

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CHAPINGO, MEXICO

57/cch
K. Negro

EFECTO DEL FOTOPERIODO SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN CONEJOS MACHOS NUEVA ZELANDA BLANCO Y CALIFORNIA

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL
P R E S E N T A :

DOLORES VALENTINA MARISCAL AGUAYO

Bajo la supervisión de:
DR. RAYMUNDO RODRIGUEZ DE LARA

1990



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL DR RAYMUNDO
RODRIGUEZ DE LARA. FUE REVISADA POR EL JURADO EXAMINADOR Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCION DEL GRADO:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL

JURADO EXAMINADOR

PRESIDENTE:


DR. RAYMUNDO RODRIGUEZ DE LARA

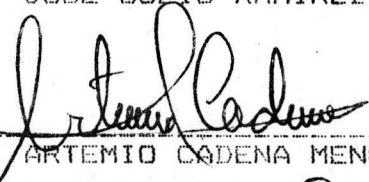
SECRETARIO:


DR. JAVIER VALENCIA MENDEZ

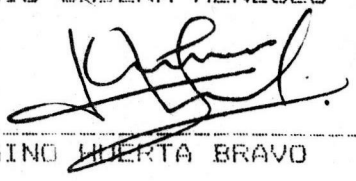
VOCAL:


M.Sc. JOSE SOLIS RAMIREZ

SUPLENTE:


M.C. ARTEMIO CADENA MENESES

SUPLENTE:


M.Sc. MAXIMINO HUERTA BRAVO

23141

DEDICATORIA

A mi esposo y a mi hija, motivos de mi existencia y superación,
con gran amor y agradecimiento por el tiempo compartido.

A mis padres, con cariño y admiración, por su amor, enseñanzas e
incentivos en todo momento de mi vida.

A mis queridos hermanos por el cariño, estímulo y ayuda que
siempre me han brindado.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Raymundo Rodríguez De Lara, deseo expresar mi más sincero agradecimiento por su dirección y apoyo en la realización del trabajo, así como por su invaluable amistad.

Agradezco a los miembros de mi comité: Dr Javier Valencia M., M.Sc. José Solís Ramírez, M.C. Artemio Cadena Meneses y al M.Sc. Maximino Huerta Bravo por su ayuda e importantes sugerencias a este estudio.

Mi reconocimiento muy especial al M.C. Octavio Martínez Huerta por su apoyo, paciencia y dedicación en la realización del presente.

Extiendo mi gratitud al M.C. Rufino López Ordaz y al M.C. Raúl Ulloa, por su valiosa cooperación en el desarrollo del trabajo.

Mi agradecimiento para la Srita. Tere Rodríguez Galicia por su ayuda y sincera amistad.

CONTENIDO

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE APENDICES	vi
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
REVISION DE LITERATURA	6
1. Importancia del conejo	6
2. Importancia del macho	7
3. Características reproductivas	9
4. Organos sexuales masculinos	9
5. Espermatogénesis	10
6. Pubertad y madurez sexual	12
7. Libido	14
8. Fertilidad del macho	17
9. Componentes y características del semen	18
10. Factores que afectan la fertilidad del macho ...	25
10.1. Genotipo	25
10.2. Efectos ambientales	26
10.3. Estado de salud	29
10.4. Frecuencia de uso	30
10.5. Efecto del fotoperiodo	32
11. Mecanismos de acción del fotoperiodo	38
MATERIALES Y METODOS	46
1. Localización	46

2. Animales	46
3. Instalaciones	47
4. Manejo alimenticio	47
5. Higiene y profilaxis	48
6. Manejo reproductivo	49
7. Variables de respuesta	50
8. Análisis estadístico	52
RESULTADOS Y DISCUSION	55
1. Libido, calidad y producción de semen	56
1.1. Libido	59
1.2. Apariencia del eyaculado	59
1.3. Presencia de gel	60
1.4. Motilidad de los espermatozoides del eyaculado	62
1.5. Volumen del eyaculado	64
1.6. Concentración de espermatozoides por ml de eyaculado	65
2. pH y viabilidad del semen	67
2.1. pH del eyaculado	67
2.2. Porcentaje de espermatozoides vivos normales	70
2.3. Porcentaje de espermatozoides vivos anormales	71
2.4. Porcentaje de espermatozoides muertos normales y anormales	73
3. Correlaciones entre las variables estudiadas	73

3.1. Correlación entre porcentaje de espermatozoides vivos normales y muertos normales	73
3.2. Correlación entre motilidad y porcentaje de espermatozoides vivos normales, motilidad y porcentaje de espermatozoides muertos normales	74
3.3. Correlación entre motilidad y concentración de espermatozoides por ml de eyaculado	74
3.4. Correlación entre apariencia y volumen del eyaculado	75
4. Discusión General	75
CONCLUSIONES	79
LITERATURA CITADA	81
APENDICES	90

INDICE DE CUADROS

FIGURA No.	PAGINA
1. Composición química de la dieta comercial	48
2. Número de conejos que iniciaron y completaron el experimento de acuerdo a raza y fotoperiodo.	55
3. Nivel de significancia de algunas variables libido, producción y calidad del semen de conejos	57
4. Medias de mínimos cuadrados, errores estandar ($\mu \pm E.E.$) y número de observaciones (N) para la libido, producción y calidad del semen de conejos	58
5. Nivel de significancias de algunas variables afectando pH y características de viabilidad del semen de conejos	68
6. Medias de mínimos cuadrados, errores estandar ($\mu \pm E.E.$) y número de observaciones (N) para pH y características de viabilidad del semen de conejos	69

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.	PAGINA
1. Interacción raza * fotoperiodo para apariencia del eyaculado en conejos.....	61
2. Interacción fotoperiodo * orden de eyaculado para presencia de gel en conejos.....	63
3. Interacción raza * orden de eyaculado para porcentaje de espermatozoides vivos normales en conejos.....	72

INDICE DE APENDICES

FIGURA No.	PAGINA
1. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para las variables L, A, G, M, V y C.....	91
2. Análisis de varianza de mínimos cuadrados para las variables pH, P1, P2, PN y PA.....	92
3. Correlaciones para las variables L, A, G, M, V, C, pH, P1, P2, PN y PA.....	93

RESUMEN

EFFECTO DEL FOTOPERIODO SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN CONEJOS MACHOS NUEVA ZELANDA BLANCO Y CALIFORNIA

Dolores Valentina Mariscal Aguayo, Maestro en Ciencias en
Producción Animal.

Universidad Autónoma Chapingo, 1990.

Director de Tesis: Raymundo Rodríguez De Lara, Ph.D.

En el presente experimento fueron utilizados 12 conejos machos de la raza Nueva Zelanda Blanco y 12 de la raza California, elegidos al azar, con pesos promedio de 1.78 kg y de 2 meses de edad. A partir de los 4 meses de edad, la mitad de los conejos dentro de cada raza fueron asignados a un programa constante de luminosidad de 8 horas luz, mientras que la otra mitad de machos fueron restringidos diariamente a 16 horas luz. Los conejos fueron iniciados en su actividad reproductiva a los 6 meses de edad aproximadamente y con pesos promedio de 3.11 kg. Las colecciones de semen fueron efectuadas una vez por semana, obteniéndose dos extracciones sucesivas, durante un período de 3 meses. No se encontraron efectos aparentes ($P > .05$) de raza ni de fotoperiodo sobre la libido y todas las características del semen, consideradas en el trabajo. Sin embargo, se encontró, que estas características reproductivas fueron afectadas ($P < .05$) por el orden de extracción, en donde los segundos eyaculados fueron mejores que los primeros. El pH del semen fue afectado por la

raza ($P < .05$) y el fotoperiodo ($P < .01$), mientras que la raza fue el principal factor que influyó ($P < .05$ y $P < .01$) sobre las características de viabilidad del semen. Con una exposición previa del fotoperiodo natural mayor de 8 horas luz, antes de los 4 meses de edad, no se encontraron diferencias importantes en cuanto a las características reproductivas de los machos de las razas Nueva Zelanda Blanco y California, ni entre los fotoperiodos de 8 y 16 horas luz por día.

INTRODUCCION

El rápido incremento de la población en México, la disminución en la disponibilidad de alimentos, y el cada vez mayor deterioro en el poder adquisitivo de la población, antepone la necesidad de buscar alternativas de alimentación de especies ganaderas, que siendo más eficientes, sean capaces de producir proteínas de alta calidad a bajo costo y en poco tiempo. En este sentido la producción de conejos tiene mucho que ofrecer, sobre todo en explotaciones pequeñas de tipo familiar para el autoconsumo, que pueden adaptarse bien en áreas rurales y suburbanas marginadas.

La capacidad del conejo como productor de carne, bajo estos sistemas de explotación, ha sido tratado por muchos autores (Owen, 1976; Owen et al., 1977; Rao et al., 1979; Vietmayer, 1985), por lo que ésta actividad puede representar un gran potencial para producir alimentos y así satisfacer las crecientes necesidades protéicas, principalmente en países subdesarrollados.

En el país, la cunicultura no está bien desarrollada, y requiere de la creación de centros de producción que realicen programas de investigación sobre mejoramiento genético, manejo reproductivo, manejo alimenticio y patología, que permitan dar las bases para el desarrollo integral de esta actividad pecuaria, bajo las condiciones propias de México, generando tecnología eficiente y productiva, que pueda ser aplicada en otros Centros de Producción e Investigación, beneficiando y consolidando los

programas nacionales de difusión y apoyo, para la explotación del conejo en los sistemas de producción familiar. Conforme avance la cría familiar o de traspatio, se irán dando las bases futuras para el desarrollo de la cunicultura intensiva.

Dentro de los factores más importantes que interviene en la producción de conejos, está el reproductivo. En relación a esto, se sabe que las conejos domésticos tienen la capacidad de reproducirse a través de todo el año, cuando se les mantienen en lugares con adecuado medio ambiente y con buen alimento (Smelser et al., 1934; Worden y Leahy, 1962). Sin embargo, hay reportes que señalan que los conejos criados bajo condiciones normales en granjas comerciales, tienden a manifestar cierto grado de estacionalidad en su actividad reproductiva (Clegg y Ganong, 1959).

Los resultados de experimentos recientes, sugieren que la variación estacional en el comportamiento sexual, y en la producción de semen en los machos, está influenciada por varios factores, tales como las características individuales (edad, raza, peso, etc,) y condiciones ambientales (fotoperiodo, temperatura, nutrición y manejo). Estos factores pueden provocar algunas alteraciones en la capacidad reproductiva, en los animales a través de su vida (Folch, 1984).

Por otro lado, se tienen evidencias de que las conejas reaccionan diferente que los machos, a algunos factores ambientales, como es el caso de la acción de la luz, ya que las

hembras tienen mejor respuesta en su actividad sexual con mayor luminosidad, en tanto que en los machos, el efecto es contrario (Walter et al., 1968). Así también se conoce que el peso de los conejos, esta correlacionado con el inicio de la actividad sexual, y que la edad está asociada con la capacidad reproductiva. Esto conlleva a la necesidad de definir con precisión el efecto de cada uno de los factores ambientales y de manejo, en la reproducción de machos y hembras.

La variación en la actividad sexual en los conejos, puede ser un factor limitante en los sistemas de manejo intensivo, por lo que resulta de gran importancia la determinación de las condiciones ambientales más adecuadas a proporcionar, en granjas de producción y centros de recría, con el fin de que los conejos se encuentren en un ambiente de confort, que les permita una óptima productividad.

En la mayoría de las explotaciones pecuarias, se le tiene mayor control a la hembra, porque de la actividad directa de ésta depende la rentabilidad, sin embargo a partir del macho, se deducen mayores consecuencias productivas, ya que si no se tienen conejos machos con buena fertilidad, se reduce la productividad numérica de la explotación, por lo que se le debe tomar en consideración e investigar en relación a él.

Por tales motivos, el objetivo del presente trabajo de investigación es: determinar los efectos del fotoperiodo sobre el comportamiento reproductivo, en machos Nueva Zelanda Blanco y California.

REVISION DE LITERATURA

1. Importancia del conejo

El conejo doméstico (Oryctolagus cuniculus) se deriva del conejo europeo de la orden Lagomorpha. Esta orden incluye a las liebres y los conejos (Hafez, 1970).

El conejo es una especie que tiene diversos usos para el hombre, como es el caso de su utilización en los laboratorios para realizar importantes investigaciones o efectuar pruebas biológicas y/o farmacológicas (Berger et al., 1982a). Sin embargo, es indudable que en la actualidad, la importancia fundamental del conejo radica en su interés económico, por ser una alternativa de consumo cárnico, ya que el conejo, en función a su peso, es el animal que tiene mayor capacidad para producir carne (Lleonart et al., 1980).

Para evaluar el rendimiento de una explotación cunícola, se debe determinar principalmente, la productividad numérica, la cual nos indica el número de gazapos vendidos por jaula por madre por año. Ahora bien, dentro de los factores que afectan la productividad numérica se distinguen: los del animal (calidad genética) y los ambientales (instalaciones, alimentación, sanidad y manejo). Así también se sabe que la reproducción tiene una influencia muy importante sobre la producción. Dentro de los parámetros reproductivos que tienen una alta ingerencia sobre la productividad numérica en explotaciones para conejos, están el intervalo promedio entre partos, el cual se puede mejorar

seleccionando el ritmo de reproducción, aumentando la tasa de fertilidad y de ocupación de las jaulas, y mejorando la tasa de aceptación del macho (Rodríguez, 1984). Los aspectos relacionados con el macho también son de gran importancia, sin embargo, no se le da el peso debido, ya que es común considerar a la hembra como el animal clave en la explotación y es a la que se le dedica mayor investigación. Esta situación conduce a una utilización ineficiente de los recursos, provocado por el conocimiento a medias, de los procesos reproductivos del conejo (Cross, 1975; Scheelje et al., 1976).

2. Importancia del macho

La mayoría de los cunicultores y los investigadores le dan mayor importancia a la hembra, porque de ésta depende en forma directa la rentabilidad de la explotación. Sin embargo, el macho tiene a su cargo un papel fundamental dentro de la granja, pues influye ampliamente sobre el rendimiento de todo el conejar, ya que las ventajas de incrementar el potencial reproductivo en la hembra, se pierden si la fertilidad del macho es baja. Esto se puede apreciar con mayor claridad, a través de varias investigaciones (Scheelje et al., 1976; Martin, 1979), en las que se ha encontrado que existe una relación estrecha entre el tipo de macho y las tasas de crecimiento, aumento de peso diario, consumo diario, tamaño de la camada al destete y rendimiento al sacrificio de la progenie.

Así también se conoce que el conejo puede influir sobre la esterilidad aparente de las conejas, sobre el número de gazapos nacidos vivos y muertos (Martin, 1979). Lo anterior se debe a que el macho contribuye con el 50 % del material genético de cada progenie, y en adición, cada conejo tiene la capacidad de cubrir de 10-25 conejas y propagar así su patrimonio genético con mayor difusión que las hembras (Scheelje et al., 1976). Por lo tanto, visto en esta forma, el macho tiene mayor importancia que la hembra. En términos de contribución individual se debe conocer a fondo el manejo del conejo, y es muy importante que la selección del reproductor, se realice con el máximo cuidado, debido a que genes favorables o desfavorables pueden concentrarse en la descendencia en una mayor proporción que la que podría ser causada por las hembras (Warwick y Legates, 1975). Esto conlleva a un reducido uso de un grupo de hembras con fertilidad y potenciales de producción altos, si se cuenta con conejos de baja libido, inactivos o infértiles (Hughes y Varley, 1980).

Una vez que el conejo alcanza su madurez sexual, es recomendable que se le proporcione una adecuada alimentación, un buen manejo reproductivo y un ambiente de confort, para mantener una fertilidad y libido a niveles óptimos. Lo anterior se podrá lograr si se conoce a fondo el funcionamiento del macho; de aquí que, es de interés fundamental la realización de mayor investigación en torno a éste.

3. Características reproductivas del macho

Entre las funciones del macho está comprendida en primer lugar, la producción de espermatozoides capaces de fertilizar al óvulo. Para analizar dicha función es necesario el conocimiento de la espermatogénesis en el interior del testículo. La producción de espermatozoides viables no garantiza la reproducción, si el macho no es capaz del apareamiento, para lo cual es necesaria la presencia y el desarrollo adecuado del pene y las glándulas accesorias y canales para la conducción de espermatozoides destinados a reunirse con estas secreciones. Sin embargo, nada de esto garantiza la reproducción si no se cuenta con el deseo sexual o libido (De Alba, 1985).

4. Organos sexuales masculinos

Los órganos sexuales del conejo, son los testículos, epidídimo, conducto deferente, glándulas accesorias y el órgano copulador o pene (Scheelje et al., 1976).

La formación de los testículos se inicia durante el desarrollo fetal, en el interior de la cavidad abdominal cerca de los riñones (De Alba, 1985). La formación del escroto se presenta a los 2 ó 3 meses después de la concepción, cuando los testículos descienden. Los genitales externos al nacimiento no presentan dimorfismo sexual ya que la distancia ano-genital es comparable y el pene y el clítoris tienen un tamaño semejante, de tal suerte que es difícil distinguir a un macho de una hembra (Berger et al., 1982a).

El pene se encuentra desarrollado entre los 2 y 3 meses y presenta las mismas características que en la fase adulta. Al inicio del cuarto mes de vida del conejo, los genitales externos se encuentran bien diferenciados (Berger et al., 1982a).

En el interior de los testículos se encuentran los túbulos seminíferos, los que a su vez albergan a las células espermatogénicas y de soporte y sostén conocidas con el nombre de Sertoli. Las células intersticiales ó de Leydig, se localizan entre los túbulos seminíferos, y son las que producen la hormona masculina testosterona (Zirkin et al., 1980; Monesi, 1982; Ashdown y Hancock, 1984).

5. Espermatogénesis

Al nacimiento la espermatogénesis es inactiva en el conejo. Iniciándose esta actividad entre los 60 (Berger et al., 1982a) y 63 días (Lesson y Lesson, 1970), observándose espermatoцитos, en etapa de meiosis, entre los 70 y 80 días. La luz de los túbulos seminíferos se presenta entre los 90 y 100 días de edad, y el alargamiento de las espermátidas se puede apreciar entre los 100 y 120 días (Berger et al., 1982a). Los espermatozoides llegan a la luz de los túbulos seminíferos entre los 112 días (Lesson y Lesson, 1970) y los 120 a 150 días, lo que marca el inicio del primer ciclo espermatogénico, conocido como la pubertad (Berger et al., 1982a).

