



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



INDUCCION DE CELO FUERA DE TEMPORADA MEDIANTE
DOS PROTOCOLOS DE MANEJO DE LUZ EN CAPRINOS

JOSÉ ANTONIO QUINTEROS UGARTE

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento a la Producción
Animal

PROFESOR GUÍA: DR. WALTER VON FREY

SANTIAGO, CHILE

2003



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS



INDUCCION DE CELO FUERA DE TEMPORADA MEDIANTE DOS PROTOCOLOS DE MANEJO DE LUZ EN CAPRINOS

JOSÉ ANTONIO QUINTEROS UGARTE

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Fomento a la Producción
Animal

NOTA FINAL:

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUIA : DR. WALTER VON FREY
PROFESOR CONSEJERO: DR. MARIO DUCHENS
PROFESOR CONSEJERO: DR. VICTOR PARRAGUEZ	

.....

SANTIAGO, CHILE

2003

RESUMEN

El estudio se realizó en un predio ubicado en la Comuna de Buin, Región Metropolitana. Se utilizaron 53 hembras (7 nulíparas y 46 con al menos un parto previo), distribuidas en tres corrales separados. Las hembras del primer grupo (n=22) recibieron luz artificial continua por medio de lámparas de tubos fluorescentes, a una intensidad de 725 a 1900 lux, desde las 24:00 horas hasta el amanecer del día siguiente, dando una relación Luz:Oscuridad de 18:6. El segundo grupo (n=19) se mantuvo bajo un régimen un pulso diario de luz artificial, de 15 minutos de duración, tres horas después del anochecer, recibiendo la misma intensidad que el grupo anterior. El tercer grupo (n=12) se utilizó como control y no recibió luz artificial. La luz artificial se aplicó desde el 30 de junio hasta el 1 de septiembre. Además, los machos utilizados en el estudio fueron sometidos a un tratamiento de luz continua similar al que recibió el grupo 1, separados de las hembras. El 1 de octubre se reintrodujeron los machos a los tres grupos, cambiándose de corral cada 15 días y manteniéndose con las hembras hasta el 26 de noviembre. Se registraron los celos y las montas diariamente. Se diagnosticó la gestación mediante ecografía transrectal a partir de los 25 días post monta. Los porcentajes de fertilidad en los diferentes tratamientos se compararon con pruebas de chi cuadrado. El lapso desde el fin del tratamiento a la presentación de celo y a la preñez se analizaron a través de análisis de varianza factorial, considerando los efectos de tratamiento, número ordinal de parto y su interacción. Los promedios de mínimos cuadrados se compararon a través de la prueba de Tukey.

Resultados

Los 2 grupos tratados y el control presentaron actividad reproductiva, con celos fértiles. En el tratamiento de luz continua el 81,8% de las hembras entraron en celo dentro de un lapso promedio de $67 \pm 3,4$ días desde el fin del tratamiento,

quedando preñadas el 68,2% del total. En el tratamiento con pulsos de luz, el 78,9% mostró celo en un lapso promedio de $68,7 \pm 2,6$ días desde el fin del tratamiento, quedando preñadas el 52,6%. En el grupo control, el 75,0% mostró celo dentro de $72,4 \pm 4,3$ días desde el fin del tratamiento, quedando preñadas el 58,3%. Las diferencias obtenidas entre los 3 grupos no fueron estadísticamente significativas. Adicionalmente, no se observó diferencias significativas en cuanto a número ordinal de parto ni tampoco una interacción entre esta variable y el tratamiento.

Conclusiones

En ambos grupos se obtuvo celos a contraestación. Podemos agregar el efecto social que se establece entre las hembras, reflejado por los celos del grupo control, ya que en el manejo del rebaño, las hembras de los tres grupos se juntaron esporádicamente y por cortos periodos, concordando esto con lo descrito por Véliz et al, 2002.

SUMMARY

The research was made in a property located in the municipality of Buin, Metropolitan Region. 53 female goats were used and distributed into three separated barnyards (7 nulliparous and at least 46 of them with one previous parturition). The females from the first group (n=22) received continuous artificial light provided by fluorescent tube lamps, in an intensity of 725 to 1900 lux, from midnight until the dawn of the next day, which gave a Light:Darkness relation of 18:6. The second group (n=19) was kept under a daily pulse regime of artificial light, each one lasting 15 minutes, three hours after dusk, and with the same intensity of the former group. The third group (n=12) was used as a control one, and did not received any artificial light.

