, y Calidad Seminal de Corderos Rambouillet en Estabulación en el Centro-Norte de México (22° LN)**

	Corderos con hembras			Corderos sin hembras		
	Media	DE	CV	Media	DE	CV
Peso pubertad (kg)	49.2	3.8	7.76	47.2	6.11	12.9
Edad pubertad ( días)	184	26.2	14.23	192.4	9.79	5.09
Circunferencia (cm)	27.2	2.35	8.63	27.3	2.23	8.17
Diámetro testículo. (cm)	4.93	0.7	14.2	5.29	0.74	13.99

Análisis semen

Volumen (ml)	0.69	0.27	39.13	0.65	0.24	36.92
Concentración(x 10 <sup>6</sup> /ml)	146	64.6	44.15	134.3	60.04	44.7
Motilidad (%)	57.8	22.2	38.49	55.5	25.97	46.79

Morfología (%)

Normales	57.6 <sup>a</sup>	9.21	16	71 <sup>b</sup>	11.93	16.8
Malformaciones Primarias	34	6.65	19.55	26.1	12.11	46.39
Malformaciones Secundarias	8.44 <sup>a</sup>	4.92	58.29	2.9 <sup>b</sup>	1.2	41.38

Números con diferentes literales son diferentes (p<0.05)

## Influencia del Desarrollo del Cordero en la Presentación de la Pubertad y Calidad Seminal

En el cuadro 4 se incluyen las relaciones que mostraron el desarrollo del peso del cordero, circunferencia escrotal y diámetro testicular sobre los días a la presentación de su pubertad y su calidad seminal. Para dicho efecto se presentan los coeficientes de regresión de la prueba.

**Cuadro 4. Coeficientes de Regresión de la Relación del Desarrollo del Peso y Testículos de los Corderos sobre la Presentación de su Pubertad y Características Seminales**

	Días	Volumen	Motilidad	Esperm. Normales	Malform. Primarias	Malform. Secund.
<b>Peso</b>	-0.097 ns	0.019ns	1.495ns	-37.620ns	0.286ns	0.089ns
<b>Circunferencia</b>	-3.102ns	0.018ns	4.308ns	-0.475ns	0.967ns	-0.486ns
<b>Diámetro</b>	-5.434ns	0.069ns	16.632**	-0.535ns	2.318ns	-1.782ns

p<0.05)

ns= no significativo (p>0.05)

El desarrollo del peso corporal y de los testículos (circunferencia y diámetro) no manifestaron un efecto sobre la presentación de la pubertad (días) y sobre la calidad del semen producido por los corderos.

La excepción fue la relación presentada por el diámetro testicular con motilidad del semen (p<0.05). En donde a mayor diámetro testicular, mayor fue la motilidad del semen. Este resultado es congruente con el coeficiente de correlación entre estas dos

variables (0.53;  $p < 0.001$ ). Precisamente por la relación tan estrecha que existe entre la circunferencia escrotal con las características seminales y la libido el macho, es que se considera un parámetro confiable para la selección de machos aptos para la reproducción (Knights *et al.*, 1984).

Sin embargo, es importante señalar que el efecto del peso de los corderos sobre el volumen del semen eyaculado ( $p = 0.09$ ) y la circunferencia testicular sobre la motilidad del semen ( $p = 0.08$ ), presentaron una tendencia hacia la significancia estadística. Aunque los coeficientes de correlación entre estas variables no fueron significativos, la magnitud de sus coeficientes de correlación sí fueron importantes (0.39 y 0.41).

Se observó, cómo las características del eyaculado (volumen y motilidad) están altamente correlacionadas (0.53) y se pueden predecir en función de la circunferencia escrotal, dado que un aumento de ésta, genera mayor número de espermatozoides morfológicamente normales que mejoran la motilidad y viabilidad del semen, patrón que se hace constante a través del tiempo, lo que indica la madurez del tracto reproductivo (Pérez y Mateos, 1993).