Amann y Lambiase (1969) señalan que aunque los primeros espermatozoides aparecen en el eyaculado, cuando los machos

tienen 4 meses de edad, la producción diaria de espermatozoides alcanza niveles de adulto hasta los 7-8 meses de vida. Así también indican que la duración de un ciclo del epitelio seminífero dura en promedio 10 días, aunque puede existir una pequeña diferencia entre los testículos.

En el conejo se ha encontrado que se presentan cuatro ciclos durante la espermatogénesis y que la duración de ésta es de 43.6 días (Monesi, 1982). El espermatozoide pasa a través del epidídimo en cuatro a siete días (Asdell, 1946). Ninguno de estos, completa su madurez antes de llegar a la región media del cuerpo del epidídimo, teniéndose que la mayoría adquieren su desarrollo funcional en la parte baja del epidídimo. La capacidad fertilizante se pierde completamente después de 49 días (Hafez, 1970), pero se debe evitar utilizar espermatozoides tan viejos, porque se reducen las posibilidades de una buena fertilización de la hembra.

Del nacimiento a los 40 días, algunas células de Leydig maduras, pueden ser identificadas, sin embargo después de los 40 días se pueden apreciar células intersticiales maduras con rápido crecimiento. Entre los 70-80 días, el tejido intersticial ya presenta un aspecto de estado adulto (Berger et al., 1982a).

El espermatozoide consta de una cabeza y de un flagelo o cola. Se puede subdividir el flagelo en: cuello, parte media, parte principal y parte terminal (Monesi, 1982). El espermatozoide del conejo tiene forma redondeada, y tiene un

largo total de 54.4 micras, ya que la cabeza mide 8.4 micras, la parte media 8 micras y la parte principal 38 micras (Ortavant et al., 1977).

6. Pubertad y madurez sexual

La llegada de la pubertad en el macho se caracteriza por la iniciación de la espermatogénesis, la producción de gametos fecundantes, por el desarrollo de las glándulas accesorias y la presentación de las características sexuales secundarias, que son debidas a las secreciones de andrógenos por los testículos (Berger et al., 1982a). Además de la manifestación al exterior de el impulso sexual ó inclinación al apareamiento de macho y hembra (Scheelje et al., 1976). La pubertad representa el tiempo en el cual el macho es capaz de iniciar su reproducción, sin embargo, se debe enfatizar que la fertilidad no es máxima en esta etapa (Hughes y Varley , 1980).

El inicio de la pubertad está asociado con cambios somáticos y de comportamiento y con modificaciones en los niveles circulantes de hormonas gonadotróficas y gonadales. Sin embargo, no se conocen con claridad las relaciones existentes entre las manifestaciones sexuales, conductuales y somáticas de la pubertad y la secreción de hormonas sexuales y gonadotropinas (Berger et al., 1982b).

El último paso del período puberal, es el inicio del comportamiento de monta, el cual aparece simultaneamente con el primer espermatozoide en los túbulos seminíferos (alrededor de los 120-150 días). El comportamiento sexual aparece

repentinamente, pero tiempo después de que se alcanzaron los niveles altos de testosterona en la circulación, lo que sugiere que los centros neurales de regulación de la conducta de monta, después de la elevación de testosterona, requieren de un largo período de estimulación. La presentación de peleas en los conejos se da como consecuencia de la presencia de altos niveles de testosterona, y se puede observar en los machos a los 3 meses de edad. Esta conducta precede a la aparición del comportamiento de monta (Berger et al., 1982b).

La madurez sexual se alcanza poco después de la pubertad, y en esta etapa, el macho tiene la capacidad de realizar un número mayor de apareamientos, además el nivel de fertilidad es elevado (Hughes y Varley, 1980).

La concentración de andrógenos circulantes en el conejo adulto parece influir directamente el comportamiento sexual (Agmo, 1976) y la disminución en la producción de semen es una consecuencia de una reducción en la secreción de testosterona (Ewing et al., 1972). Por lo que la producción de semen y de andrógenos son elementos determinantes para la capacidad reproductiva del conejo (Berger et al., 1982a).

En condiciones normales de crianza, la pubertad ocurre entre los 3 y 4 meses de edad en los conejos (Levasseur y Thibault, 1984). Hafez (1970) considera que los conejos de raza mediana llegan a la pubertad entre los 4 y los 7 meses de edad. Algunos autores (Faivre, 1976; Bosch et al., 1982; Chard, 1982) sostienen

que los machos de las razas Nueva Zelanda y California pueden aparearse entre los 6 y 8 meses de edad.

Berger et al. (1982a) señalan que la aparición de coitos fértiles se presentan generalmente, a una edad mayor de los 146 días. Pero han observado que existe una variabilidad importante, existiendo machos precoces que pueden ser fértiles a los 3 meses, en tanto que otros, lo son a partir de los 6 meses de edad. Sin embargo, consideran que la aparición de coitos completos, precedidos de manifestaciones sexuales, como son: el olfateo naso-genital a la hembra e intentos de monta, se presentan en promedio a los 5 meses.

Molinero (1976) argumenta que la edad es un indicador importante para determinar la llegada de la pubertad y la madurez sexual, pero es recomendable efectuar el primer acoplamiento de acuerdo a los pesos corrientes en cada raza, y sugiere que los machos de razas medianas pueden ser iniciados en su actividad reproductiva, cuando alcanzan 3.8-4.0 kg de peso vivo. Así también, Scheelje et al., (1976) y Surdeau y Henaff (1978) coinciden en que la edad de apareamiento del macho, en razas semipesadas como la California y Nueva Zelanda, puede iniciarse entre los 5 y 6 meses de edad y/o cuando pesan de 3 a 3.5 kg. En tanto que Chubb et al. (1978) establecen que la madurez sexual en los conejos Nueva Zelanda se alcanza a las 18 semanas de edad.

7. Libido

La libido está determinada por la activación de estructuras

neurales a nivel del sistema nervioso central (Berger et al., 1982b), dicha activación parece ser que se presenta durante el período posnatal por la acción de andrógenos (Cross, 1982). Se considera que existen algunos factores involucrados en el desarrollo y expresión del impulso sexual, dentro de los cuales están los siguientes: niveles hormonales, estimulación proporcionada por el compañero de monta, cansancio y reestimulación del macho, experiencia temprana y previa, factores sociales, nutrición, actividad de monta y fertilidad, herencia y variación estacional (Wodzicka-Tomaszewka et al., 1981)

El impulso sexual puede ser medido por el número de montas y/o eyaculaciones por unidad de tiempo, o por el tiempo de reacción a la primera eyaculación o monta (Wodzicka-Tomaszewka et al., 1981), aunque la forma de determinar la libido es variada en función del tipo de animal.

Se ha observado que el comportamiento sexual varía considerablemente entre machos y dentro del mismo individuo en diferentes pruebas, y posiblemente las diversas condiciones hormonales de los machos y de las hembras influyen en las características del patrón de impulso sexual (Contreras y Beyer, 1979). Así también pueden existir diferencias entre los machos en cuanto a excitación y rapidez para efectuar la monta. Sin embargo, esta situación no indica nada acerca de la habilidad del semental para realizar eyaculaciones repetidas (Wodzicka-Tomaszewcka et al., 1981). Se ha determinado que el patrón de montas de los machos con o sin experiencia, no difiere

significativamente; solamente que los conejos inexpertos realizan más a menudo montas mal orientadas, ya sea en la cabeza o en los flancos de las hembras (Contreras y Beyer, 1979; Roca, 1987). Las montas efectivas, es decir que terminan en eyaculación, tienden a durar menos tiempo, que las montas inefectivas, pero esta diferencia no es grande ni significativa (Contreras y Beyer, 1979).

Wu et al. (1962) señalan que conejos mantenidos en total oscuridad presentan mayor libido y mayor producción de semen por eyaculado.

May y Simpson (1975) mencionan que la libido está asociada con el volumen de eyaculado y con la concentración de espermatozoides. Los animales más agresivos producen mayor volumen de eyaculado con una menor concentración de espermatozoides y un mayor porcentaje de espermatozoides vivos que en machos menos agresivos.

En conejos adultos se puede presentar indiferencia o rechazo por el compañero de monta. Se reporta en un estudio (Amann y Lambiase, 1967) que de 2880 posibles montas, 91 no se obtuvieron, porque 2 conejos de 12 se rehusaron a realizar una tercera parte de las eyaculaciones planeadas. Así también 10 conejos se rehusaron a realizar en 8 ocasiones sus 2 eyaculaciones correspondientes y 9 veces la segunda eyaculación. Para estas pruebas se les realizaba una monta falsa precedente a la obtención de cada eyaculado.

Se puede realizar la monta o respuesta orgánica de parte del macho pero sin la liberación de material seminal, es decir que se puede presentar una eyaculación vacía (Doggett, 1956; Roca, 1987) o también un eyaculado sin espermatozoides (Cheeke et al., 1982). También se puede presentar el caso de que la hembra, al momento de la monta, ataque al macho.

La cópula ocurre en pocos segundos, y se considera que fue exitosa si el macho se deja caer sobre un lado. Aunque una cópula es adecuada para la concepción, se recomiendan efectuar 2 cópulas por hembra, en caso de que se realice monta natural, cuando se utiliza inseminación artificial, una dosis de 0.5 ml de semen es suficiente (Hafez, 1970).

D'Amato et al. (1979) señalan que el tamaño de camada y la tasa de concepción no se ven afectadas por el orden de eyaculado, sin embargo, se aprecia en los datos reportados una tendencia a un mayor tamaño de camada con eyaculados posteriores al primero.

8. Fertilidad en el macho

Frecuentemente es difícil establecer en forma categórica una situación de infertilidad o fertilidad. Hay un número variado de formas de evaluar la fertilidad del macho, de las cuales la mayoría van enfocadas sobre la producción de semen en un período dado, o en una eyaculación o bien la concentración de espermatozoides por unidad de volumen de semen (Hughes y Varley, 1980). Así también, a través de las tasas de concepción y la producción de descendencia viable (Sorensen, 1982).

9. Componentes y características del semen

Existe una considerable variación en la composición del semen entre diferentes conejos y en el mismo animal en diferentes tiempos, y además se sabe que la producción de semen está directamente relacionada con el peso corporal, en tanto que el número de espermatozoides está relacionado en forma directa por el peso de los testículos (Hafez, 1970).

Desde hace muchos años, algunos de los objetivos de los investigadores, es lograr a través de pruebas sencillas sobre el semen, alguna predicción de la capacidad fertilizadora de los espermatozoides que ahí se encuentran. Ninguna prueba ha logrado una predicción segura de la capacidad fecundante del semen (De Alba, 1985).

Para conocer la calidad del semen se toman en consideración varios aspectos, como son: volumen, motilidad, densidad o apariencia, color, concentración y viabilidad (Sorensen, 1982). La motilidad, densidad y color son los primeros juicios que se hacen sobre la calidad del semen y proviene del examen visual (De Alba, 1985).

El volumen, la viabilidad y la concentración de espermatozoides son pruebas que se realizan por medio de material graduado y por conteo. De aquí que se considera que la concentración de espermatozoides, tal vez, es la característica más importante del semen la cual se ha determinado que es altamente variable (Foote, 1984).

Desde luego, que el comportamiento sexual del macho, independientemente de la calidad del semen que él produce, también es importante, porque sin su libido, no se podría extraer el semen para inseminación artificial y no podría cubrir a las hembras a través de monta natural (De Alba, 1985).

Se han realizado diferentes estudios para determinar las características del semen en conejos, entre los cuales se tienen los siguientes:

Asdell (1946) señala que el volumen de eyaculado del macho puede variar con la raza, probablemente por las diferencias en tamaño corporal. Encontrándose que puede presentar un rango que va de 0.32 a 1.5 ml (Asdell, 1946; Badura, 1978; Pacheco de Macedo, 1979; Mann y Lutwak-Mann, 1981; Cheeke et al., 1982; Battaglini et al., 1986).

El pH del semen puede variar de 6.4 a 8.1 (Asdell, 1946; Pacheco de Macedo, 1979).

La concentración de espermatozoides/ml de eyaculado es muy variable entre los machos, ya que se han encontrado valores que van de 43.3 (Badura, 1978) a 66 (Dubiel et al., 1979) hasta 1410×10^6 (Pacheco de Macedo, 1979), sin embargo se consideran que en promedio la concentración de espermatozoides en 1 ml de semen es de 150×10^6 (Mann y Lutwak-Mann, 1981; Ckeeke et al., 1982; Battaglini et al., 1986).

Hafez (1970) reporta que para los conejos de tamaño mediano, se pueden considerar los siguientes valores promedio de producción de semen:

Volumen de eyaculado (ml)	0.8
Peso de gel / eyaculado (g)	1.7
Concentración de espermatozoides / ml de eyaculado	10-1000 x 10 ⁶
Número promedio de espermatozoides / ml de eyaculado	200 x 10 ⁶
Producción de espermatozoides / 1 g de testículo	24 x 10 ⁶
Producción de espermatozoides por día	170 x 10 ⁶
Número de espermatozoides / epidídimo	
cabeza	140 x 10 ⁶
cola	600 x 10 ⁶
conducto deferente	50 x 10 ⁶

El eyaculado de un macho puede presentar varios contenidos: semen puro (82 %), semen más orina (6 %), orina (2 %), semen más gel (8 %), gel (2 %) (Roca, 1987).

El semen debe poseer un color blanco nacarado, y es más opaco cuanto más espermatozoides contenga. A medida que se reduce la concentración, el aspecto se hace más acuoso (Battaglini et al., 1986; Roca, 1987). Si el color del eyaculado es amarillo-blanquecino y espeso indica presencia de pus, si es amarillento grisáceo, está contaminado de orina. Cuando contiene sangre o tejidos degenerados, el semen adquiere un tono rosado o rojo claro (Roca, 1987).

Hafez (1970) señala que se puede encontrar la presencia de tapioca o gel en el eyaculado, la cual es una sustancia gelatinosa formada a partir de las secreciones prostática y vesicular. Esta sustancia en condiciones naturales se coagula en la vagina impidiendo que los espermatozoides refluyan hacia el exterior. Asdell (1946) sostiene que la masa gelatinosa en el semen varía de 0.34 a 4.29 g., y que esta sustancia contiene una pequeña cantidad de fructosa y un buen contenido de estrógenos.

Se ha encontrado que existe una variación cíclica en la producción de la tapioca, teniéndose que la duración del ciclo varía de 3 a 8 días (Hafez, 1970).

En trabajos realizados por Amann (1966) y Amann y Lambiase (1967), se reporta que cuando se realizan 2 extracciones de semen cada 48 horas en conejos, del 70 al 75.4 % de las primeras eyaculaciones contienen gel y solo el 5 % de las segundas eyaculaciones presentan la masa gelatinosa. Se conoce que existe una correlación positiva entre la concentración de andrógenos y la producción de gel (Kihlstrom y Degerman (1963), citados por May y Simpson, 1975). Doggett (1956) no encontró relación entre la cantidad de gel y de espermatozoides de un eyaculado, pero considera que cuantitativamente, una moderada cantidad de gel, coincide con una mayor cantidad de espermatozoides. El significado de esto no es claro, pero tal vez un indicador muy sensible a los niveles de andrógenos podría dar estimaciones sobre el número de espermatozoides.

La motilidad de un eyaculado es uno de los criterios más eficaces para la selección de semen de calidad, sobretodo cuando se va a diluir y congelar el semen para inseminación artificial (Theau y Roustan, 1982). La motilidad de los espermatozoides puede variar diariamente en cada animal. Existe una relación directa entre la motilidad y la cantidad total de espermatozoides, presentándose una correlación alta, así como una estrecha relación entre la calidad y la cantidad de espermatozoides en un eyaculado (Doggett, 1956; Theau y Roustan, 1982).

Roca (1987) señaló que de un 79.6% a un 92.7% de eyaculados con valores que van de 50 a 95% de motilidad, liberan espermatozoides con movilidad que resulta suficiente para fecundar a las conejas con monta natural; y 61.2% de eyaculados son aptos para la inseminación artificial. Así también, reporta que se tiene un promedio ponderal de 65.17% de motilidad.

Peterson y Freund (1976) han detectado que diversos diluyentes y componentes específicos pueden afectar la motilidad de los espermatozoides de un eyaculado. Particularmente, se ha visto que la motilidad del semen se puede ver influenciada por varios iones, pues la adición de soluciones iónicas a muestras de semen obtenidas de la cola del epidídimo, dan lugar a la activación de las células espermatoogénicas (Turner y Howards, 1978). Pholpramool y Chaturapanich (1979) indican que concentraciones de sodio y potasio pueden influenciar la motilidad de espermatozoides epididímales, aunque este fenómeno

es dependiente del pH. Respecto a esto último se ha observado que niveles extremos de pH son detrimentales para la motilidad (Turner y Howards, 1978), esto se confirma con lo que encontraron Hiroe y Tomizuka (1965), ya que la esterilidad del verano en machos, está asociada con un incremento en el pH del semen, disminución de la motilidad, decremento en la concentración de espermatozoides, un incremento en el porcentaje de anormalidades en el semen y declinación de la libido. También Fanlo (1983) notó que a un pH del semen cercano a 7.4 se favorecen las características de éste, teniéndose que pequeñas variaciones en la concentración de iones pueden resultar letales para los espermatozoides.

Napier (1961a) indica que en la determinación de la viabilidad del semen ciertas características deben considerarse para predecir su capacidad fertilizante, como son el porcentaje de espermatozoides coloreados o no coloreados con nigrosina, sin cabeza, sin acrosoma, anormalidades en la cola, gota citoplasmática y la longitud de la cabeza de espermatozoides no coloreados. El porcentaje de espermatozoides coloreados y sin cabeza, son aspectos que están estrechamente interrelacionados. Se ha encontrado una asociación positiva entre la longitud de la cabeza de los espermatozoides y la fertilidad (Napier, 1961b). De acuerdo con Tesh y Glover (1969) hay una relación entre las pérdidas en preimplantación con la incidencia de espermatozoides con colas enrolladas en los eyaculados, y las pérdidas postimplantación y la proporción de espermatozoides sin cabeza. Esto sugiere que estas anormalidades indican alguna deficiencia

en espermatozoides normales del mismo eyaculado. De esta manera consideran dichos autores, que los espermatozoides anormales revelan, en una forma muy generalizada, el deterioro en la calidad del semen. Por lo que la viabilidad es una prueba importante, que permite determinar el número de espermatozoides morfológicamente normales en un eyaculado. Roca (1987) señala que para inseminación artificial el semen debe contener más del 70 % de espermatozoides normales, y las anormalidades no deben pasar de los siguientes valores: cabezas anormales, 7.5%; colas anormales, 6.6%; gota citoplasmática 7.32%.

Existe una tendencia innata de la mayoría de los espermatozoides de los mamíferos a autoaglutinarse a través de la cabeza; esta situación se previene con antiaglutininas en el eyaculado normal. En el hombre, la aglutinación marcada del semen está asociada en ocasiones con esterilidad. En los conejos se presenta un potente aglutinógeno en el semen, el cual puede causar una aglutinación masiva en los espermatozoides, sin embargo, esto no reduce la motilidad, ni destruye la fertilidad. Por lo que eyaculados con espermatozoides aglutinados, pueden ser utilizados para inseminación de conejas (Bedford, 1970).

Se considera que para conejos de las razas California y Nueva Zelanda, el eyaculado debe reunir en promedio, las características que a continuación se describen (Roca, 1987):

R A Z A

<u>Características</u>	<u>California</u>	<u>Nueva Zelanda</u>
Volumen (ml)	0.74	0.75
Densidad (1-5)	3.62	3.27
Motilidad (1-5)	3.00	2.99
Concentración de espermatozoides (10^6 /ml)	120.8	118.6
Viabilidad (%)	78.6	78.57

10. Factores que afectan la fertilidad del macho

10.1. Genotipo

Generalmente, la heredabilidad de las características asociadas con la fertilidad del macho, es de baja a mediana, lo cual sugiere un amplio componente ambiental de la variación fenotípica observada (Falconer, 1980). Existe evidencia de que hay diferencias entre razas en relación a volumen, producción de semen y longitud de las cabezas de los espermatozoides (El Ezz et al., 1986). Land (1984) señala que hay una variación en las características del semen, entre individuos de diferentes razas, y que parte de esta variación fisiológica está dada por efectos genéticos. Frolich y Venge (1948) reportaron diferencias entre razas y entre machos dentro de raza, sobre el volumen de eyaculado, la concentración de semen y el número total de espermatozoides. Ellos consideran que probablemente existe una correlación importante entre la producción de semen y el peso corporal, y señalan que aparentemente la concentración de

espermatozoides está influenciada por un efecto de heterosis. Amann (1966) señala que conejos Nueva Zelanda producen más semen que los machos del genotipo Dutch; sin embargo hace hincapié en que pueden existir diferencias individuales entre los animales en relación a la frecuencia y producción total de eyaculado.

10.2. Efectos ambientales

La edad a la pubertad en los conejos varia en función de la raza y otros factores, pero se considera que se presenta entre los 4 y los 7 meses de edad. Así también se ha detectado que la edad tiene un efecto significativo sobre la calidad del semen (Miro's y Mikhno, 1983).

La producción diaria de espermatozoides en conejos es mayor en la madurez sexual, que en la pubertad (Amann y Lambiase, 1967; Rastimeshin, 1979). Lo mismo sucede con la concentración de espermatozoides por mililitro, pero después que se alcanza la madurez sexual, se presenta una pequeña declinación en el promedio de espermatozoides / ml (Gregorie et al., 1958; Amann y Lambiase, 1967). Con respecto al volumen de eyaculado, se encontró que éste es mayor después de las 48 semanas de edad, esto aparentemente se debe a que las glándulas sexuales accesorias no alcanzan su máximo desarrollo tan temprano como los testículos, ya que su actividad secretoria se incrementa hasta el año de edad (Amann y Lambiase, 1967).

Tesh y Glover (1969) observaron que la edad del espermatozoide puede afectar la fertilidad. La capacidad fertilizante del espermatozoide del conejo se pierde después de los 49 días, ya que a medida que estas células envejecen, se produce ácido láctico como resultado de la glucólisis; la acumulación del ácido láctico disminuye el pH, lo que reduce la motilidad del espermatozoide (Sorensen, 1982). Las pérdidas antes de la implantación se incrementan progresivamente si se insemina con espermatozoides de más de 28 días; y las pérdidas después de la implantación son máximas cuando los espermatozoides tienen más de 35 días de edad. Lo anterior indica que se deben cuidar los periodos largos de descanso sexual (Tesh y Glover, 1969).

Yan et al. (1986) observaron que una alta temperatura ambiental está asociada con una menor motilidad y concentración de espermatozoides, considerándose que estos valores son mayores en marzo (Frolich y Venge, 1948) y menores en julio-septiembre (Surdeau y Henaff, 1978) y octubre (Weitze Von et al., 1983). Por otro lado se ha detectado que en otoño e invierno existe una mayor frecuencia de anomalías en la cabeza de los espermatozoides (Kliment y Kadlecik, 1978; Kadlecik, 1983). Huairang et al. (1987) encontraron que en conejos productores de pelo, era usual detectar algunos machos con menos libido y deficiencias de espermatozoides, especialmente a finales de verano y a inicios de otoño.

La variación en las características del semen, son asociadas con un cambio en el tamaño de los testículos (May y Simpson,

1975) ligado a un incremento en el pH del semen, disminución de la motilidad y concentración de espermatozoides, así como un aumento en el porcentaje de anormalidades del semen (Hiroe y Tomitsuka, 1965); y otros la relacionan a una depresión de la fertilidad como consecuencia de períodos de calor (Weitze et al., 1983). Así también se ha detectado que el consumo de alimento en los conejos tiende a disminuir considerablemente a temperaturas mayores de los 20° C (Rafai y Papp, 1984), lo cual puede tener influencia indirecta sobre la fertilidad, al afectar el peso corporal, ya que El Ezz et al. (1985) han encontrado una correlación positiva y altamente significativa, entre el peso corporal y el volumen de eyaculado y la concentración de espermatozoides.

Hammond y Marshall (1925) señalan que se presenta un alto porcentaje de rechazo a la monta por parte del macho de septiembre a marzo, mientras que se encontró un menor rechazo de abril a julio. También se ha considerado que los niveles hormonales pueden variar con la época del año, lo cual afecta el comportamiento reproductivo del conejo (Torres, 1977). Esto coincide con lo mencionado por Ratimeshin (1979), el cual dice que la estación del año tiene un efecto significativo sobre el desempeño de la función reproductiva.

Moor y Younglai (1975) consideran que el peso testicular es un reflejo de los cambios en la secreción de testosterona. Se ha encontrado que el peso testicular de machos adultos en la raza Nueva Zelanda disminuye en el verano, acompañado de un deterioro

en la función testicular, debido a que los valores de testosterona disminuyen, aunque no se encontró una ciclicidad estacional de LH. Por lo que se tiene que de julio a septiembre es el período de más bajo rendimiento reproductivo del macho.

La luz es un importante factor en la regulación de la productividad. El comportamiento general puede ser condicionado por el régimen de luz, al cual se encuentre sometido el animal, y esto puede tener efecto sobre su crecimiento y reproducción (Rodríguez, 1984).

10.3. Estado de salud

El efecto del estado de salud y la fertilidad del macho está bien documentado. Anormalidades físicas en el desarrollo del pene pueden dar lugar a la infertilidad y en muchos casos, puede ser corregida por cirugía o descanso sexual. Además hay una gran cantidad de organismos, los cuales pueden encontrarse en los genitales y ocasionar infertilidad o esterilidad (Hughes y Varley, 1980).

El animal macho tiene ciertas características que se designan masculinas. La presencia de éstas obedece, principalmente, a la testosterona y a su actividad en el organismo, por lo que ciertas anormalidades en las características masculinas guardan relación con el nivel de testosterona (Sorensen, 1982).

La esterilidad masculina se identifica fácilmente, pero el macho con fertilidad reducida posee problemas serios y causa

pérdidas económicas a los criadores. Las causas de fracaso reproductivo pueden ser de desarrollo, neuroendócrinas psicológicas, de factores seminales, patológicas, inmunológicas y cromosómicas (Jainudeen y Hafez, 1984).

10.4. Frecuencia de uso

Se determinó que el incremento en la frecuencia de eyaculación de una vez cada 7 días a una vez diariamente, ocasionó un decremento del 50 % en la concentración de espermatozoides por eyaculado y un 40 % en el volumen del eyaculado, aunque se tuvo un aumento de casi 400 % en la producción total de espermatozoides (Gregorie et al., 1958). Amann (1966) señala que el volumen eyaculado y la concentración de espermatozoides eran más bajos si se realizaban 1 cada 12 hrs que cuando se hacían 1 cada 24 hrs ó 2 cada 48 hrs. Es decir, que al aumentar la frecuencia de la colección de semen se puede disminuir el volumen de eyaculado y la concentración de espermatozoides/ml. Por otro lado él mismo menciona que se pueden hacer colecciones diarias por un año, sin que esto deteriore la libido, producción de semen o fertilidad del macho. Sin embargo, Hafez (1970) recomienda que la calidad del semen puede disminuir si el conejo es utilizado excesivamente. Períodos largos de descanso sexual pueden dar lugar a la acumulación de espermatozoides viejos, disminuyendo la fertilidad del macho (Tesh y Glover, 1969). Esto sugiere que se debe cuidar la frecuencia de actividad sexual del conejo, para mantener un buen nivel de fertilidad. Para esto, es necesario considerar que

existen diferencias individuales y de raza, en relación a la frecuencia de eyaculación y producción de semen (Hafez, 1970). Se sabe que en conejos Nueva Zelanda, hay en los testículos una reserva de espermátidas de 3.43 veces la producción de espermatozoides por día, por lo que un macho adulto produce alrededor de 210×10^6 espermatozoides en un día (Amann y Lambiase, 1969).

En términos generales, se recomienda que un conejo puede realizar de 3 a 5 montas por semana en un ambiente templado y de 2 a 3 montas en climas cálidos o en verano y nunca más de 2 a 3 cópulas al día.

Para asegurar una buena concepción se sugiere que por cada celo de la coneja, se realicen dos cópulas consecutivas (Hafez, 1970). Se ha encontrado que el volumen del primer eyaculado es mayor que del segundo eyaculado consecutivo (Amann, 1966; Amann y Lambiase, 1967). Desjardins et al. (1965) haciendo dos colecciones consecutivas de semen tres veces a la semana en conejos, sin utilizar falsa monta para la preparación sexual, encontraron que los segundos eyaculados tienen una mayor concentración de espermatozoides que los primeros. Lo cual coincide con un trabajo realizado en toros, en donde se observó que cuando se les extraía semen con mayor frecuencia (6 veces a la semana) produjeron menores volúmenes por eyaculación, pero el número total de espermatozoides y el porcentaje de espermatozoides móviles fueron mayores (Almquist y Cunningham, 1967). Cheeke et al., (1982) indican que existe una variabilidad

grande en la cantidad de espermatozoides entre eyaculados sucesivos del mismo macho.

10.5. Efecto del fotoperiodo

La reproducción en muchas especies se encuentra localizada en ciertas épocas del año, en las cuales las posibilidades de supervivencia de la descendencia son mayores. En relación a lo anterior, se considera que la época del año puede explicar el 10 % de la variación en el comportamiento reproductivo (Lebas y Baron, 1980).

Sittman et al. (1964) y Sheelje et al. (1976) señalan que a través de medidas adecuadas de manejo es posible compensar, en cierto grado, las condiciones desfavorables para la reproducción en los meses críticos del año. De aquí la importancia de proteger al conejo contra la agresión del medio ambiente a fin de optimizar su potencial reproductivo (Fort, 1979).

A pesar de que las fluctuaciones en la actividad reproductiva habían sido detectadas por el hombre desde hace miles de años, recientemente se ha reconocido que la luminosidad y la temperatura son los factores ambientales que mayor influencia tienen sobre la reproducción (Fort, 1979; Turek y Campbell, 1979; Karsch et al., 1980; Huairang et al., 1987). Similarmente datos reportados en otras especies domésticas consideran que la duración del día es más crítica que la temperatura en la regulación de la reproducción (Barh y Dial, 1982). Por lo que se ha considerado que la declinación en la

capacidad reproductiva en algunos animales, en ciertas épocas del año, puede estar dada principalmente por el fotoperiodo (Harris et al., 1982).

En general las especies que tienen épocas de reproducción, pueden ser divididas en las que se reproducen en estaciones de días cortos y bajas temperaturas, y aquellas que se aparean cuando los días son largos y con temperaturas medianamente altas (Hansen, 1985).

En el conejo silvestre, se ha determinado una variación estacional definida (Sittman et al., 1964; Boyd, 1985), presentando una actividad sexual máxima de enero a marzo (Myers y Poole, 1962) y abril (May y Simpson, 1975). De agosto a septiembre, los testículos de los conejos silvestres empiezan a presentar regresión en cuanto a su crecimiento y esta situación continua hasta octubre (Boyd, 1985). De octubre a diciembre, los testículos se mantienen pequeños, por lo cual la actividad sexual en este período es muy reducida (Myers y Poole, 1962; Boyd, 1985, 1986).

El conejo doméstico es capaz de reproducirse a través de todo el año, bajo buenas condiciones de manejo (Smelser, 1934; Asdell, 1946). Sin embargo existen reportes que indican que los conejos domésticos mantenidos bajo condiciones normales en granjas comerciales manifiestan patrones estacionales de actividad reproductiva (Hammond y Marshall, 1925; Clegg y Ganong, 1959); por lo cual para algunos autores (Bahr y Dial, 1982) esta especie es estacional. La disminución de la capacidad

reproductiva en el conejo está asociada principalmente con el fotoperiodo (Smelser et al., 1934; Wu et al., 1962; Fort, 1979; Bahr y Dial, 1982; Harris et al., 1982), aunque otros factores pueden influir como la temperatura, nutrición, ventilación, humedad (Huairang et al., 1987). Se ha encontrado que en conejos domésticos la actividad reproductiva desciende a finales de verano y en otoño (Roca, 1987). Lo cual puede estar relacionado con el fotoperiodo.

Mientras las relaciones entre la duración del día y la reproducción han sido ampliamente estudiadas en diferentes animales domésticos (Bahr y Dial, 1982; Claus et al., 1984; Hansen, 1985), en conejos muy pocos estudios han sido realizados.

El comportamiento reproductivo de los conejos está condicionado por el régimen de luminosidad, pero los efectos de la luz actúan de manera diferente, sobre la reproducción y sobre el crecimiento (Henaff, 1977). Sin embargo, un período de luz al día es indispensable para permitir el equilibrio entre los sistemas nervioso y hormonal.

La duración del fotoperiodo tiene una influencia variable sobre la fertilidad, en función de las razas de conejos (Fort, 1979) y las especies, ya que en conejos silvestres, la importancia del fotoperiodo, como una indicación segura de la proximidad de la actividad reproductiva estacional está más relacionada con la estimación de la abundancia de recursos nutricionales (Boyd, 1985). También se ha considerado que los machos requieren un fotoperiodo diferente que el de las hembras,

para un buen desempeño reproductivo (Walter et al., 1968; Henaff, 1977; Fort, 1979).

En los trabajos realizados por Wu et al. (1962), se señala que cuando se mantienen conejos machos domésticos bajo un régimen de total oscuridad, la tasa de crecimiento es mayor, el apetito sexual se eleva y la producción de semen se incrementa, llegándose a producir hasta 1.7 ml de semen por eyaculado. Así también, hay reportes que indican que un fotoperiodo de 8 a 12 hrs de luz diaria, puede incidir en un mejor desarrollo corporal, en un aumento en el número de espermatozoides en el epidídimo y en un mayor desarrollo de los testículos (Walter et al., 1968), así como en un mejor comportamiento sexual (Fort, 1979).

Martin (1979) señala que a los machos se les debe proporcionar un mínimo de iluminación, de 8 a 10 horas diarias, durante todo el año. Así también indica que el exceso de luz no parece causarles ningún perjuicio, excepto en verano en que se asocia la luz prolongada a altas temperaturas.

Pomytko y Serova (1984) trabajando con conejos de la raza Chinchilla, encontraron que cuando se les sometía a estos animales a un régimen de luminosidad corto (8 hrs / día), alcanzaban mayores ganancias de peso, que cuando tenían un fotoperiodo largo. Reyne y Goussopoulos (1984) explican la mayor tasa de ganancia de peso en los conejos, bajo el efecto de un fotoperiodo corto, en el hecho de que los hábitos de consumo de alimento y agua, se concentran principalmente en la noche.

En un trabajo realizado por Doggett (1956) se encontró que existen cambios periódicos en las características del semen en los conejos, debidas a fluctuaciones en la producción de andrógenos y de coagulum, los cuales están relacionados directamente con la duración del día. Teniéndose que para los machos en reposo se recomienda un fotoperiodo de 8 a 10 hrs de luz por día, para permitir un equilibrio hormonal adecuado y además, porque el exceso de calor provoca una disminución en la capacidad fecundante del esperma (Doggett, 1956; Martin, 1979).

En estudios realizados (Lincoln, 1976b; Lincoln y MacKinnon, 1976) con liebres machos (Lepus europaeus) se encontró que estos presentan un pronunciado cambio estacional en su tracto reproductivo, lo cual está altamente asociado con cambios en la secreción de LH. Se observó que durante los meses de marzo a junio se presentan los niveles máximos de LH en la sangre y que son mínimos los niveles de esta hormona de septiembre a diciembre. Así también se detectó que la duración del día es probablemente el factor ambiental que dicta los cambios en la secreción de gonadotropinas. De tal manera que para las liebres machos, las condiciones de disminución en el fotoperiodo reducen y llegan a suprimir la actividad reproductiva tanto en animales jóvenes como en adultos. En contraste a lo señalado anteriormente, se han hecho investigaciones sobre el efecto del fotoperiodo en diferentes especies de roedores, como ratón de jardín, Onychomys leucogaster (Frost y Zucker, 1983), rata de arbusto, Rattus fuscipes (Irby et al., 1984) y en hamsters, Mesocricetus auratus (Amador et al., 1985) y se ha encontrado

que fotoperiodos cortos (menores de diez horas luz por día) producen disminución o inhibición de la actividad sexual por una regresión o atrofia de los testículos. Así también Frost y Zucker (1983) señalan que en ratones, después de estar 30 semanas bajo un fotoperiodo corto se presenta un redesarrollo de los testículos y reinicio de la actividad sexual que se había atrofiado al disminuir el fotoperiodo.