Al respecto de la relación peso del cordero con volumen del semen, en machos cabrios de diferentes razas se encontró una relación muy estrecha entre estas variables (Chauhan e Israel, 1992).

En cabritos se han presentado efectos significativos de la relación entre la circunferencia escrotal y la calidad del semen. Encontrando básicamente una estrecha relación ( $p < 0.01$ ) con la motilidad progresiva ( $r = 0.61$ ), concentración espermática ( $r = 0.43$ ), anomalías secundarias ( $r = 0.33$ ) y primarias ( $p < 0.05$ ) ( $r = 0.20$ ) (Salazar *et al.*, 1987).

Trejo *et al.* (1994) encuentran diferencia significativa en la motilidad progresiva en corderos prepúberes tratados con GnRH y testosterona incluso para el tratamiento

testigo, indicando que esta diferencia debe ser atribuida al crecimiento y este esta estrechamente relacionado con el diámetro testicular (Al-Nakib *et al.*, 1987).

Chauhan e Israel (1992) reportan también que existe una correlación significativa entre la circunferencia escrotal y la motilidad inicial.

También en machos cabrios, se ha manifestados un efecto del tamaño testicular con la edad a la pubertad (Bongso *et al.*, 1982, Chemineau *et al.*, 1984). La relación entre la circunferencia escrotal y niveles de progesterona y LH en la época púber en machos cabrios, con un incremento de los niveles hormonales cerca de los 6 meses de edad que coincide con la presentación de la pubertad y un incremento del tamaño testicular hasta los 7 meses de edad es manifestada por Özsar *et al.* (1990). Asimismo Sanford *et al.* (1982) manifiestan que la producción de testosterona aumenta de acuerdo al desarrollo testicular y a la edad del animal.

**Correlación entre Peso y Edad a la Pubertad, Desarrollo Testicular y Características Seminales en Corderos Rambouillet.**

En el cuadro 5 se indican los coeficientes de correlación entre las diferentes variables estudiadas en corderos Rambouillet.

**Cuadro 5. Correlación de los Parámetros Peso, Edad, Desarrollo Testicular y Calidad Seminal a la Pubertad en Corderos Rambouillet en Estabulación en el Centro-Norte de México (22° LN)**

	Edad	Circunferencia	Diámetro	Volumen	Concentración	Motilidad	Espermas Normales	Malformaciones Primarias	Malformaciones secundarias
<b>Peso (kg)</b>	-0.03	0.56**	0.32	0.39	0.20	0.32	-0.15	0.14	0.10
<b>Edad (días)</b>		-0.36	-0.20	0.03	-0.29	-0.22	0.26	-0.18	-0.31
<b>Circunferencia (cm)</b>			0.72**	0.16	-0.02	0.41	-0.08	0.20	-0.24
<b>Diámetro (cm)</b>				0.20	0.19	0.51**	-0.03	0.16	-0.29
<b>Volumen (ml)</b>					0.36	0.53**	0.21	-0.21	-0.1
<b>Concentración (x106)</b>						0.35	0.02	-0.08	0.13
<b>Motilidad (%)</b>							-0.05	0.04	0.04
<b>Espermas normales (%)</b>								-0.94**	-0.60**
<b>Malfor. Primarias (%)</b>									0.30

\* (p<0.05) \*\* p<0.01)

Se presentó una correlación significativa y positiva ( $p < 0.05$ ) entre el peso de los corderos con la circunferencia escrotal ( $r=0.55$ ). Indicando que a mayor peso de los corderos la circunferencia escrotal era mayor. Este tipo de resultado se ha presentado en corderos de diferentes edades y razas. En corderos de la raza Awassi, iniciando a la edad

de 2-3 meses los más altos incrementos en los parámetros testiculares se manifestaron a los 7 a 10 meses con un peso vivo de 34.6 kg., de tal forma el desarrollo testicular, (largo, ancho, circunferencia y volumen) se correlacionó ( $p < 0.01$ ) con la edad y peso corporal ( $r = 0.68 - 0.97$ ), siendo más afectado el desarrollo testicular por el peso que por la edad de los corderos (Salhab *et al.*, 2001).