Conejos machos silvestres mantenidos en condiciones naturales de fotoperiodo mantienen un patrón estacional de desarrollo testicular, lo cual es consistente con la hipótesis de que al declinar el fotoperiodo o al no existir un período refractario al efecto estimulatorio de los días largos, se induce la regresión testicular. Lo anterior, se considera que, puede estar relacionado con la declinación de la actividad reproductiva de las hembras, así como de las condiciones de humedad y de la disponibilidad de alimentos con que cuenta el conejo (Myers y Poole, 1962; Boyd, 1985).

La exposición a fotoperiodos abajo del mínimo necesario, favorece la atrofia de los testículos, de aquí se considera que para conejos silvestres, días menores de 13-14 horas de luz pueden producir regresión testicular. Además los cambios en el tamaño de los testículos, en respuesta a cambios artificiales en el fotoperiodo pueden, bajo condiciones naturales, incidir a tasas de cambio menos drásticas, debidas a cambios graduales en el fotoperiodo (Boyd, 1985).

Así también, se ha determinado que en los conejos silvestres la regresión en la reproducción puede ser inducida por una reducción en la duración del día, pero que el efecto y el grado de esta reducción va a depender de la experiencia previa de un cierto fotoperiodo. De tal manera, que los días cortos pueden estimular, mantener o inhibir el crecimiento testicular de los conejos, y por consecuencia las características del eyaculado, dependiendo del fotoperiodo al que estuvieron sometidos estos animales anteriormente. Además se encontró que los conejos silvestres son mas sensibles el fotoperiodo durante el período de reinicio del crecimiento testicular (Boyd, 1986).

Para las conejas reproductoras se ha encontrado que el fotoperiodo de 16 hrs luz/día, es el más adecuado para un buen comportamiento reproductivo, por lo que en la mayoría de las explotaciones se proporciona este régimen de luminosidad, el cual incide tanto en hembras como en machos (Fort, 1979).

En base a lo anterior se puede establecer que el fotoperiodo es un factor ambiental muy importante que influye sobre la presentación y regulación de la actividad reproductiva del conejo doméstico. Sin embargo el efecto y el grado de esta regulación va a depender de la exposición previa de un cierto número de horas luz, y de la acción de otras condiciones ambientales, tales como la nutrición, temperatura, humedad, etc.

11. Mecanismos de acción del fotoperiodo

El comportamiento de los conejos está condicionado por el

régimen de horas luz, debido a que éste da lugar a cambios en el tamaño de los testículos y producción de semen en el macho (Henaff, 1977). Los mecanismos que regulan la acción de la luz, no son bien conocidos. Sin embargo, se sabe que se encuentra involucrado el eje hipotálamo-hipofisiario (Folch, 1984) y además hay evidencias que sugieren, que también la glándula pineal participa en la respuesta al fotoperiodo (Turek y Campbell, 1979).

En el conejo se ha determinado que el hipotálamo juega un papel importante en la regulación de la reproducción, porque éste recibe información del medio ambiente, a través del sistema nervioso. En otras palabras, los cambios en la duración del día y la temperatura son detectados por el hipotálamo, el cual traslada estas señales en mensajes químicos y hormonales, llamados factores liberadores de las gonadotropinas. Estas hormonas actúan sobre la pituitaria y regulan la secreción de FSH y LH. Por lo tanto el efecto de la duración del día, es eventualmente reflejado en el comportamiento reproductivo (Karsch et al., 1980; Barh y Dial, 1982); de tal manera que la inhibición de la fisiología de la reproducción está también asociada con una reducción en el comportamiento sexual (Campbell et al., 1978). Se considera que esta disminución en el comportamiento reproductivo, se debe en parte a una declinación en los niveles circulantes de esteroides, debido a que el fotoperiodo inhibe la liberación de gonadotropinas por la hipófisis, a nivel de el hipotálamo, más que a nivel de la glándula pituitaria. (Turek y Campbell, 1979). Lo anterior se afirma, en base a algunos

trabajos que reportan que el incremento en la concentración de factores liberadores de las gonadotropinas en el hipotálamo, está correlacionado con un decremento en la concentración de LH en el suero y en la hipófisis (Pickard, 1977).

Cambios individuales en la descarga de LH puede resultar en una estimulación de los testículos, lo cual se asocia con un incremento en los niveles de testosterona en el plasma (Moor y Younglai, 1975; Lincoln, 1976a,b). El hipotálamo controla la secreción de LH de la pituitaria, por la liberación de LH-RH. Si la pituitaria respondiera de una manera estandarizada a cada estímulo de LH-RH, para todas las etapas del ciclo estacional, permitiría relacionar las diferencias estacionales en las fluctuaciones de LH en el plasma debidas a diferencias en la actividad del hipotálamo. Sin embargo, se ha encontrado que hay cambios estacionales en la receptividad de la pituitaria a dosis estandar de LH-RH, es decir que puede existir una alteración en la sensibilidad del centro control de las gonadotropinas, de tal manera que bajo ciertas condiciones (como un fotoperiodo no estimulatorio), el eje hipotalámico-hipofisiario puede ser extremadamente sensible al efecto de retroalimentación negativa de hormonas esteroideas (Pelletier y Ortavant, 1975). Se ha detectado que se tiene una mayor sensibilidad de la hipófisis, cuando los niveles de testosterona se incrementan. Esta variación en la respuesta puede ser un reflejo de los cambios de las reservas de las gonadotropinas y cambios en la síntesis y almacenamiento de LH por la pituitaria y a los patrones de LH en el plasma, después de la secreción episódica. Por lo que los

cambios estacionales en la amplitud y duración de los picos de LH en el plasma, son un reflejo de la respuesta de la pituitaria a LH-RH, lo cual es dictado por el estado de síntesis y almacenamiento de LH en la pituitaria. Las diferencias estacionales en la frecuencia de los picos de LH, son probablemente consecuencia directa de la actividad del hipotálamo, y cada pico puede resultar de la liberación de LH-RH de las neuronas hipotalámicas (Lincoln, 1976a).

Por otra parte, estudios realizados indican que una variación en la sensibilidad a la retroalimentación de esteroides, está involucrada con el control fotoperiódico de la actividad neuroendócrina-gonadal, pero hay trabajos que mencionan que el fotoperiodo puede alterar la actividad hipotalámica-pituitaria-gonadal, que es independiente de la acción de esteroides, de esta manera dos mecanismos, uno dependiente de esteroides y otro no dependiente de esteroides, participan en el control fotoperiódico de la actividad neuroendócrina-gonadal (Turek y Campbell, 1979).

Los niveles circulantes de gonadotropinas son reducidos durante la exposición de un fotoperiodo no estimulatorio, (que es generalmente con un número reducido de horas luz por día), en una amplia variedad de diferentes especies, en las que se pueden considerar a la liebre, el ratón, la rata, al hamster y a los conejos silvestres (Lincoln, 1976b; Frost y Zucker, 1983; Irby et al., 1984; Amador et al., 1985; Boyd, 1986).

En los conejos domésticos, particularmente de la raza Nueva Zelanda, se ha encontrado que los niveles de testosterona son más bajos en los meses de verano, en tanto que la LH no muestra una ciclicidad estacional. Sin embargo, se detectó un patrón episódico de liberación de ambas hormonas, presentando aumentos en la liberación, cada 4 ó 5 hrs. En forma general, se encontró que un aumento en la producción de LH era precedido o coincidente con un incremento en los niveles de testosterona (Moor y Younglai, 1975).

Se tienen evidencias, de que la prolactina, es una hormona que tiene un importante papel en el control fotoperiódico de la función reproductiva, pues se ha demostrado que esta hormona, puede influir el contenido y la concentración de receptores testiculares de LH/HCG (Amador et al., 1985) y además la administración de prolactina incrementa el peso testicular y la función del mismo, en hamsters que presentaban una regresión gonadal (Klemcke et al., 1981). Sin embargo, se requiere de mayor investigación al respecto, pues el mecanismo exacto de acción de la prolactina sobre el control del fotoperiodo sobre la reproducción en el macho, es aún incierto (Turek y Campbell, 1979).

Por otra parte, se ha encontrado que la glándula pineal también tiene influencia sobre el comportamiento reproductivo en respuesta al fotoperiodo, pues la remoción de la glándula pineal, altera la habilidad de algunos animales a responder apropiadamente a los cambios de luz y oscuridad del día. En

términos generales, se asume que en los mamíferos, la glándula pineal produce una sustancia o sustancias, las cuales inhiben la función neuroendócrina-gonadal, así como la pinealectomía puede bloquear los efectos inhibitorios de los días cortos (Hafez, 1970; Lincoln, 1976a; De Alba, 1985).

La ineffectividad de la melatonina en estimular los efectos de los días cortos sobre el desarrollo testicular, sugiere que la glándula pineal regula el efecto de los días cortos sobre el sistema endócrino en los conejos silvestres (Boyd, 1985) y en ratones (Frost y Zucker, 1983). En liebres europeas, las cuales tienen en ciclo anual de redesarrollo testicular semejante al de los conejos silvestres, la mayor actividad pineal está asociada con un decremento de la actividad gonadal de tal manera que se encontró una relación inversa entre el tamaño de la glándula pineal y el peso de los testículos, entre los niveles de testosterona en el plasma y en los testículos, y posiblemente de los niveles de LH en el plasma (Lincoln, 1976b).

Boyd (1985), señala que es necesaria la exposición de un mínimo de horas luz al día, para el mantenimiento funcional del sistema reproductivo, ya que longitudes del día, menores del mínimo inducen regresión testicular, sin embargo, esto puede estar influido por tiempo previo de exposición de días largos. Martin (1979) recomienda, que para conejos domésticos machos en reposo, un fotoperiodo de 8 a 10 hrs luz /día, permite un equilibrio hormonal adecuado y se evita el exceso de calor en las conejeras.

Recientemente se ha encontrado, que en algunas especies, la remoción de la glándula pineal puede promover o inhibir la función gonadal, dependiendo de las condiciones de fotoperiodo, a las que estuvieron sometidos los animales, al tiempo en que se realizó la cirugía. Así también el producto de la pineal, puede inhibir o estimular la función de las gónadas, lo cual está sujeto nuevamente, a las condiciones de fotoperiodo a las que estuvieron expuestos los organismos (Turek y Campbell, 1979).

La secreción de melatonina típicamente se aumenta durante la noche; la duración del pico de melatonina, parece ser un rasgo crítico que determina si las gónadas presentan regresión o se mantienen funcionales (Frost y Zucker, 1983).

De lo anterior se desprende que un reloj circadiano endógeno está involucrado en el proceso de medición de la longitud del día, aunque no se conocen con precisión las bases fisiológicas y celulares de este proceso.

Los eventos neuroendócrinos asociados con el sistema de transferencia de información del tiempo de medición del fotoperiodo al sistema hipotalámico-hipofisiario responsable de la regulación de las gonadotropinas, también son inciertos (Turek y Campbell, 1979). Sin embargo, se ha encontrado que factores antigonadales de la glándula pineal modifican la actividad de las gónadas por influencia de la secreción de gonadotropinas de la pituitaria por acción del hipotálamo (Lincoln, 1976b). Así también hay que considerar que existen mecanismos dependientes y no dependientes de esteroides que aparentemente participan en la

alteración de la actividad hipotalámica-hipofisiaria (Turek y Campbell, 1979).

Por otro lado, se debe tener en consideración que la regulación del fotoperiodo sobre las gónadas, no es una característica invariable de un género o de especies particulares, depende de las condiciones de los locales en las que se encuentran las especies y diferentes subespecies, y tal vez dentro de las diferentes poblaciones de la misma subespecie, se puede responder diferencialmente a la longitud del día.

La relevancia del fotoperiodo como una señal aproximada de la actividad reproductiva estacional, también puede estar relacionada con el grado de predictibilidad ambiental, de los recursos disponibles para la población local (Frost y Zucker, 1983).

Las evidencias muestran la activa participación del eje hipotálamo-hipofisiario y la glándula pineal en la regulación de la actividad reproductiva en respuesta a la acción del fotoperiodo. Así también, se ha demostrado que la presencia o no de esteroides pueden alterar la actividad hipotalámica-hipofisiaria. Por otra parte es importante señalar que el efecto del fotoperiodo sobre el comportamiento reproductivo va a variar en función del individuo, raza o especie.

MATERIALES Y METODOS

1. Localización

La investigación se efectuó en la Unidad de Selección de "Conejos" Centro de Investigación Científica del Estado de México, A.C. (COCICEMAC), ubicado en San Miguel Coatlinchán, Municipio de Texcoco, en los 19° 27' de latitud norte y 98° 53' longitud oeste, a una altura de 2700 msnm y con un clima C(w₀)(w)b(i')g (García, 1981).

El trabajo experimental se inició en la segunda semana de enero y finalizó en la segunda semana del mes de agosto de 1988, teniéndose un período de colección de muestras de eyaculado de 3 meses.

2. Animales

Inicialmente se utilizaron 12 conejos de la raza Nueva Zelanda Blanco (R1) y 12 machos de la raza California (R2), con pesos promedio de 1.78 kg y de 2 meses de edad, procedentes del Centro Nacional de Cunicultura de Irapuato, Guanajuato.

En la segunda semana del mes de marzo, cuando los conejos alcanzaron los 4 meses de edad y con pesos promedio de 3.11 kg, la mitad de los animales de cada una de las raza fueron sometidos a un régimen de luminosidad de 16 horas luz al día (F1) y la otra mitad estuvo bajo un nivel de 8 horas luz (F2).

3. Instalaciones

Los conejos fueron alojados en un galerón provisto de aislamiento térmico de 25 m. de largo x 10 m. de ancho, dentro de los compartimientos de maternidad y de machos, acondicionados para funcionar bajo diferentes regimenes de luminosidad. La ventilación fue natural y se controló mediante la regulación oportuna en la abertura de las ventanas.

Los machos fueron mantenidos individualmente en jaulas metálicas, tipo flat-deck de 54 cm. x 60 cm. x 40 cm, provistas de bebederos automáticos de tetina y comederos tipo inglés.

Los conejos bajo el primer régimen de luminosidad (F1) recibieron un promedio de 4 horas luz artificial, complementaria al día, mediante la ayuda de relojes programables automáticos y manuales. Para el control del régimen de luminosidad F2, se utilizaron ventanas oscuras regulables y deflector de luz interna, para impedir la entrada de luz y favorecer una adecuada ventilación. La intensidad lumínica para los dos regimenes de luminosidad fue de aproximadamente 3.5 W/m^2 .

4. Manejo Alimenticio

Los conejos recibieron diariamente una dieta restringida de 180 gr de pienso compuesto granulado, de tipo comercial "Conejitina" (La Hacienda) de 4.5 mm de diámetro y 13 mm de longitud. En el Cuadro 1 se muestra la composición química de la dieta utilizada.

Los análisis bromatológicos de la dieta comercial fueron regularmente realizados en el laboratorio de Nutrición del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo de acuerdo a la metodología recomendada por la Association of Official Agricultural Chemists, (1975). Se llevó un control estricto sobre el consumo de alimento a lo largo del experimento.

CUADRO 1. COMPOSICION QUIMICA DE LA DIETA COMERCIAL.

N U T R I E N T E S		% EN LA DIETA
MATERIA SECA	%	93.03
HUMEDAD	%	7.97
PROTEINA CRUDA	(N x 6.25)	16.73
EXTRACTO ETereo	%	3.78
CENIZAS	%	10.39
FIBRA CRUDA	%	16.71
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	%	53.29
T.N.D. (APROX)		75.71
E.D. Kcal/kg		3331.39
Ca %		0.960
P %		0.632

*Datos proporcionados por el laboratorio de Nutrición y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

5. Higiene y Profilaxis

Los conejos se sometieron a un programa estricto de profilaxis, higiene y suplementación vitamínica a lo largo del trabajo experimental. Durante la primera semana del experimento los machos fueron desparasitados interna y externamente, y recibieron una dosis de vitaminas A, D, E y K.

La evacuación de excrementos se efectuó tres veces por semana, mientras que la limpieza y desinfección de las instalaciones, equipo y material accesorio se realizó a intervalos cortos, en forma continuada y programada, utilizando métodos físicos y químicos. Los animales eran tratados con dosis preventivas de Sulfas, Piper-Gort y Scabisin para controlar coccidiosis, parásitos internos y externos respectivamente. Estos tratamientos se realizaron en la primera quincena de los meses de marzo y julio.

6. Manejo Reproductivo

A partir de los 4 meses de edad los conejos fueron entrenados y acostumbrados para montar a una coneja de apoyo, para facilitar la colección. El proceso de colección de semen se inició aproximadamente a los 6 meses de edad, cuando los machos contaban con pesos de 3.8 kg, y finalizó 3 meses después, cuando los conejos tenían una edad aproximada de 9 meses y pesos promedio de 3.96 kg.

Las colecciones y evaluaciones de semen se realizaron por las mañanas (entre 9 y 11 horas). Los machos reproductores eran utilizados una vez por semana. El número de colecciones de semen en un día de trabajo era de dos, obteniéndose el segundo eyaculado entre 20 y 30 minutos después del primero.

La colección de semen se efectuó utilizando una vagina artificial siguiendo la metodología de Walton (1946) y mediante la ayuda de una coneja de apoyo. Las muestras así obtenidas eran

mantenidas a una temperatura de 32°C en baño María y se procedía inmediatamente a la determinación de las características del eyaculado.