Esta misma circunstancia es presentada por Celis *et al.* (1986) en corderos raza Pelibuey con edades que fluctuaban de menos de 1 año y mayores de 2 años. Dichos investigadores encontraron correlaciones altas y significativas ( $p < 0.01$ ) entre el peso corporal con la circunferencia y diámetros testiculares para los tres grupos de edades ( $r = 0.88 - 0.98$ ). Concluyen que la circunferencia escrotal es un parámetro confiable para la selección de machos aptos para la reproducción por su alta correlación con el peso corporal. Algo semejante se manifestó en corderos de un año de edad de diferentes razas cárnicas y de doble propósito (Santana *et al.*, 2001).

En estudios similares realizados en cabritos se obtuvo un comportamiento semejante al manifestado en corderos a una edad parecida. En cabritos Alpinos con edad de 75 días al inicio del trabajo, el peso corporal se correlacionó ( $p < 0.01$ ) con la circunferencia escrotal ( $r = 0.75$ ) y con el diámetro testicular ( $r = 0.80$ ) (Salazar *et al.*, 1987), resultando dichos coeficientes mayores a los obtenidos en este trabajo. Por otro lado, resultados similares se obtuvieron con cabritos de 105 a 190 días de edad, con coeficientes de correlación semejantes a los de este trabajo. Siendo las correlaciones para el peso corporal con la circunferencia escrotal de  $r = 0.54$  ( $p < 0.01$ ) y con los diámetros testiculares tanto izquierdo como derecho de  $r = 0.40$  ( $p < 0.05$ ). Manifestando que el tamaño testicular dependió del peso corporal y determinó en parte la calidad seminal, siendo la medida corporal de mayor valor práctico el diámetro testicular (Trejo y Alvarado, 1989).

A su vez, Pérez y Mateos (1993) encontraron en machos cabrios que existe una relación lineal entre la circunferencia escrotal y el peso vivo, teniendo mayor correlación la circunferencia escrotal y el peso vivo que la circunferencia escrotal y la edad.

El tamaño testicular se ha correlacionado significativamente con las concentraciones en sangre de LH, FSH y testosterona. El desarrollo testicular en corderos jóvenes sigue una curva sigmoidea con dos fases distintas y se relaciona más con el peso corporal que con la edad (Matos y Thomas, 1992). Es así, como el crecimiento testicular es lento del 2 al 3 mes del nacimiento, se acelera al iniciar la espermatogénesis (4-5 meses), la cual se relaciona más con la edad fisiológica que con la edad cronológica y después de alcanzar la pubertad se hace lento otra vez (Dyrmondsson, 1973).

El tamaño testicular también se ha relacionado con la edad a la pubertad en machos cabrios (Bongso *et al.*, 1982, Chemineau *et al.*, 1984). La relación entre la circunferencia escrotal y niveles de progesterona y LH en la época púber en machos cabrios, con un incremento de los niveles hormonales cerca de los 6 meses de edad que coincide con la presentación de la pubertad y un incremento del tamaño testicular hasta los 7 meses de edad es indicada por Özsar *et al.* (1990). Al respecto, Georgie *et al.* (1985) señalan que la secreción de testosterona en las primeras fases de vida de los cabritos sigue un patrón bifásico, con dos picos de secreción máxima, uno a los 2-3 meses y el otro a los 6 meses de edad, con un descenso entre ambos, que corresponde a la sustitución de las células fetales de Leydig por células de Leydig adultas. Precisamente, la segunda elevación de secreción de testosterona coincide con la presentación de la pubertad (Metha *et al.*, 1987; Chakraborty *et al.*, 1989). Posteriormente la producción de testosterona aumenta de acuerdo al desarrollo testicular y a la edad del animal (Sanford *et al.*, 1982).