7. Variables de Respuesta

Las variables de respuesta a evaluar sobre el comportamiento reproductivo en el presente trabajo, fueron las características del semen dadas por el volumen de eyaculado (V), concentración de espermatozoides/ml de eyaculado (C), motilidad de los espermatozoides del eyaculado (M), producción de gel (G), apariencia del eyaculado (A), pH y viabilidad, esta última determinada por el porcentaje de espermatozoides vivos normales (P1), vivos anormales (P2), muertos normales (PN) y muertos anormales (PA). También se consideraron la libido (L) determinada por el período de reacción o habilidad del conejo para excitarse y efectuar la monta una vez que se introduce a la coneja de apoyo y la vagina artificial. Teniéndose los siguientes valores para esta característica:

0. Cero monta; 1. Malo; 2. Regular y; 3. Bueno.

La apariencia del semen se estimó mediante el color y aspecto del mismo. Se dieron los siguientes valores (Walton, 1945; Fanlo, 1983; Roca, 1987), de acuerdo con las características del eyaculado:

1. Acuoso; 2. Turbio; 3. Lechoso; 4. Cremoso y; 5. Muy cremoso.

Conforme la calidad del semen disminuye, el aspecto se hace más acuoso.

Se revisó la muestra obtenida de eyaculado y se determinó la presencia (denotando como 1) o ausencia de gel (denotando como 0).

Para la estimación de la motilidad del semen, se utilizó el método de Tesh y Test (citado por Roca, 1987) basado en valores y porcentajes. Teniendo la siguiente clasificación:

Valor	Característica	Porcentaje
-	Ausencia motilidad	0
+	Muy poca motilidad	25
++	Poca motilidad	50
+++	Buena motilidad	75
++++	Muy buena motilidad	85
+++++	Excelente motilidad	95

El volumen del eyaculado fue medido a través de un recipiente graduado, en donde se colectaba el semen obtenido por medio de la vagina artificial.

El pH del semen era determinado utilizando papel indicador universal (Dual-Tint), con rangos de 5.0-12.

La determinación de la concentración de espermatozoides en el eyaculado fue hecha tomando una muestra de 0.05 ml. de semen y se le adicionaban a 10 ml de solución salina con formol (8.5 gr de NaCl + 10 ml de formol comercial, aforado a un litro con agua destilada). Una gota de esta mezcla era puesta en una cámara de recuento Neubauer mejorado (Walton, 1945; Fanlo, 1983; Roca, 1987).

El porcentaje de normalidades y anormalidades presentes en el eyaculado se determinaron colocando una gota de semen, teñida con nigrosina-eosina, en un portaobjetos para su observación con un microscopio a 1000 aumentos, haciendo el conteo de 100 espermatozoides y determinando la clasificación correspondiente (Fanlo, 1983; Roca, 1987).

Dentro del comportamiento productivo se consideraron, el consumo de alimento y las ganancias diarias de peso.

8. Análisis Estadístico

A los datos obtenidos de las variables pH, porcentaje de espermatozoides vivos normales (P1), vivos anormales (P2), muertos normales (PN) y muertos anormales (PA) se les hicieron transformaciones para su análisis, dada las características de estas, ya que no presentaban una distribución normal los datos. Para la variable pH se utilizó la transformación de raíz cuadrada, ya que la distribución que presentaba dicha variable era de Poisson. Para las variables P1, P2, PN y PA se empleo la transformación de arco seno, pues los valores de éstas estaban determinados en porcentajes. Dichas transformaciones se realizaron de acuerdo a las especificaciones dadas por Steel y Torrie (1988).

Para las variables libido, apariencia del eyaculado, presencia de gel, motilidad de los espermatozoides del eyaculado, volumen del eyaculado y concentración de espermatozoides/ml se realizaron los análisis en base a los datos originales.

El procedimiento analítico que se utilizó para todas las variables de interés fue el procedimiento de Mínimos Cuadrados propuesto por Harvey (1987).

El modelo estadístico que inicialmente se planteó, para el análisis de las variables, fue aquel, en el cual se consideraron los coeficientes de regresión asociados a los efectos lineal y cuadrático (Steel y Torrie, 1988) de cuatro covariables que a continuación se enlistan: edad a la colección, peso inicial, peso a la colección y consumo de alimento. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis realizados, se encontró que los efectos de estas covariables no eran importantes ($P < .05$), por lo que finalmente el modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + F_j + O_k + (R \cdot F)_{ij} + (R \cdot O)_{ik} \\ + (F \cdot O)_{jk} + \epsilon_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} = Se refiere a L, A, G, M, V, C, pH, Pl,
P2, PN, PA, en la l-ésima colección,
k-ésimo orden de eyaculado, j-ésimo
fotoperiodo e i-ésima raza.

μ = Media General.

R_i = Efecto fijo de la i-ésima raza, $i=1,2$

F_j = Efecto fijo del j-ésimo fotoperiodo, $j=1,2$

O_k = Efecto fijo del k-ésimo orden de eyaculado,
 $k=1,2$

$(R*F)_{ij}$ = Efecto de la interacción raza por
fotoperiodo

$(R*O)_{ik}$ = Efecto de la interacción raza por orden de
eyaculado

$(F*O)_{jk}$ = Efecto de la interacción del fotoperiodo
por el orden de eyaculado.

ϵ_{ijkl} = Error aleatorio inherente a cada observación de
cada característica. Se asume $\approx$ NI $(0, \sigma^2_e)$

El efecto del conejo fue absorbido, mediante el procedimiento de Máxima Verosimilitud (Harvey, 1987), en función de las evidencias reportadas (Doggett, 1956; Hafez, 1970; Contreras y Beyer, 1979; Cheeke et al., 1982; Theau y Roustan, 1982) en donde se señala que existe una gran variabilidad en cuanto al comportamiento reproductivo dentro de machos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El número de conejos machos que iniciaron y finalizaron el trabajo experimental, de acuerdo a raza y fotoperiodo es presentado en el Cuadro 2. Los análisis estadísticos se basaron en un total de 413 registros.

Cuadro 2. Número de Conejos que Iniciaron y Completaron el Experimento de Acuerdo a Raza y Fotoperiodo.

RAZA	FOTOPERIODO	No. INICIAL DE MACHOS	No. FINAL DE MACHOS
R1	F1	6	5 ¹
	F2	6	5 ²
R2	F1	6	6
	F2	6	6

¹La diferencia entre 6 y 5 se debió a la muerte de un macho por problemas respiratorios.

² La diferencia entre 6 y 5 se debió a la eliminación de un macho, porque se rehusó consecutivamente a la colección del semen.

Los resultados y discusión sobre el comportamiento reproductivo en conejos machos del presente trabajo, han sido divididos en tres partes principales. En la primera parte se muestran y discuten los efectos de la raza, fotoperiodo y orden de eyaculado sobre la libido y la producción y calidad del semen,

mientras que en la segunda parte, el pH y algunas características de viabilidad son consideradas. En la tercera parte se muestran y discuten algunas correlaciones entre las variables de respuesta para las características de producción, calidad y viabilidad del semen en conejos.

1. Libido, calidad y producción de semen

El resumen de los efectos de raza, fotoperiodo orden de eyaculado y sus interacciones sobre la libido, calidad y producción de semen es mostrado en el Cuadro 3. El orden de eyaculado fue el principal factor que influyó ($P < .05$) la libido y la mayoría de las características del semen estudiadas; mientras que el fotoperiodo no mostró efectos significativos ($P > .05$).

La raza afectó significativamente ($P < .01$) la concentración de espermatozoides del eyaculado, pero no tuvo influencia sobre las otras variables de estudio. Asimismo se encontró que la apariencia y la presencia de gel del eyaculado fueron significativamente ($P < .01$) influenciadas, en orden respectivo, por las interacciones raza * fotoperiodo y fotoperiodo * orden de eyaculado.

En el Cuadro 4, se muestran las medias de mínimos cuadrados para libido, calidad y producción de semen de los conejos. El cuadro de análisis de varianza para estas variables es mostrado en el Apéndice 1.

Cuadro 3. Niveles de Significancia de Algunas Variables Afectando Libido, Producción y Calidad del Semen de Conejos.

CARACTERISTICAS	V A R I A B L E S					
	RAZA (R)	FOTOPERIODO (F)	ORDEN DE EYACU- LADO (O)	R*F	R*O	F*O
LIBIDO (L)	NS	NS	*	NS	NS	NS
APARIENCIA DEL EYACULADO (A)	NS	NS	NS	**	NS	NS
PRESENCIA DE GEL (G)	NS	NS	**	NS	NS	**
MOTILIDAD DE LOS ES- PERMATOZOIDES DEL E- YACULADO (M)	NS	NS	*	NS	NS	NS
VOLUMEN DEL EYACU- LADO (V)	NS	NS	**	NS	NS	NS
CONCENTRACION DE ESPERMATOZOIDES/ML DE EYACULADO (C)	**	NS	**	NS	NS	NS

NS= No significativo ($P > .05$)

* ($P < .05$)

** ($P < .01$)

Cuadro 4. Medias de Mínimos Cuadrados, Errores Estandar ($\mu \pm E.E.$) y Número de Observaciones (N) para Libido, Producción y Calidad del Semen de Conejos.

VARIABLES	N	CARACTERÍSTICAS					
		LIBIDO ¹ $\mu \pm E.E.$	APARIENCIA ² DEL EYACULADO $\mu \pm E.E.$	PRESENCIA ³ DE GEL $\mu \pm E.E.$	MOTILIDAD ⁴ (%) $\mu \pm E.E.$	VOLUMEN ⁵ (ml) $\mu \pm E.E.$	CONCENTRACION ⁶ 10 ⁶ /ml $\mu \pm E.E.$
MEDIA GENERAL	373	2.88 $\pm$.044	2.98 $\pm$.21	.29 $\pm$.07	62.29 $\pm$ 3.3	.778 $\pm$.05	140.53 $\pm$ 4.6
RAZA 1 (R1)	183	2.91 $\pm$.059	2.74 $\pm$.28	.28 $\pm$.09	69.51 $\pm$ 4.6	.774 $\pm$.07	157.33 $\pm$ 6.6
RAZA 2 (R2)	190	2.85 $\pm$.04	3.21 $\pm$.19	.30 $\pm$.06	61.07 $\pm$ 3.3	.783 $\pm$.05	123.73 $\pm$ 6.4
FOTOPERIODO 1 (F1)	164	2.86 $\pm$.05	2.91 $\pm$.25	.29 $\pm$.08	69.48 $\pm$ 4.3	.820 $\pm$.07	136.40 $\pm$ 7.1
FOTOPERIODO 2 (F2)	209	2.90 $\pm$.04	3.05 $\pm$.21	.29 $\pm$.07	61.10 $\pm$ 3.7	.736 $\pm$.06	144.66 $\pm$ 5.9
ORDEN DE EYACULADO 1 (O1)	187	2.84 $\pm$.04	2.89 $\pm$.21	.43 $\pm$.07	59.56 $\pm$ 3.6	.845 $\pm$.05	109.37 $\pm$ 6.5
ORDEN DE EYACULADO 2 (O2)	186	2.92 $\pm$.04	3.07 $\pm$.21	.15 $\pm$.07	71.02 $\pm$ 3.6	.711 $\pm$.05	171.70 $\pm$ 6.5
R1*F1	87	2.85 $\pm$.09	2.99 $\pm$.43	.37 $\pm$.14	76.86 $\pm$ 7.0	.751 $\pm$.11	161.63 $\pm$ 9.6
R1*F2	96	2.97 $\pm$.05	2.50 $\pm$.24	.19 $\pm$.08	62.15 $\pm$ 4.4	.796 $\pm$.07	153.03 $\pm$ 9.2
R2*F1	77	2.86 $\pm$.06	2.83 $\pm$.27	.21 $\pm$.09	62.10 $\pm$ 4.8	.890 $\pm$.07	111.17 $\pm$ 10
R2*F2	113	2.84 $\pm$.05	3.60 $\pm$.24	.38 $\pm$.08	60.04 $\pm$ 4.4	.676 $\pm$.07	136.30 $\pm$ 7.3
R1*O1	94	2.85 $\pm$.06	2.59 $\pm$.29	.42 $\pm$.10	63.38 $\pm$ 5.9	.860 $\pm$.08	118.05 $\pm$ 9.3
R1*O2	89	2.96 $\pm$.06	2.90 $\pm$.29	.14 $\pm$.10	75.64 $\pm$ 4.9	.687 $\pm$.08	196.61 $\pm$ 9.5
R2*O1	93	2.82 $\pm$.05	3.20 $\pm$.20	.43 $\pm$.07	55.74 $\pm$ 3.8	.831 $\pm$.06	100.69 $\pm$ 9.1
R2*O2	97	2.88 $\pm$.04	3.23 $\pm$.21	.16 $\pm$.07	66.40 $\pm$ 3.8	.735 $\pm$.06	146.78 $\pm$ 8.7
F1*O1	84	2.81 $\pm$.06	2.73 $\pm$.27	.35 $\pm$.09	64.52 $\pm$ 4.7	.910 $\pm$.07	111.73 $\pm$ 10
F1*O2	80	2.90 $\pm$.06	3.08 $\pm$.27	.23 $\pm$.09	74.44 $\pm$ 4.7	.730 $\pm$.07	161.07 $\pm$ 10
F2*O1	103	2.87 $\pm$.05	3.05 $\pm$.22	.50 $\pm$.07	54.60 $\pm$ 4.1	.781 $\pm$.06	107.01 $\pm$ 8.4
F2*O2	106	2.94 $\pm$.05	3.06 $\pm$.22	.07 $\pm$.07	67.60 $\pm$ 4.1	.692 $\pm$.06	182.32 $\pm$ 8.1

¹0. Cero monta; 1. Malo; 2. Regular; 3. Bueno.

²1. Acuoso; 2. Turbio; 3. Lechoso; 4. Cremoso; 5. Muy cremoso.

³0. Ausencia de Gel; 1. Presencia de Gel.

⁴Motilidad de los espermatozoides del eyaculado

⁵Volumen del eyaculado

⁶Concentración de espermatozoides/ml

1.1. Libido

De acuerdo al sistema de calificación utilizado en el presente experimento, la libido del segundo orden de eyaculado fue significativamente mejor ($P < .05$) que la del primero ($2.92 \pm .04$ vs $2.84 \pm .04$ respectivamente). Estos resultados no están de acuerdo con los reportados por Amann y Lambiase (1967), quienes encontraron una mejor respuesta en los primeros que en los segundos eyaculados. La variabilidad de respuesta entre trabajos podría explicarse en términos de diferencias en las metodologías de investigación empleadas. En el presente estudio la frecuencia de colección se realizaba semanalmente y no se realizaron montas falsas antes de proceder a la extracción del semen, por lo que al no realizarse una excitación previa, se podría suponer que la primera colección preparaba y familiarizaba al macho de tal forma que al realizarse la segunda extracción, el conejo efectuaba la monta con mayor rapidez.

Son necesarios más trabajos precisos sobre la reacción del macho a una coneja de apoyo y vagina artificial en relación al orden de extracción de semen, en donde sean considerados el método de colección, la estacionalidad, la hora de extracción, cercanía de hembras y la presentación o no de conejas en estro en la colección.

1.2. Apariencia del eyaculado

Aunque no se encontraron efectos aparentes ($P > .05$) de raza y

fotoperiodo, la apariencia del eyaculado fue significativamente influenciada ($P < .01$) por la interacción entre raza y fotoperiodo. En la Figura 1 se puede observar que la apariencia del eyaculado se mejora cuando los conejos de la raza Nueva Zelanda Blanco son sometidos a un fotoperiodo de 16 horas luz (2.98 vs 2.50 en 8 horas luz), mientras que machos California bajo 8 horas luz (3.6 vs 2.8 en 16 horas luz) responden mejor para esta característica. Estos resultados apoyan los reportados por Fort (1979), quién encontró que la duración del fotoperiodo tiene una influencia variable sobre algunas características del semen en conejos en función de las razas. Por lo que se pueden considerar, que estas diferencias en la respuesta fisiológica, están dadas parcialmente por diferencias genéticas y por la interacción del genotipo por el medio ambiente (Land, 1984).

Los valores de apariencia promedio del semen para las razas California y Nueva Zelanda Blanco en el presente trabajo, fueron 2.74 y 3.21 respectivamente. Estos resultados presentan una tendencia similar que los reportados por Roca (1987).

En el Cuadro 4 se puede observar como los valores promedios sobre la apariencia del semen, mostraron una tendencia a ser mejores para la raza 2, el fotoperiodo 2 y el segundo orden de eyaculado, pero no se encontraron diferencias significativas ($P > .05$) para estos factores.

1.3. Presencia de gel

Se encontró que los primeros eyaculados ($.431 \pm .071$),

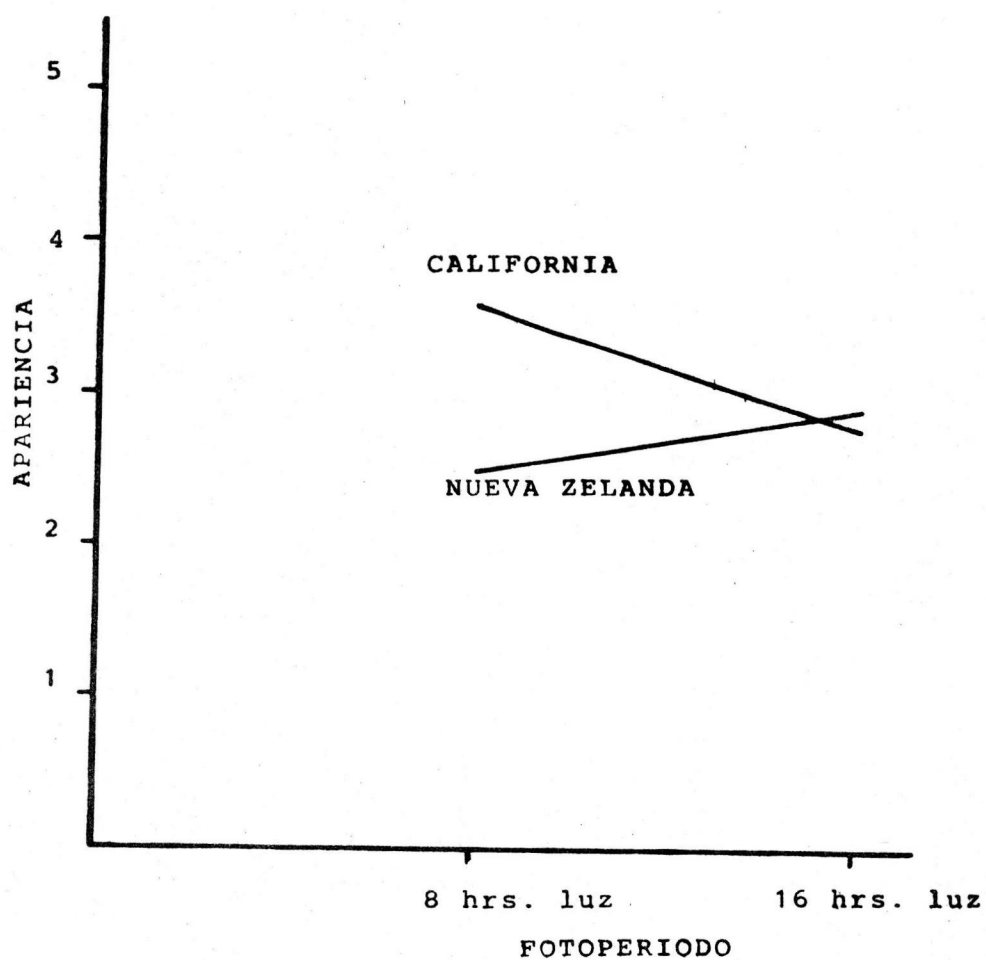


FIGURA 1. INTERACION RAZA * FOTOPERIODO PARA APARIENCIA DEL EYACULADO EN CONEJOS.

presentaron más frecuentemente gel ($P < .01$), que los segundos eyaculados ($.157 \pm .071$). Estos datos coinciden con los reportados por Amann (1966) y Amann y Lambiase (1967). Así también se ha determinado que el gel tiene una variación cíclica en su producción, teniéndose que la duración del ciclo fluctúa de 3 a 8 días (Hafez, 1970), y estos eyaculados, se obtuvieron consecutivamente en el mismo día.