De acuerdo a Notter *et al.* (1981) el tamaño testicular es mejor descrito en términos de peso, sin embargo en los borregos la circunferencia escrotal es fácilmente medida y es un indicador confiable del peso testicular, y probablemente el criterio físico y genético para aumentar la eficiencia reproductiva en las hembras (Walkley y Smith, 1980). Por otra parte, la circunferencia escrotal es un parámetro confiable para la selección de machos aptos para la reproducción, por su alta correlación con el peso

testicular de acuerdo a Celis *et al.* (1986), así como de las características seminales y la libido del macho (Knights *et al.*, 1984).

El peso del animal presentó una relación muy próxima ( $p=0.09$ ) con el volumen del eyaculado con un coeficiente de correlación de 0.39. En machos cabrios de diferentes razas se encontró un coeficiente de correlación semejante al de este trabajo ( $r=0.35$ ) siendo en este caso significativo ( $p<0.01$ ) (Chauhan e Israel, 1992), aun cuando la cantidad de animales utilizados fue menor a la utilizada en el presente trabajo

El diámetro testicular se relacionó significativa y positivamente ( $p< 0.05$ ) con la motilidad espermática ( $r=0.51$ ). En donde ha mayor diámetro de los testículos mayor es la motilidad espermática. Salazar *et al.* (1987) reportan correlaciones de 0.65 ( $p<0.01$ ), en cabritos tratados con andrógenos y gonadotropinas antes de la pubertad.

A su vez, la circunferencia testicular presenta cierta relación con la motilidad espermática ( $p=0.08$ ) con un coeficiente de correlación de 0.41. Mientras que el volumen del eyaculado se correlacionó significativa y positivamente ( $p<0.05$ ) con la motilidad espermática ( $r=0.53$ ). En donde ha mayor volumen espermático mayor es la motilidad espermática.

Glauber (1990) también encontró que la circunferencia escrotal tiene una alta correlación con el peso y el volumen testicular. Al igual que Chauhan e Israel (1992) reportan una alta correlación ( $p<0.01$ ) de la circunferencia escrotal con el volumen eyaculado.

Se presentó una correlación significativa y negativa ( $p< 0.01$ ) entre los porcentajes de espermatozoides normales y las malformaciones primarias ( $r=- 0.94$ ) y secundarias ( $r=-0.60$ ). En donde ha mayor producción de espermatozoides normales menor es el porcentaje de malformaciones tanto primarias como secundarias. En Corderos de raza Merino las anomalías primarias se correlacionaron ( $p<0.01$ ) con las anomalías secundarias ( $r=0.78$ ) Gontró *et al.* (1987).



En la pubertad la calidad y la cantidad de los espermatozoides en el eyaculado del carnero es pobre, ya que presentan una baja motilidad y son numerosos los espermatozoides muertos y anormales (Court, 1979, Dyrmondsson y Less, 1972). Es bien conocido que el eyaculado del carnero es pequeño en volumen (0.7 – 2 ml) con una alta concentración ( $2 - 5 \times 10^9$ ), un porcentaje de motilidad espermática de 70 – 90% y porcentaje de anormales de 5 – 15% (Mann and Lutwac-Mann, 1981). Así Trejo *et al.* (1990) en diferentes razas de ovinos encontraron que el volumen del semen se correlaciona significativamente con la concentración espermática  $r=0.22$  ( $P<0.01$ ) total de espermatozoides,  $r=0.93$  y la motilidad progresiva,  $r=0.90$  ( $p<0.01$ ). Se ha encontrado una alta correlación de la fertilidad con la motilidad progresiva, la concentración y el porcentaje de anomalías espermáticas (Courrot y Ortavant, 1981).

## CONCLUSIONES

El conocimiento de la manifestación de la pubertad en corderos en base a la edad y peso y su relación con los parámetros de desarrollo testicular y calidad seminal nos permiten asegurar un mejor éxito en la actividad de compra venta de corderos como prospectos de sementales a la edad de 6 – 7 meses, por otro lado la respuesta de los corderos a la presencia de crías hembras no se vio favorecida en ninguno de los parámetros estudiados.