En el presente trabajo se encontró un efecto altamente significativo ($P < .01$), de la interacción fotoperiodo*orden de eyaculado sobre la presencia de gel en el semen. Los resultados indican que en los primeros eyaculados, la presencia de gel es mas frecuente que en los segundos, tanto en el fotoperiodo de 8 como en el de 16 horas luz. Sin embargo, para el fotoperiodo de 8 hrs luz es mayor la incidencia de gel que para el fotoperiodo de 16 hrs en el orden de eyaculado 1, pero es menor que en el fotoperiodo 1 en el orden de eyaculado 2 lo cual denota una interacción de fotoperiodo*orden de eyaculado (Figura 2). Lo que indica que la producción de gel puede ser influida por otros factores, como la producción de andrógenos (Doggett, 1956; Kihlstrom y Degerman (1963), citados por May y Simpson, 1975), y que éstos pueden ser sensibles al efecto del fotoperiodo, causando pequeñas alteraciones en su producción (Turek y Campbell, 1979).

1.4. Motilidad de los espermatozoides del eyaculado

La motilidad de un eyaculado, es uno de los criterios mas eficaces para la selección de semen de calidad (Theau y Roustan,

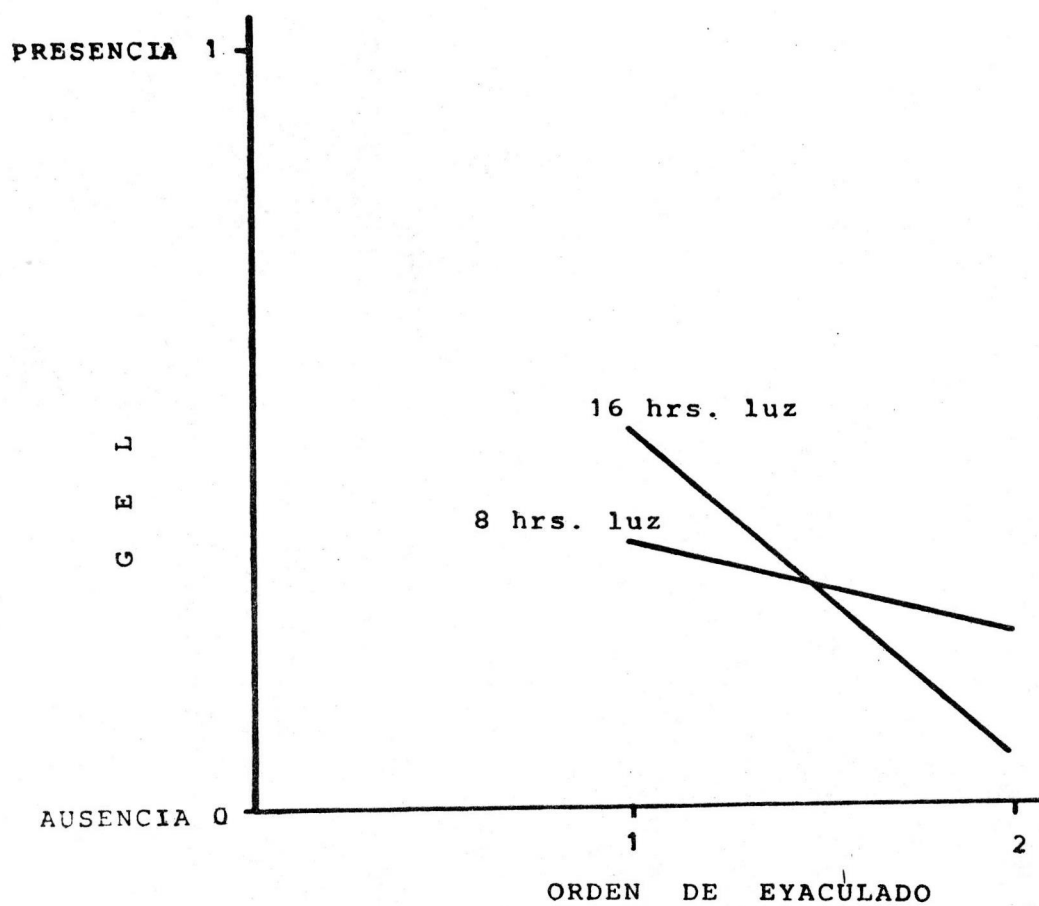


FIGURA 2. INTERACION FOTOPERIODO * ORDEN DE EYACULADO PARA PRESENCIA DE GEL EN CONEJOS.

1982). En el presente trabajo, la motilidad mostró no estar afectada por raza ni por fotoperiodo ($P > .05$), pero el orden de eyaculado mostró tener un gran efecto ($P < .01$). La motilidad de los segundos eyaculados es significativamente mayor ($P < .01$) que la de los primeros (71.02 ± 3.6 vs 59.56 ± 3.6 , respectivamente). Hay trabajos (Roca, 1987) que indican que de un conjunto de colecciones de semen, la motilidad de los espermatozoides tienen un valor promedio ponderado de 65.17%, y que una movilidad de un 50% se puede considerar como suficiente (sin que éste pueda tomarse como el ideal) para fecundar a las conejas en monta natural. En el presente trabajo se encontró, que los segundos eyaculados tienen un valor mayor que el reportado como promedio, por lo que, el semen obtenido de éstos es de mayor calidad y se puede esperar una mayor fertilidad. D'Amato et al. (1979) reportan una tendencia a un mejor comportamiento reproductivo en hembras inseminadas con eyaculados posteriores al primero. Ahora bien, si se toma en cuenta el valor conjunto para esta variable de los primeros y segundos eyaculados, se obtiene un valor promedio de 65.29 %, que coincide con el valor reportado por Roca (1987) que es de 65.17%. Lo cual tiene relación con la práctica recomendada de efectuar dos cópulas por coneja cuando se realiza monta natural para asegurar una mejor concepción (Hafez, 1970).

1.5. Volumen del eyaculado

El orden de eyaculado fue el único factor que influyó de manera importante ($P < .01$) el volumen. Los primeros eyaculados fueron significativamente ($P < .01$) más grandes que los

provenientes de los segundos ($.845 \pm .05$ vs $.711 \pm .05$). Estos resultados están de acuerdo con la tendencia detectada por Almquist y Cunningham (1967) y con los datos reportados por Amann (1966) y Amann y Lambiase (1967) quienes encontraron que el volumen del primer eyaculado es mayor que el segundo consecutivo. Lo cual se puede explicar, en base a que en estos conejos, las glándulas accesorias no han alcanzado su máximo desarrollo, el cual se presenta hasta los 12 meses de edad (Amann y Lambiase, 1967), además se debe considerar que las colecciones se realizaron en forma consecutiva.

Los valores de volumen señalados anteriormente, se encuentran dentro del rango de valores citados por varios autores (Pacheco de Macedo, 1979; Mann y Lutwak-Mann, 1981; Cheeke et al. 1982; Bataglini et al. 1986).

1.6. Concentración de espermatozoides por ml de eyaculado

En el presente trabajo se encontró, que la raza y el orden de eyaculado afectaron significativamente ($P < .01$) la concentración de espermatozoides por ml de eyaculado. No se encontraron efectos aparentes ($P > .05$) atribuibles al fotoperiodo ni a ninguna de las interacciones.

La concentración de espermatozoides es la característica más importante del semen, (Foote, 1980), sin embargo, ésta es muy variable (Foote, 1980; Cheeke et al. 1982), por lo que se tienen rangos normales en los que puede encontrarse dicha característica para los conejos. En este estudio se encontró que la

concentración para la raza 1 fue de 157.33 ± 6.66 y para la raza 2 fue de 123.73 ± 6.41 . Se conoce que pueden existir diferencias entre razas en relación a la concentración espermática del semen (Frolich y Venge, 1948; Hafez, 1970; Land, 1984), por lo cual esta característica podría mostrar un efecto de heterosis al realizar cruzamiento entre razas (Frolich y Venge, 1948). Los valores, antes mostrados, a pesar de que difieren entre sí, caen dentro del intervalo de los valores normales para esta especie (Hafez, 1970; Pacheco de Macedo, 1979; Cheeke et al. 1982; Battaglini et al. 1986). Los datos obtenidos sobre concentración de espermatozoides en las dos razas, no presentan el mismo orden y son ligeramente mayores que los reportados por Roca (1987), lo cual puede deberse a las diferencias en cuanto al tiempo en que se estuvieron colectando las muestras de eyaculado. En el presente trabajo el tiempo fue de 3 meses en tanto que para la investigación citada fue de 12 meses.

Así mismo fue detectado que valores mayores de concentración espermática están asociados con mayores valores de motilidad, lo cual coincide con lo reportado por Hiroe y Tomizuka (1965). Por lo que se puede considerar que la raza Nueva Zelanda Blanco produjo relativamente mejores eyaculados que la raza California, con respecto a estas dos características.

Para el orden de eyaculado, se encontraron valores de 109.37 ± 6.54 y 171.70 ± 6.50 de concentración de espermatozoides del semen, para el primero y segundo orden de eyaculado, respectivamente, lo cual coincide con lo reportado por Desjardins

et al. (1965) y Almquist y Cunningham (1967); y manifiesta la misma tendencia detectada en los trabajos realizados por D'Amato et al. (1979). De tal forma que los segundos eyaculados son de mejor calidad que los primeros.

2. pH y viabilidad del semen

El resumen de los efectos de raza, fotoperiodo y orden de eyaculado sobre el pH y algunas características de viabilidad del semen es mostrado en el Cuadro 5, mientras que las medias de mínimos cuadrados y sus errores estandar para el pH y las características de viabilidad del semen son mostradas en el Cuadro 6. El pH y los porcentajes de espermatozoides vivos normales y vivos anormales mostraron ser influenciados significativamente ($P < .05$, $P < .01$ y $P < .05$, respectivamente) por el factor raza. En tanto que el fotoperiodo solo fue altamente importante ($P < .01$) sobre el pH del semen. Así también, el porcentaje de espermatozoides vivos normales se vió significativamente ($P < .05$) influido por la interacción raza *orden de eyaculado.

2.1. pH del eyaculado

Para el pH, los efectos de raza y fotoperiodo fueron significativos ($P < .05$ y $P < .01$, respectivamente), no siendo importante ($P > .05$) el efecto de orden de eyaculado.

En el Cuadro 6 se puede observar que el valor promedio de pH para la raza 1 fue de $7.66 \pm .001$ y para la raza 2 fue de

Cuadro 5. Nivel de Significancia de Algunas Variables Afectando pH y Características de Viabilidad del Semen de Conejos.

VARIABLES	RAZA (R)	FOTOPERIODO (F)	ORDEN DE EYACU- LADO (O)	R*F	R*O	F*O
pH	*	**	NS ⁵	NS	NS	NS
P1 ¹	**	NS	NS	NS	*	NS
P2 ²	*	NS	NS	NS	NS	NS
PN ³	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PA ⁴	NS	NS	NS	NS	NS	NS

¹Porcentaje de espermatozoides vivos normales

²Porcentaje de espermatozoides vivos anormales

⁴Porcentaje de espermatozoides muertos anormales

⁵NS= No significativo ($P > .05$)

* ($P < .05$)

** ($P < .01$)

Cuadro 6. Medias de Mínimos Cuadrados, Errores Estandar ($\mu \pm E.E.$) y Número de Observaciones (N) para pH y Características de Viabilidad del Semen de Conejos.

VARIABLES	N	pH $\mu \pm E.E.$	C A R A C T E R I S T I C A S			
			P1 ¹ $\mu \pm E.E.$	P2 ² $\mu \pm E.E.$	PN ³ $\mu \pm E.E.$	PA ⁴ $\mu \pm E.E.$
MEDIA GENERAL	379	7.88 $\pm$.001	84.48 $\pm$ 1.28	1.28 $\pm$.14	8.57 $\pm$.90	2.54 $\pm$.45
RAZA 1 (R1)	170	7.66 $\pm$.001	87.08 $\pm$ 1.85	1.01 $\pm$.21	7.36 $\pm$ 1.2	2.84 $\pm$.65
RAZA 2 (R2)	209	8.10 $\pm$.001	81.89 $\pm$ 1.85	1.55 $\pm$.20	9.78 $\pm$ 1.2	2.24 $\pm$.63
FOTOPERIODO 1 (F1)	150	7.46 $\pm$.001	87.29 $\pm$ 1.97	1.29 $\pm$.22	7.17 $\pm$ 1.3	2.12 $\pm$.07
FOTOPERIODO 2 (F2)	229	8.31 $\pm$.001	81.67 $\pm$ 1.63	1.27 $\pm$.18	9.97 $\pm$ 1.1	2.96 $\pm$.58
ORDEN DE EYACULADO 1 (O1)	185	7.89 $\pm$.001	84.86 $\pm$ 1.81	1.30 $\pm$.20	8.86 $\pm$ 1.2	2.24 $\pm$.64
ORDEN DE EYACULADO 2 (O2)	194	7.87 $\pm$.001	84.10 $\pm$ 1.80	1.26 $\pm$.20	8.28 $\pm$ 1.2	2.84 $\pm$.63
R1*F1	81	7.46 $\pm$.002	89.55 $\pm$ 2.68	0.92 $\pm$ 1.8	7.24 $\pm$ 1.8	2.26 $\pm$.95
R1*F2	89	7.47 $\pm$.002	84.61 $\pm$ 2.55	1.10 $\pm$.28	7.47 $\pm$ 1.7	3.42 $\pm$.90
R2*F1	69	8.33 $\pm$.002	85.04 $\pm$ 2.90	1.66 $\pm$.32	7.10 $\pm$ 2.3	1.99 $\pm$ 1.0
R2*F2	140	8.28 $\pm$.002	78.74 $\pm$ 2.04	1.44 $\pm$.23	12.46 $\pm$ 1.4	2.50 $\pm$.72
R1*O1	87	7.68 $\pm$.002	87.65 $\pm$ 2.58	0.83 $\pm$.29	8.34 $\pm$ 1.8	2.04 $\pm$.91
R1*O2	83	7.64 $\pm$.002	86.51 $\pm$ 2.65	1.19 $\pm$.29	6.38 $\pm$ 1.8	3.64 $\pm$.93
R2*O1	98	8.11 $\pm$.002	82.08 $\pm$ 2.52	1.77 $\pm$.28	9.38 $\pm$ 1.7	2.44 $\pm$.89
R2*O2	111	8.09 $\pm$.002	81.70 $\pm$ 2.42	1.33 $\pm$.27	10.17 $\pm$ 1.6	2.05 $\pm$.85
F1*O1	76	7.11 $\pm$.003	87.35 $\pm$ 2.77	1.43 $\pm$.31	6.66 $\pm$ 1.9	1.68 $\pm$.98
F1*O2	74	8.24 $\pm$.002	87.24 $\pm$ 2.80	1.14 $\pm$.31	7.68 $\pm$ 1.9	2.56 $\pm$.99
F2*O1	109	7.83 $\pm$.003	82.38 $\pm$ 2.34	1.17 $\pm$.26	11.06 $\pm$ 1.6	2.80 $\pm$.82
F2*O2	120	8.37 $\pm$.002	80.97 $\pm$ 2.27	1.38 $\pm$.25	8.87 $\pm$ 1.5	3.12 $\pm$.80

¹Porcentaje de espermatozoides vivos normales

³Porcentaje de espermatozoides muertos normales

²Porcentaje de espermatozoides vivos anormales

⁴Porcentaje de espermatozoides muertos anormales

8.10 $\pm$.001, en tanto que para el fotoperiodo 1 fue de 7.46 $\pm$.001, y 8.31 $\pm$.001 para el fotoperiodo 2. Estos valores de pH no difieren de los que se reportan como normales (Asdell, 1946; Pacheco de Macedo, 1979). Sin embargo, es importante señalar que algunas características del eyaculado, como la motilidad, se pueden ver afectadas por pequeños cambios de pH (Turner y Howards, 1978; Pholpramool y Chaturapanich, 1979). En el presente trabajo se pudieron confirmar los resultados reportados por Hiroe y Tomizuka (1975), al encontrar que a pH menores o cercanos a 7.4, la motilidad de los espermatozoides del eyaculado es mayor. Los resultados indican que aunque el pH se encuentra dentro de los rangos normales, se puede considerar que la motilidad puede disminuir con un pH ligeramente alcalino, lo cual apoya lo detectado por Fanlo (1983).

2.2. Porcentajes de espermatozoides vivos normales

Para el porcentaje de espermatozoides vivos normales los resultados mostraron que fueron importantes el efecto de raza ($P < .01$) y la interacción raza*orden de eyaculado ($P < .05$).