## BIBLIOGRAFIA

- Alberio, R. 1976. Rôle de la photopériode dans le développement de la fonction de reproduction chez l'agneau Ile-de-France, de la naissance a 21 mois. Thèse Doct. University of Paris.
- Al-Nakib, F.M.S., Lodge, G.A., Owen, J.B.A. 1986. A study of sexual development in ram lambs. *Anim. Breed. Abst.* 43 (3): 459-468
- Amann, R.P. 1981. A critical review of methods for evaluation of spermatogenesis from seminal characteristics. *J. Androl.* 2:37
- Amann, R.P., Schanbacher., B.D. 1983. *Physiology of Male Reproduction.* J. Anim. Sc. Vol. 57, Suppl. 2
- Belibasaki, S., Kouimtzis, S. 2000. Sexual activity and body and testis growth in prepuberal ram rams of Friesland, Chios, Karagouniki and Serres dairy sheep in Greece. *Small Rumin. Res.* 37:109-113
- Bielli A., Gastel M.T., Pedrana, G., Moraña, A., Castrillejo, A., Lundeheim, N., Forsberg, M., Rodríguez-Martinez, H. 2000. Influence of pre - and post - puberal grazing on adult testicular morphology in extensively reared Corriedale rams. *An. Rep. Sci.* 58:73-86
- Bongso, T.A., Jainudeen, M.R., Sitizahrah, A. 1982. Relationship of scrotal circumference to age, body weight and onset of spermatogenesis in goats. *Theriogenology*, 18 (5) 513-524
- Bronson, F.H. 1985. Mammalian reproduction: an ecological perspective. *Biol. of Reprod.* 32: 1-26
- Cameron, R.D.A. 1977. Semen collection and evaluation in the ram. The effect of method of stimulation on response to electroejaculation. *Aust. Vet. J.* 53:380-383
- Celis, G.J.P., Rodríguez, R.O.L., Quintal, F.J.A.. 1986. Correlaciones entre circunferencia escrotal y otras medidas zoonométricas con el peso testicular en borregos Pelibuey. *Mem. Reu. Inv. Pec. en Mex. Unidad de Congresos, CMS-IMSS.* p. 180

- Chakraborty, P. K., Stuart, L.D., Brown, J. L. 1989. Puberty in the male Nubian goat: serum concentration of LH, FSH and Testosterone from birth through puberty and semen characteristics at sexual maturity. *Anim. Reprod. Sci.* 20:91-101
- Chauhan, F.S., Israel, S.H. 1992. Testicular size and semen characteristics in bucks. *Recent Advances in Goats Production.* pp. 1046-1051
- Chemineau, P., Beche, J.M., Shitalou, E., Gauthier, D. 1984. Testicular growth of young Creole bucks: mathematical model and relationship with sexual behaviour. 10<sup>th</sup> Int. Congr. On Anim. Reprod. And I.A., Illinois, Urbana. USA. pp. 166-168
- Claypool, L.E. and Foster, D.L. 1990. Sexual differentiation of the mechanism controlling pulsatile secretion of luteinizing hormone contributes to sex differences in the timing of puberty in sheep. *Endocrinology* 126: 1206-1215
- Colas G., Courot, M. 1977. Production of spermatozoa, storage of semen and artificial insemination in the sheep. *Symposium management of reproduction in sheep and goats.* Univ. of Wisconsin. U. S. A. pp. 32-40
- Coronado, J.L., Corral, A., López, P., Miñano, R., Ruiz, B., Villén, J. 1994. *Estadística Aplicada con Statgraphics.* Addison-Wesley. Iberoamericana. Wilmington, Delaware, USA. 298 p
- Court, M. 1979. Semen quality and quantity in the ram. *Sheep Breeding.* Ed. Tomes, G.L., Robertson, D.E. y Lightfoot, R.J. 2a. ed. Editorial Butterworths, Reino Unido. pp. 495-504
- Courot, M., De Reviere, M.M., Pelletier, J. 1975. Variation in pituitary and blood LH during puberty in the male lambs. Relation to time of birth. *Annals Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 15: 509-516
- Courot, M., Ortavant, R. 1981. Endocrine control of spermatogenesis in the ram. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 30: 47-60
- Dalton, C. 1980. *An introduction to practical animal breeding.* Ed. Granada U. S. A.
- Daza, A.A. 1997. *Reproducción y Sistemas de Explotación del Ganado Ovino.* Ed. Mundi-Prensa. México. p.384
- Dyrmondsson, O.R., Lees, J.L. 1972. Puberal development of Clun Forest ram lambs in relation to time of birth. *J. Agric. Sci. (Camb.).* 79: 83-89