Para el efecto de raza se encuentra que la media de esta variable para la raza 1 es de 87.08 $\pm$ 1.85 % y para la raza 2 es 81.89 $\pm$ 1.77 % (Cuadro 6), por lo que los conejos Nueva Zelanda Blanco tuvieron un mayor porcentaje de espermatozoides vivos normales. Los valores obtenidos en este trabajo son un poco más altos y no tienen la misma tendencia que los reportados por Roca (1987), esto se explica en función de que a los conejos se les hacía una colección (constituida de dos eyaculados por colección)

a la semana (Gregorie et al. 1958; Amann, 1966) y además solo se realizaron las colecciones en un período más corto. Así también se debe considerar que las condiciones de crianza y la calidad genética de los animales no son las mismas, para este trabajo y el efectuado por Roca (1987).

En la Figura 3, se presenta el efecto de la interacción de raza*orden de eyaculado, en donde se puede apreciar que la raza Nueva Zelanda Blanco tiene una mayor disminución en el porcentaje de espermatozoides vivos normales del orden de eyaculado 1 al orden de eyaculado 2 (87.6 ± 2.6 y 86.5 ± 2.6 , respectivamente), que la raza California (82.1 ± 2.5 y 81.7 ± 2.4 , respectivamente). Sin embargo, los valores de para esta variable son aceptables y adecuados para la utilización del eyaculado en la inseminación de las conejas.

2.3. Porcentaje de espermatozoides vivos anormales

Para esta variable, solamente el efecto de raza fue significativo ($P < .05$), mientras que los efectos de fotoperiodo, orden de eyaculado y las interacciones no fueron importantes ($P < .05$), Cuadro 6. De acuerdo con dicho Cuadro, se puede apreciar que los conejos Nueva Zelanda Blanco presentaron un menor porcentaje de espermatozoides vivos anormales ($1.01 \pm .21$ %) que los California ($1.55 \pm .20$ %), lo cual es de esperarse si los primeros presentaron mayores porcentajes de espermatozoides vivos normales que los segundos. Los valores para la variable en cuestión son bajos (Roca, 1987), ya que a los conejos solo se

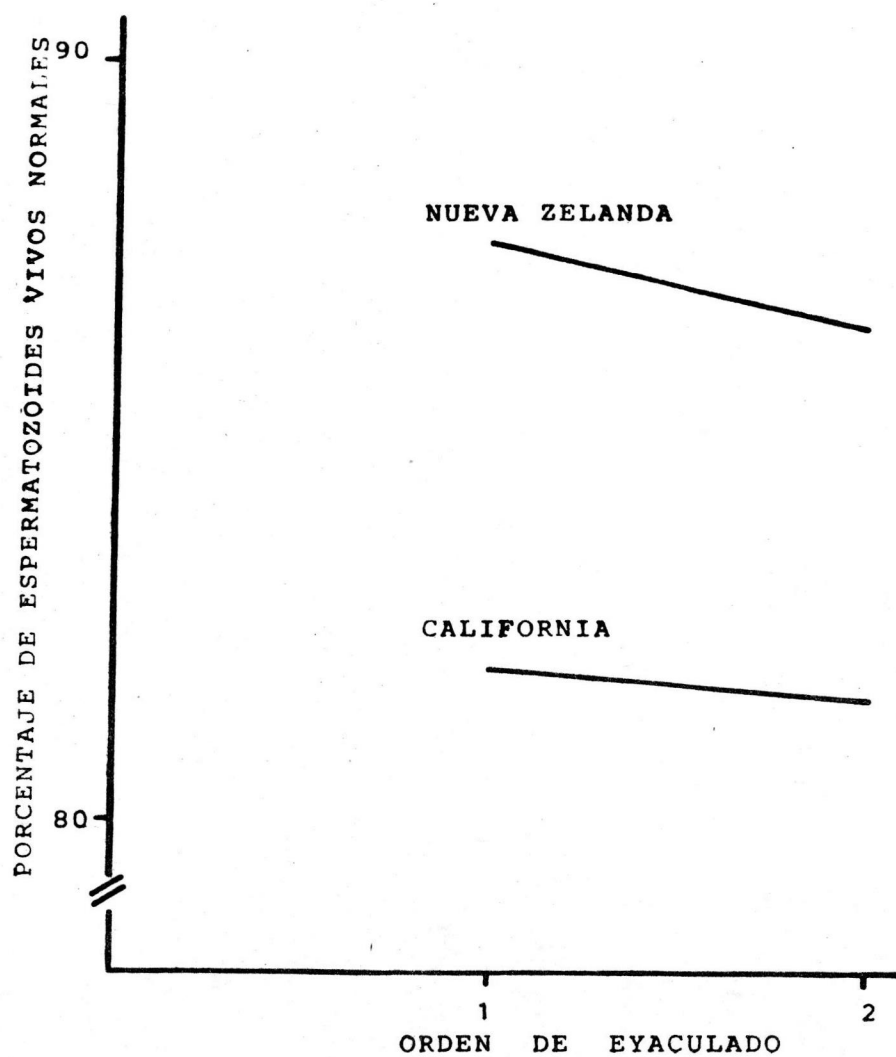


FIGURA 3. INTERACION RAZA * ORDEN DE EYACULADO PARA PORCENTAJE DE ESPERMATOZOÍDES VIVOS NORMALES EN CONEJOS.

les extraía semen una vez a la semana, por lo que no estaban muy trabajados.

2.4. Porcentaje de espermatozoides muertos normales y muertos anormales

Los resultados encontrados en este trabajo indican que para los porcentajes de espermatozoides muertos normales y muertos anormales, ninguno de los efectos ni de las interacciones fueron significativos ($P > .05$). Las medias de mínimos cuadrados y los errores estandar para estas variables se presentan en el Cuadro 6.

Los valores promedio de estas características para los efectos principales de raza, fotoperiodo y orden de eyaculado no rebasan los señalados como normales (Roca, 1987).

3. Correlaciones entre las variables las variables estudiadas

En el Apéndice 3 se presenta la dirección y la magnitud de las correlaciones entre las variables estudiadas. En función a esta información se encontró que las asociaciones mas importantes son las que a continuación se analizan.

3.1. Correlación entre porcentaje de espermatozoides vivos normales y muertos normales

Los porcentajes de espermatozoides normales vivos y normales muertos se correlacionan en $-.80$ (Apéndice 3) lo que indica que al aumentar el porcentaje de espermatozoides vivos normales, disminuirá el porcentaje de espermatozoides muertos normales, de

tal manera que al determinar la primera característica de una muestra podemos estimar la segunda con cierta confiabilidad.

3.2. Correlación entre motilidad y porcentaje de espermatozoides vivos normales, motilidad y porcentaje de espermatozoides muertos normales

En relación a las correlaciones de motilidad y porcentaje de espermatozoides normales vivos (.64), y motilidad y porcentaje de espermatozoides normales muertos (-.55), Apéndice (3), indica que al aumentar la motilidad de espermatozoides se incrementa el porcentaje de vivos normales y se disminuye el porcentaje espermatozoides de muertos normales. Esta situación confirma lo que señalan algunas investigaciones (Doggett, 1956; Theau y Roustan, 1982).

3.3. Correlación entre motilidad y concentración de espermatozoides por ml de eyaculado

Se conoce que la motilidad y la concentración de los espermatozoides son los criterios más importantes del eyaculado, y que existe una buena relación entre estas (Doggett, 1956; Theau y Roustan, 1982). En el presente estudio se encontró que el grado de asociación entre motilidad y concentración de los espermatozoides fue de .45 (Apéndice 3). Este resultado constituye otra indicación de la importancia que tiene la motilidad frente a la concentración de espermatozoides.

3.4. Correlación entre apariencia y volumen del eyaculado

La correlación entre estas variables fue de -0.43 (Apéndice 3), de tal manera que al mejorar la apariencia del eyaculado, el volumen de éste disminuirá. Este resultado da, otro punto de referencia para seleccionar un eyaculado, sin embargo, cabe indicar que la apariencia es un criterio un tanto subjetivo, y que no se puede considerar como determinante. Por lo que es conveniente relacionar esta información con los resultados obtenidos de motilidad y porcentaje de espermatozoides viables de los eyaculados, para realizar una mejor selección de los mismos.

4. Discusión General

De acuerdo con todos los resultados obtenidos de este estudio, se puede apreciar que en los meses de mayo a agosto, cuando los conejos domésticos presentan un adecuado desarrollo y comportamiento reproductivo (Hammond y Marshall, 1925; Frolich y Venge, 1948; Surdeau y Henaff, 1978; Moor y Younglai, 1975; Roca, 1987), y con una exposición previa del fotoperiodo natural, mayor de 8 hrs luz antes de los 4 meses de edad, no se encontraron diferencias en cuanto a las características reproductivas de los machos de las razas Nueva Zelanda Blanco y California.

Los dos niveles de fotoperiodo tampoco tuvieron un efecto importante sobre las variables de interés estudiadas, lo que indica que aparentemente un nivel de 8 hrs luz por día es suficiente para proporcionar un equilibrio hormonal adecuado (Doggett, 1956; Martin, 1979) para el mantenimiento funcional del

sistema reproductivo, y que probablemente longitudes del día menores pudieran inducir regresión testicular (Boyd, 1985). Por otro lado, fotoperiodos entre 8 y 16 hrs luz, no afectaron el comportamiento reproductivo de los conejos (Martin, 1979). Lo anterior no concuerda con lo presentado por Walter et al. (1968), esto probablemente esté relacionado con el hecho de que el efecto de un cierto fotoperiodo va a depender de la experiencia previa y del tiempo a que se expongan los animales a un tipo de longitud de día, de tal manera, que días cortos o largos pueden estimular, inhibir o mantener el comportamiento reproductivo (Turek y Campbell, 1979; Boyd, 1986).

El mecanismo de acción del fotoperiodo no se conoce con exactitud, pero se sabe que se encuentra involucrado el eje hipotálamo-hipofisiario (Folch, 1984) y la glándula pineal (Turek y Campbell, 1979). También se tienen evidencias (Pelletier y Ortavant, 1975; Ratimeshin, 1979) de que existen cambios estacionales de receptividad del eje hipotálamo-hipofisiario y que estos pueden deberse a ciertas condiciones ambientales, como un fotoperiodo no estimulatorio, por cambios en la sensibilidad al efecto de retroalimentación de hormonas esteroideas (Pelletier y Ortavan, 1975; Torres, 1977). De tal manera que se debe tomar en consideración que hay dos mecanismos sobre la actividad hipotálica-pituitaria-gonadal (Turek y Campbell, 1979), y la incidencia de estos dos mecanismos (el dependiente y el no dependiente de esteroides) van a determinar el efecto del fotoperiodo sobre el comportamiento reproductivo en respuesta de la actividad neuroendocrina-gonadal.

Ahora bien, aunque no hubo diferencias significativas para raza ni para fotoperiodo, se estima necesario señalar que se pudieron apreciar algunas tendencias como son las siguientes: La raza Nueva Zelanda Blanco presentó un mejor comportamiento reproductivo bajo el fotoperiodo 1 en tanto que los conejos California fueron ligeramente mejores bajo el fotoperiodo 2; esto indica que existen diferencias en cuanto al efecto del fotoperiodo entre razas (Fort, 1979; Frost y Zucker, 1983). Y parece ser, que para los conejos de la raza California, los días cortos pudieran ser mas favorables, bajo ciertas condiciones previas, que para los machos Nueva Zelanda Blanco. Sin embargo, se requiere de mayor investigación al respecto, para poder dar sugerencias más concretas. Así también en términos generales, la raza Nueva Zelanda Blanco presentó relativamente mejor comportamiento reproductivo que la California (Cuadros 3 y 5); lo que indica que bajo condiciones controladas de alimentación y de factores ambientales los conejos de la raza Nueva Zelanda tienden a presentar un mejor comportamiento reproductivo, lo que hace pensar que probablemente estos animales sean de mejor calidad genética, aunque se sabe que las características reproductivas tienen baja heredabilidad (Falconer, 1980).

En relación al efecto del orden de eyaculado se encontró que en el segundo orden consecutivo, se tienen eyaculados con mejores características que en el primer orden, por lo que se puede esperar una mejor fertilidad al inseminar con estos. Sin embargo,

sería recomendable hacer estudios para determinar la fertilidad en las conejas, cuando se usan los segundos eyaculados para inseminación.

CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los hallazgos de este trabajo, se puede concluir que:

Se encontraron diferencias para algunas características del eyaculado entre los conejos Nueva Zelanda Blanco y California, sin embargo las dos razas presentaron valores normales de producción, calidad y viabilidad del semen.

No se encontraron diferencias importantes en cuanto a las características reproductivas de los eyaculados entre los fotoperiodos de 8 y 16 horas luz por día.

Cuando se obtienen dos eyaculados consecutivos se observa que el segundo presenta mejores características del semen que el primer de eyaculado.

De acuerdo con lo anterior, los productores pueden esperar un buen comportamiento reproductivo de los machos de las razas Nuava Zelanda Blanco y California en los meses de mayo a agosto, si se les proporciona por lo menos un rango de luminosidad de 8 horas luz / día. En caso de que se utilice inseminación artificial se recomienda que se emplee principalmente el semen de los segundos eyaculados para la inseminación en conejas.

Se considera importante la realización de investigaciones futuras al respecto, sugiriéndose que se determine el efecto del fotoperiodo, en diferentes épocas del año y durante mayores

períodos, así también, se considera importante evaluar las características del semen en base a pruebas de fertilidad en las conejas, con lo que se podría tener mayor certeza de la calidad del eyaculado y permitir así la selección de machos con mejores características reproductivas.

LITERATURA CITADA

- Agmo, A. 1976. Individual differences in the response to androgen in male rabbits. Physiol. Behav. 17:587.
- Almquist, J. O. y D. C. Cunningham. 1976. Reproductive capacity of beef bulls. I. Postpuberal changes in semen production at different ejaculation frecuencies. J. Anim. Sci. 26:174.
- Amador, A., A. Bartke, H. G. Klemcke, T. M. Siler-Khodr y M. H. Stallings. 1985. Effects of photoperiod and hCG on the regulation of testicular LH/hCG receptors in Siriam Hamster (Mesocricetus auratus). J. Reprod. Fert. 74:693.
- Amann, R. P. 1966. Effect of ejaculation frequency and breed on semen characteristics and sperm output of rabbits. J. Reprod. Fert. 11:291.
- Amann, R. P. y J. T. Lambiase. 1967. The male rabbit. I. Changes in semen characteristics and sperm output between puberty and one year of age. J. Reprod. Fert. 14:329.
- Amann, R. P. y J. T. Lambiase. 1969. The male rabbit III. Determination of dialy sperm production by means of testicular homogenates. J.Reprod.Fert. 14:329.
- Association of Official Agricultural Chemists. 1975. Official methods of analysis. A. O. A. C. 12th. Ed. Washington, D. C.
- Asdell, S. A. 1946. Patterns of mammalian reproduction. Comstock. Ithaca, New York. pp 195-212.
- Ashdown, R. R. y I. L. Hancock. 1984. Anatomía funcional de la reproducción masculina. En: Reproducción e inseminación artificial en animales. Ed. E. S. E. Hafez. 4ª edición. Interamericana. México. pp 7-28.
- Badura, J. 1978. Breed differences in semen production of rabbits. Anim. Breed. Abst. 1983. 47(4):207.
- Bahr, J. M. y O. K. Dial. 1982. Effect of daylenght on reproduction hormones in domestic rabbits. J. Appl. Rabbit Res. 5 (1):6.
- Battaglini, M., F. Constantini, C. Boiti y C. Canali. 1986. Steroid hormones, male reproductive performance and artificial insemination in rabbits. Anim. Breed. Abst. 54(7):200.
- Bedford, J. M. 1970. Observations on some properties of a potent sperm-head agglutinin in the semen of a fertile rabbit. J. Reprod. Fert. 22:193.

- Berger, M. CH., Juan Faucher, M. De Turckheim, G. Veyssiere, Cl. Jean. 1982a. La maturation sexuelle Du lapin male. 3 emes Jornees de la Reserche Cunicola. Communication 11. Paris. pp 1-10.
- Berger, M., CH. Jean Faucher, M. de Turckheim, G. Veyssiere, M. R. Blanc. J. C. Poirier y Cl. Jean. 1982b. Testosterone, luteinising hormone (LH) and follicle stimulating hormone (FSH) in plasma of rabbit from birth to adulthood. Correlation with sexual and behavioural development. Acta Endocrinol. 99:459.
- Bosch, P., J. Bosch, C. Coma de Bosch. 1982. Los conejos. Cría moderna y rentable. Ed. De Vicchi. Barcelona, España. pp 190.
- Boyd, I. L. 1985. Effect of photoperiod and melatonin on testis development and regression in wild European rabbits (Oryctolagus cuniculus). Biol. Reprod. 33:21.
- Boyd, I. L. 1986. Photoperiodic regulation of seasonal testicular regression in the wild European rabbit (Oryctolagus cuniculus). J. Reprod. Fert. 77:463.
- Brockhausen, P., S. Paufler, W. Schlolaut. 1979. Influence of heat stress, due to lenght of the coat, on semen quality traits, sexual behaviour and testis volume of Angora rabbits. Anim. Breed. Abst. 51 (1):60.
- Campbell, C. S., J. S. Finkelstein y F. W. Turek. 1978. The interation of photoperiod and testosterone on the development of copulatory behavior in castrated male hamsters. Physiol. Behav. 21:409.
- Chard, R. Y. 1982. Los Conejos. Razas. Alimentación-Cría-Cuidados. Ed. de Vecchi. Barcelona, España. pp 94.
- Cheeke, P. R., N. M. Patton y G. S. Templeton. 1982. Rabbit production. The Interstate Printers and Publishers, INC. Danville, Illinois. pp 328.
- Chubb, C., L. Ewing, D. D. Irvy y C. Desjardins. 1978. Testicular maturation in the rabbit: secretion of testosterone, dihydrotestosterone, 5α -androstan- 3α , 17β -diol and 5α -androstan- 3β , 17β -diol by perfused rabbit testes-epididymides and spermatogenesis. Biol. Reprod. 18:212.
- Claus, R., V. Weiler y H. G. Wagner. 1984. The influence of age and of season (and light) on boar reproductive functions. En: The male in farm animal reproduction. M. Courst. Ed. M. Nyoff Publishers. pp 161-183.

- Clegg, M. T. y W. F. Ganong. 1959. Environmental factor other than nutrition affecting reproduction on Domestic Animals. En: Reproduction in domestic animal. Eds. H. H. Cole and P. T. Cupps. Academic Press, New York.
- Contreras, J. L. y C. Beyer. 1979. A polygraphic analysis of mounting and ejaculation in the New Zealand White rabbit. Phys. Beh. 23:939.
- Cross, B. A. 1982. El hipotálamo. En Hormonas de la Reproducción. Ed. C. R. Austin y R. V. Short. Vol 3. Ediciones Científicas. La Prensa Médica Mexicana, S. A. pp 28-40.
- Cross, J. W. 1975. Cría y explotación de los conejos. 5ª edición Gea. Barcelona, España. pp 291.
- D'Amato, C., D. Hagen y P. J. Dziuk. 1979. The lack of effect of ejaculate sequence on sex ratio in rabbits. J. Reprod. Fert. 56:193.
- De Alba, J. 1985. Reproducción Animal. Ediciones científicas. La Prensa Médica Mexicana. México. pp 538.
- Desjardins, C., K. T. Kirton y H. D. Hafs. 1965. Rabbit sperm output after varying ejaculation frequencies (Abst.) J. Anim. Sci. 24:916.
- Doggett, V. C. 1956. Periodicity in the fecundity of male rabbits. J. Phys. 187:445.
- Dubiel, A. J. Krolinki, C. Korpiakova. 1979. Semen characters in different rabbit breeds. Anim. Breed. Abst. 48 (1):40.
- El Ezz, Z. R. A., M. A. Kosba, S. M. Hamdy y F. M. Soliman. 1986. Effect of crossing on semen characteristics in rabbits. Anim. Breed. Abst. 54(7):603.
- Ewing, L. L., B. H. Johnson, C. Desjardins y R. F. Clegg. 1972. Effect of age upon the spermatogenetic and esteroidogenic elements of rabbit testes. Proc. Soc. Exper. Biol. Med. 40:907.
- Faivre, M. 1976. Como criar conejos. Para diversión y beneficios. Ed. Diana, México. pp 181.
- Falconer, D. S. 1981. Introduction to quantitative genetics. 2th Edition Longman, Inc. Nueva York. pp 1981.
- Fanlo, R. G. 1983. Estudio de las posibilidades de la inseminación artificial en cunicultura. Tesis Profesional Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de

Barcelona, España. pp 60-74.

- Folch, J. 1984. The influence of age, photoperiodism and temperature on semen production of rams. En: The male in farm animals reproduction. M. Courts (Ed.) M. Nyoff Publishers. pp 141-160.
- Foote, R. H. 1984. Inseminación artificial. En: Reproducción e inseminación artificial en animales. Ed. E. S. E. Hafez 4ª Edición. Ed. Interamericana. México. pp 521-545.
- Fort, M. 1979. Conditionnement du bâtiment. L' éclairage. Cuniculture. 28 (6-4):81.
- Frolich, A. y O. Venge. 1948. Semen production in different breeds of rabbits. Acta Agric. Suecana. 3:83.
- Frost, D. e I. Zucker. 1983. Photoperiod and melatonin influence seasonal gonadal cycles in the grasshopper mouse (Onychomys leucogaster). J. Reprod. Fert. 69:237.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. U. N. A. M. México. pp 252.
- Gregoire, A. T., R. W. Bratton y R. H. Footte. 1958. Sperm output and fertility of rabbits ejaculated either once a week or once a day for forty-three weeks. J. Anim. Sci. 17:243.
- Hafez, E. S. E. Rabbits. En: Reproduction and Breeding Techniques for Laboratory animals. Ed. E. S. E. Hafez. Lea and Febiger, Philadelphia, Pennsylvania. pp 273-298.
- Hammond, J. y F. H. A. Marshall. 1925. Reproduction in the rabbit. Edinburgh, UK. Oliver and Boyd. pp 44-70.
- Hansen, P. J. 1985. Photoperiodic regulation of reproduction in mammals breeding during long days versus mammals breeding during short days. Anim. Reprod. Sci. 9:301.
- Harris, D. J., P. K. Cheeke y N. M. Patton. 1982. Effect of diet, light and breeding schedule on rabbit performance. J. Appl. Rabbit Res. 5(2):33
- Harvey, W. R. 1987. User's guide for LSMLMW PC-1 version, mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University.
- Henaff, R. 1977. Reproduction conduite d'eleverage. L'eclairage des élevages de lapine. Cuniculture 4(4):176
- Hiroe, K., T. Tomizuka. 1965. Effects of high environmental on semen production in domestic animals. Anim. Breed. Abst. 34:2771.

- Huairang, H., H. Jiamfiong, 3. Songcheng, W. Qihua y W. Yi. 1987. The effect of gonadotropin releasing hormone on reproductive performance of male rabbits. J. Appl. RabbitRes. 10(1):10.
- Hughes, P., y M. Varley. 1980. Reproduction in the Pig. Butterworths and Co. (Publishers) LTD. pp 241.
- Irby, D. C., J. B. Kerr, G. P. Risbridger y D. M. de Krestser. 1984. Seasonally and experimentally induced changes in testicular function of the Australian bush rat (Rattus fuscipes). J. Reprod. Fert. 70:657.
- Jainudeen, Mr. y E. S. E. Hafez. 1984. Incapacidad reproductora en machos. En: Reproducción e inseminación artificial en animales. Ed. E. S. E. Hafez. 4ª edición. Interamericana, México. pp 450-480.
- Kadlecik, O. 1983. The effect of season and inbreeding of semen quality in rabbits. Anim. Breed. Abst. 52(8):625.
- Karsch, F. J., R. L. Goodman y S. J. Legan. 1980. Feedback basis of seasonal breeding: test of one hypothesis. J. Reprod. Fert. 58:521.
- Klemcke, H. G., A. Bartke y B. D. Goldman. 1981. Plasma prolactin concentrations and testicular human chorionic gonadotropin binding sites during short photoperiod-induced testicular regression and recrudescence in the golden hamster. Biol. Reprod. 25:536.
- Kliment, J. y O. Kadlecik. 1978. The incidence of sperm abnormalities in domestic rabbits in various seasons. Anim. Breed. Abst. 47 (6):348.
- Lebas, F. y A. Baron. 1980. Variation des performances de reproduction en fonction de la saison. Cuniculture 31(7-1):15.
- Leeson, C. R. y T. S. Leeson. 1970. The postnatal development of the ductus epididymus. Canadian J. of Zool. 48:1147.
- Levasseur, M. C. y C. Thibault. 1984. Ciclos vitales reproductivos. En Reproducción e inseminación artificial animales. Ed. E. S. E. Hafez. 4ª edición. Interamericana, México. pp 124-143.
- Lincoln, G. A. 1976a. Seasonal variation in the episodic secretion of luteinizing hormone and testosterone in the ram. J. Endocr. 69:213.
- Lincoln, G. A. 1976b. Seasonal changes in the pineal gland related to the reproductive cycle in the male hare, Lepus europaeus. J. Reprod. Fert. 46:498.

- Lincoln, G. A. y C. B. MacKinnon. 1976. A study of seasonally delayed puberty in the male hare, Lepus europaeus. J.Reprod. Fert. 46:123.
- Lleonart, F., J. Campo, P. Valls, J. A. Castelló, C. P. Costa y M. Pontes. 1980. Tratado de Cunicultura. Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura. Arenys de Mar, Barcelona. pp 413.
- Mann, T. y C. Lutwak-Mann. 1981. Male reproductive function and semen. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, New York. pp 495.
- Martin, S. 1979. Importance du male dans un élevage cunicole. Cuniculture 28 (6-4):161.
- May, D. y K. B. Simpson. 1975. Reproduction in the rabbit. Anim. Breed. Abst. 43:253.
- Miro's, V. V. y V. I. Mikhno. 1983. Semen quality of male rabbits in relatio to age and season. Anim. Breed. Abst. 51(8):645.
- Molinero, Z. M. 1976. Conejos, alimentos y manejo. Primera edición. Ed. Aedos. Barcelona, España. pp 284.
- Monesi, V. 1982. Espermatogénesis y espermatozoides. En: Células germinales y fertilización. Ed. C. R. Austin y R. V. Short. Vol. 1. Ediciones Científicas. La Prensa Médica Mexicana, S. A. pp 49-88.
- Moor, B. C. y E. V. Younglai. 1975. Variations in peripheral levels of LH and testosterone in adult male rabbits. J. Reprod. Fert. 42:259.
- Myers, K. y W. E. Poole. 1962. A study of the biology of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.) in confined populations. Aust. J. Zool. 10:225.
- Napier, R. A. N. 1961a. Fertility in the males rabbit. II. Variation in the porcentage of eggs fertilized. J. Reprod. Fertil. 2:260.
- Napier, R. A. N. 1961b. Fertility in the male rabbit. III. Estimation of spermatozoan quality by mixed insemination, and the inheritance of spermatozoan characters. J. Reprod. Fertil. 2:273.
- Ortavant, R. M. Courot y M. T. Hochereau. 1977. Spermatogenesis in domestic animals. En: Reproduction domestic animal. Ed. H. H. Cole y P. T. Cupps. Academic Pres. New, York. pp 203-227.
- Owen, J. E. 1976. Rabbit production in tropical developing countries: A review. Tropical Science. 18(4):203.

- Owen, J. E., D. J. Morgan and J. Barlow. 1977. The rabbit as a producer of meat and skins in developing countries. Rep. Trop. Inst. G108. pp 31.
- Pacheco de Macedo, A. 1979. Some characteristics of rabbit semen Oryctolagus cuniculus. Anim. Breed. Abst. 49 (1):39
- Paterson, R. N. y M. Freund. 1976. Reversible inhibition of motility of human spermatozoa by tetraphenyl boron. J. Reprod. Fertility. 47:33.
- Pelletier, J. y R. Ortavant. 1975. Photoperiodic control of LH release in the ram. II. Light-androgens interaction. ActaEndocrinol. 78:442.
- Pholpramool, C. y G. Chaturapanich. 1979. Effect of sodium and potassium concentrations and pH on the maintenance of motility of rabbit and rat epididimal spermatozoa. J. Reprod. Fert. 51:245.
- Pickard, G. 1977. Changes in hypothalamic luteinizing hormone-releasing hormone (LH-RH) in the male golden hamster in response to shortened photoperiods. Soc. For Neuroscience III. 354. Abstr.
- Pomytko, V. N. y G. M. Serova. 1984. The effect of shortening the daily light allowance on the quality of fur on the growth of weaned young. Anim. Breed. Abst. 52:250.
- Rafai, P. y Z. Papp. 1984. Temperature requirement of (rabbit) does for optimal performance. Anim. Breed. Abst. 52(12):972.
- Rao, D. R., C. P. Chen, G. R. Sunki and W. W. Johnson. 1979. The domestic rabbit. OSU Corvallis.
- Rastimeshin, S. P. 1979. Semen production and reproductive performance on male rabbits of different ages in different seasons. Anim. Breed. Abst. 50(7):492.
- Reyne, Y. y J. Goussopoulos. 1984. Circadian rhythms for food and water consumption in the wild rabbit: spontaneous period in continuous darkness. Cuni-Sciences 2:2.
- Roca, C. T. 1987. Inseminación artificial en Cunicultura. Seminario sobre la situación y perspectivas de la cunicultura en México. COCICEMAC, México. pp 123-153.
- Rodríguez, D. L. R. 1984. Productivity in rabbits in relation to breeding management. Ph. D. Thesis. University of Bristol. pp 302.
- Scheelje, R. H., Niehaus, K. Werner y A. Krager. 1976. Conejos

- para carne. Sistema de producción intensiva. Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp 286.
- Sittman, D. B., W. C. Rollins, S. Sittman y R. B. Casady. 1964. Seasonal variations in reproductive traits of New Zealand White rabbits. J. Reprod. Fertil. 8:29.
- Smelser, G. K., A. Walter y E. O. Whetham. 1934. The effect of light on ovarian activity in the rabbit. J. Experimental Biol. 11:352.
- Sorensen, A. M. Jr. 1982. Reproducción Animal. Ed. Mc Graw-Hill. México. pp 539.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1988. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2ª Edición. McGraww-Hill/Interamericana de México. pp 539.
- Surdeau, P., y R. Henaff. 1978. Producción de conejos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp 177.
- Tesh, J. M. y T. D. Glover. 1969. Ageing of rabbit spermatozoa in the male tract and its effect on fertility. J. Reprod. Fert. 20:285.
- Theau, M. y A. Roustan. 1982. Etude des possibilités de dilution du sperme de lapin congele pour l'insemination artificielle. 3 emes Journees de la Reserche Cunicole. Communication 19. pp 1-15.
- Torres, S. 1977. Special reproduction. Aspects physiologiques de la reproction chez lapine. Cuniculture 4(3):137.
- Turek, F. W. y C. S. Campbell. 1979. Photoperiodic regulation of neuroendocrine-gonadal activity. Biol. Reprod. 20:32.
- Turner, T. T., y S. S. Howards. 1978. Factors involved in the initiation of sperm motility. Biol. Reprod. 18:571.
- Vietmayer, D. N. 1985. Potentials of microlivestock in developing countries. J. Appl. Rabbit Res. 8(1):10
- Walter, M. R., L. Martinet, B. Moret y C. Thibault. 1968. Photoperiodicity regulation of sexual activity in the male and female rabbit. Archs. Anat. Histol. Embryol. 51:773
- Wodzicka-Tomaszeuska, M., R. Kilgour y M. Ryan. 1981. "Libido" in the larger farm animals: A review. Appl. Anim. Ethol. 7:203.
- Wu, S. H., . Kaufmes y F. F. McKenzie. 1962. Effect of light and darkness on growth and reproductive in the rabbit. J. Anim. Sci. 21:658

- Warwick, E. J. y J. E. Legates. 1975. Breeding and improvement of farm animals. 7th Edition. McGraw-Hill Publications. pp 623.
- Weitze Von, K. I. D. Rath y D. Krause. 1983. Deep freezing of rabbit semen. III. Seasonal variations of insemination results. Zuchthyg. 18:63.
- Worden, A. N. y J. S. Leahy. 1962. The behaviour of rabbits. En The behaviour of domestic animals. Ed. E. S. E. Hafez. Ed. Williams and Wilkins, Baltimore. pp 623.
- Yan, Z. S., Y. Q. Gong, J. T. Ding, J. C. Ding y Z. Q. Wang. 1986. Influences of hot summer weather on plasma testosterone concentration and semen quality in Angora rabbits. Anim. Breed. Abst. 54(7):605.
- Zirkin, B. R., L. L. Ewing, N. Kromann y R. C. Cochran. 1980. Testosterone secretion by rat, rabbit, guinea pig, dog and hamster testes perfused in vitro: correlation with leydig cell ultrastusture. Endocrinol. 107:1867.

A P E N D I C E S

Apéndice 1 . Análisis de Varianza¹ de Mínimos Cuadrados para las variables² L, A, G, M, V y C.

FUENTE DE VARIACION	GL	L	A	G	M	V	C
RAZA (R)	1	.112	4.189	.006	2439.48	.003	9975146.1**
FOTOPERIODO (F)	1	.079	.478	.001	2423.61	.244	603779.4
ORDEN DE EYACULADO (O)	1	.644*	2.839	6.856**	11927.93*	1.639**	34956704.2**
R*F	1	.109	4.327**	.346	919.62	.385	2512038.7
R*O	1	.053	1.753	.000	58.27	.140	2411574.8
F*O	1	.006	2.653	2.151**	214.45	.188	1492553.1
ERROR	358	.107	1.108	.120	651.59	.170	757534.4

¹ El efecto del conejo fué absorbido en este análisis.

² L= Libido; A= Apariencia; G= Gel; M= Motilidad de los espermatozoides del eyaculado;

V= Volumen del eyaculado; C= Concentración de espermatozoides por mililitro de eyaculado.

* (P<.05)

** (P<.01)

Apéndice 2 . Análisis de Varianza¹ de Mínimos Cuadrados para las variables² pH, P1, P2, PN y PA

FUENTE DE VARIACION	GL	pH	P1	P2	PN	PA
RAZA (R)	1	.1936*	.7043**	.0400*	.0030	.0026
FOTOPERIODO (F)	1	.5632**	.7982	.0002	.0000	.0057
ORDEN DE EYACULADO (O)	1	.0013	.1323	.0037	.0072	.0230
R*F	1	.0660	.0737	.0052	.0019	.0093
R*O	1	.0004	.3672*	.0046	.0022	.0000
F*O	1	.0025	.1414	.0144	.0012	.0132
ERROR	378	.0467	.0923	.0085	.0196	.0212

¹ Variables discretas (pH, P1, P2, PN y PA) transformadas; efecto del conejo absorbido en este análisis.

² pH=pH; P1= Porcentaje de espermatozoides normales vivos; P2= Porcentaje de espermatozoides muertos anormales; PN= Porcentaje de espermatozoides muertos normales; PA= Porcentaje de espermatozoides muertos anormales.

* (P<.05)

** (P<.01)

Apéndice 3. Correlaciones para las variables ¹ L, A, G, M, V, C, pH, P1, P2, PN y PA.

	A	G	M	V	C	pH	P1	P2	PN	PA
L	.05	-.16	-.05	.02	.09	.08	.04	-.10	.03	.05
A		.07	.09	-.43	.19	-.02	.03	.04	-.05	-.04
G			.02	-.14	-.03	-.01	-.03	.04	-.06	.02
M				-.11	.45	-.25	.64	.09	-.55	-.09
V					-.17	.07	-.05	.04	.01	.04
C						-.22	.27	.05	-.21	-.03
pH							-.16	-.09	.12	.04
P1								.06	-.80	-.31
P2									-.20	-.05
PN										.02

¹L= Libido; A= Apariencia; G= Gel; M= Motilidad de los espermatozoides del eyaculado; V= Volumen del eyaculado; C= Concentración de espermatozoides por ml de eyaculado; pH=pH; P1= Porcentaje de espermatozoides normales vivos; P2= Porcentaje de espermatozoides vivos anormales; PN= Porcentaje de espermatozoides muertos normales; PA= Porcentaje de espermatozoides muertos anormales.