- Dyrmundsson, O.R. 1973. Puberty and early reproductive performance in sheep. *Anim. Breed. Abstr.* 41:419-430
- El Wishy, A. B. 1974. Some aspects of reproduction in fatted sheep in subtropics. IV. Puberty and sexual maturity *Zeitschrift für Tierzucht und Zuchtungsbiologie.* 91:311-316
- Folch, J. 1984. The influence of age, photoperiodism and temperature on semen production of rams. In: M. Courout (Editor), *The male in farm animal reproduction.* Martinus Nijhoff, Amsterdam. pp. 141-160
- Foster, D.L. and Ryan, K.D. 1979. Endocrine mechanisms governing the transition into adulthood: a marked decrease in the inhibitory feedback action of estradiol on tonic secretion of luteinizing hormone in the lamb during puberty. *Endocrinology.* 105: 896-904
- Gallego, L., Torres, A., Caja, G. 1994. *Ganado Ovino Raza Manchega.* Ed. Mundi prensa.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.* Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gastel, T., Bielli, A., Pérez, R., López, A., Catrillejo, A., Tagle, R., Franco, J., Laborde, D., Foresberg, M., Rodríguez-Martínez. 1995. Seasonal variations in testicular morphology in Uruguayan Corriedale rams. *An. Rep. Sci.* Vol 40:59-75
- Georgie, G.C., Mehta, S.N., Dixit, V.T., Sengupta, B.P., Kanaujia, A.S. 1985. Peripheral plasma testosterone levels in two Indian breed of goats and their reciprocal crosses. *An. Repr. Sci.* 9: 95-98
- Glauber, C. 1990. El toro en el rodeo de Cría: aporte a la eficiencia reproductiva y propuesta para su evaluación. *Veterinaria Argentina,* XII (70): 690-698
- Goñtró, P., Pérez, R., López, P., Sosa, F. 1987. Evaluación de las características espermáticas, circunferencia escrotal y libido de carneros Merino durante el primer semestre del año en Querétaro. *Memoria XXI Reunión Nacional de Asociación Mexicana de Producción Animal.* Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamps.

- Herbosa, C.G. and Foster, D.L. 1996. Defeminization of the reproductive response to photoperiod occurs early in prenatal development in the sheep. *Biol. of Reprod.* 54: 420-428
- Hancock, J.L. 1957. VI The morphology of boar spermatozoa. *J. Royal Microbiol. Soc.* 76: 87- 97
- Haynes , N.B., Schanbacher, B. D. 1983. *Sheep Production*, Ed. Haresing, London. pp. 431-452
- Hulet, C.V. 1977. Prediction of fertility in rams. *Vet. Med. Small. Anim. Clin.* 72:1363-1367
- Hunter, R.H.F. 1980. *Physiology and Technology of Reproduction in Female Domestic Animals*. Academic Press, London, New York.
- INEGI. 1985. *Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí*. México, D.F. 186 p.
- Ihaka, R., Gentleman, R. 1996. R: A language for data analysis and graphics. *J. Of Computational and Graphical Statistics.* 5:209-314
- Jainudeen, M.R., Hafez, E.S.E. 1996. Incapacidad reproductiva en machos. En. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. Edit. Interamericana, México. pp. 271-280
- Katz, L.S., Price, E.O.M., Wallach, S.J.R., Senchak, J.J. 1988. sexual performance of rams reared with or without female after weaning. *J. Anim. Sci.* 66:1166
- Karsch, F.J., Foster D.L. 1975. Sexual differentiation of the mechanism controlling the preovulatory discharge of luteinizing hormone in sheep. *Endocrinology.* 97: 373-379
- Knight, T.W. 1977. Methods for the indirect estimation of testes weight and sperm numbers and Merino and Romney rams. *N.Z.J. Agric. Res.*, 20:291-296
- Knights, S. A., Baker, R.L., Gianola, D., Gibson, J. B. 1984. Estimates of heritabilities and genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. *J. Anim. Sci.* 58: 887-893
- Kumi-Diaka, J., Adesiyun, A., Sexoni, V., Ezeokoli, C. D. 1985. Scrotal dimensions and ejaculate characteristics of three breeds of sheep in tropical Nigeria. *Theriogenology.* 23:671-677

- Land, R.B. 1973. The expression of female sex-limited characters in the male. *Nature* 241:208
- Land, R.B. 1978. Reproduction in young sheep: some genetic and environmental sources of variation. *J. Reprod. Fert.* 52: 427-436
- Mann, T., Lutwac-Mann, C. 1981. Male reproductive function and semen. Springer, Berlin, New York. pp. 269-326
- Matos, C.A.P., Thomas, D.L. 1992. Physiology and genetics of testicular size in sheep: a review. *Livestock Prod. Sci.* Vol. 32 (1):1-30
- Metha, S.N. Georgie, G.C., Dixit, V.P., Galhotra, M.M. Kanaujia, A.S. 1987. Plasma testosterone and gonadotrophin levels up to puberty in Black Bengal male kids. *Indian J. Anim. Sci.* 57: (6) 517-521
- Mukasa, E., Mugerwa, E., Ezaz, Z. 1992. Relationship of testicular growth and size to age, body weight and onset of puberty in Menz ram lambs. *Theriogenology*. 38: 979-988
- Notter, D.R., Lucas, J. R., McClaugherty, F.S. 1981. Accuracy of estimation of testis weight from *in situ* testis measures in ram lambs. *Theriogenology*. 15:227
- Ochoa C. M. A. 1999. Pequeños ruminantes razas ovinas. Ed. Universitaria Potosina. p.73-77
- Olster, D.H., D.L. Foster. 1986. Control of gonadotropin secretion in the male during puberty: a decrease in response to steroid inhibitory feedback in the absence of an increase in steroid-independent drive in the sheep. *Endocrinology* 118: 2225-2234
- Ortavant, R. 1958. Le cycle spermatogénique chez le bélier. PhD. Thesis, Université de Paris.
- Özsar, S., Güven, B., Selebi, M., Kalkandelen, G., Van de Wiel, D.F. M. 1990. Testosterone and LH concentrations in the male Angora goat during puberty. *Anim. Reprod. Sci.* 23: 319-326
- Pérez, L.I.B., Mateos, R.E. 1993. Evolución del tamaño testicular en machos cabrios de las razas Verata y Malagueña. *Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim.* 8:257-268

- Pérez, I.I.B., Mateos, R.E. 1994. Desarrollo testicular y producción de testosterona en machos cabrios de las razas Verata y Malagueña. Invest. Agr. Prod. Sanid. Anim. Vol. 9 (1)
- Ponzoni, R. 1975. Manejo de carneros para mayor eficiencia reproductiva. Curso de ovinos. Ed. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de la Pampa. p. 38
- Price, E. O., Estep, K.Q., Wallach, S.J.R., Dally, M.R. 1991. Sexual performance of rams as determined by maturation and sexual experience. J. Anim. Sci. 69:1047-1052
- Ruttle, J., y Southward, J.M. 1988. influence of age and scrotal circumference on breeding soundness examination of range rams. Theriogenology. 29: 945
- Salazar, C. E., Reyes, R. J. L., García, L.J.R., Trejo, G.A. 1987. Correlaciones entre el desarrollo corporal, el tamaño testicular, la calidad seminal y la concentración hormonal en cabritos tratados con andrógenos y gonadotropinas antes de la pubertad. III Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. Facultad de Estudios Superiores Cuatitlán. UNAM. Pp. 28-33
- Salhab, S.A., Zarkawi, M., Wardeh, M.F., Al-Masri, M. R., Kassem, R. 2001. Development of testicular dimensions and size, and their relationship to age, body weight and parental size in growing Awassi ram lambs. Small Rumin. Res. 40:187-191
- Sanford, L.M., Palmer, W.M., Howland, B E., 1982. Influence of age and breed on circulating LH, FSH and Testosterone levels in the ram. Can. J. Anim. Sci. 62: 767-776
- Santana, A.F., Costa, G.B., Fonseca, L.S. 2001. Avaliação da Circunferência escrotal como critério de seleção de machos jovens da raça Sana Inês. Rev. Bras. Saúde Prod. An. 1:28-32
- Schanbacher, B.D. 1984. Regulation of luteinizing hormone secretion in male sheep by endogenous estrogen. Endocrinology 115: 944-950
- Teixeira, R.A., Albuquerque, L.G., Fries, L.A. 1988. Influência do peso à desmama, sobre medidas e avaliações do perímetro escrotal ao sobreano em touros Nelore: in: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, Uberaba. Belo horizonte. Brasil. p. 351-352



- Trejo, G.A., Alvarado, M.M. 1989. Correlaciones entre el peso, medias gonadales, libido y calidad del semen en cabritos prepúberes nacidos en enero. Mem. Reu. Inv. Pec. Centro de Convenciones del Sindicato del IMSS.
- Trejo, G.A., González, P.E., Vásquez, P.C. 1990. Características reproductivas estacionales en el macho de cinco razas en el altiplano mexicano. II. Características seminales. Mem. III Congreso Nal. de Producción Ovina
- Trejo, G.A., Medrano, H.A. 1994. Aspectos reproductivos del macho ovino. Memorias del Curso de Reproducción Ovina. Especialidad en Rumiantes. Escuela de Agronomía. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Trejo, G.A., Valderrama, G.J.L., Gutiérrez, A.R. 1994. Calidad seminal en corderos púberes tratados con -GnRH, hCG y testosterona. 7º Congreso Nacional de Producción Ovina. Toluca Méx.
- Trejo, G.A., Bohórquez, A.M., Jiménez, O.J.J., Dueñas, S.M.C. 2001. Efecto de la hormona del crecimiento recombinante bovina sobre el crecimiento, calidad seminal y niveles de testosterona en cabritos jóvenes. Memorias del II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Mérida Yucatán. México.: p. 57.
- Valencia, J., Barrón, C., Fernández-Baca, S. 1975. Pubertad en corderos Tabasco-Dorset. Vet. Méx. 8: 127
- Valencia, J., Barrón, C., Fernández-Baca, S. 1979. Variaciones estacionales del semen de carnero en México. Vet. México 10:151-156
- Vázquez, I., Garde, J. 1994. Reproducción en el Morueco de raza Manchega. En: Ganado Ovino de Raza Manchega. Ediciones Mundi-prensa. pp. 91-98
- Walkden-Browns, S.W., Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in and prediction of testicular and epididimal sperm content in Australian Cashemere bucks. Vth.Int. Conf. on Goats, New Delhi, Indian. Abstr. p.314
- Walkley, J.R.W., Smith, C. 1980. The use of physiological traits in selection for litter size in sheep. J. Reprod. Fertil. 59:83
- Wood, R.I., Foster, D.L. 1998. Sexual differentiation of reproductive neuroendocrine function in sheep. J. of Reprod. and Fertility (3) 130-140

- Wolf, F.R., Almquist, J.O., Hale, E.B. 1965. Prepuberal behaviour and puberal characteristics of beef bull on high nutrient allowance. *J. Anim. Sci.* 24.761
- Zemjanis, R. 1966. *Reproducción Animal*. Ed. Limusa, México. p. 161 - 174