The artificial light was applied from June 30th until September 1st. In addition, the male goats used in the research were submitted to a continuous light treatment similar to the one received by the second group, but separated from the females. On October 1st the males were reintroduced into the three groups, and every 15 days they were changed into the other treatment barnyards, staying with the females until November 26th. Heats and services were registered everyday. Gestation was diagnosed through a transrectal echography after 25 days past service. Fertility percentages in the different treatments were compared with chi-square tests. The period of time starting from the ending of the treatment until the presence of the heat and the pregnancy were analyzed through the factorial analysis of variance, considering the effects of the treatment, the ordinal number of parturition and its interaction. The minimal square averages were compared through Tukey's test.

Results

The 2 treated groups and the control one presented reproductive activity with fertile heats. In the continuous light treatment, 81.1% of the females were in the

heat within an averaged period of time of 67 ± 3.4 days since the ending of the treatment, and 68.2% of the total number got pregnant. In the light pulses treatment, 78.9% of them were in the heat in an averaged period of time of 68.7 ± 2.6 days since the end of the treatment and 52.6% of them got pregnant. In the control group, 75% of the females were in the heat within 72.4 ± 4.3 days since the end of the treatment, getting pregnant 58.3% of them. The differences obtained between the three groups were not statistically significant. Also, no significant differences were observed in terms of ordinal number of parturition or any interaction between this variable and the treatment.

Conclusions

Both groups presented out-of season heats. It is possible to add the social effect established among the female goats, which is reflected by the heats of the control group, since in the herd handling, the females from the three groups got together sporadically and for short periods of time, corresponding this to what Véliz et al, 2002 described.



*"Aragón, la más famosa
es de España y sus regiones,
porque aquí se haya la Virgen
y aquí se canta la jota"*

*Tomás Bretón
La jota de la Dolores*

**Dedicada a mi familia, por su apoyo durante todos
estos años, a mis amigos, y por último a la gaita
gallega y a la jota aragonesa**



*"Queira Dios que esta gaita ben tocada
Un recordo lle valla ó bon gaiteiro,
E que millenta mais unda ó primeiro
Veñan a tocar a gaita amada"*

José Presedo e Astrid Filgueira

AGRADECIMIENTOS

A mi profesor tutor, el doctor Walter von Frey, por su ayuda en la elaboración de esta tesis, al doctor Mario Duchens, por su paciencia a la hora de hacer las correcciones, al doctor Victor Hugo Parraguéz, por su gran ayuda. También a la doctora Mónica de los Reyes, por su desinteresada colaboración y por sus oportunas y muy útiles observaciones. Y por último, a Octavio y Norma, que tuvieron la paciencia de ayudarme en cuanto cosa se me ocurrió pedirles, sin esperar nada a cambio...y a todos los que desinteresadamente ayudaron a que este proyecto llegase a su fin.

INTRODUCCIÓN

La producción de caprinos (*Capra hircus*) en Chile aún se mantiene, en general, en un nivel tecnológico relativamente precario. Esto influye en distintos aspectos y uno de ellos es la eficiencia reproductiva del ganado. Actualmente, el manejo reproductivo se basa principalmente en mantener a las hembras en praderas junto a los machos y la temporada de encaste se limita a los meses de verano y otoño. Cosa similar ocurre también con los predios de manejo semiextensivo, en los cuales la temporada reproductiva ocurre también en estos meses. Como consecuencia, la producción de leche y los precios que se pagan por ella son extremadamente estacionales, por lo que los ingresos son limitados y restringidos a estos meses del año. Esto hace pensar en la estacionalidad reproductiva como la principal limitación en la producción caprina. Además, hay que agregar el hecho que se pierde la oportunidad de tener mayores beneficios, pues la leche de invierno es bonificada.

Para solucionar este problema, una de las posibilidades es modificar la temporada de celos mediante distintos manejos, que varían según su eficacia y los recursos de que se disponga. Entre las distintas alternativas está el uso del efecto macho; la utilización de hormonas, tales como gonadotrofinas, dispositivos intravaginales de progesterona y el uso de melatonina exógena, o mediante manejo del fotoperíodo.

De las alternativas antes mencionadas, el manejo del fotoperíodo consiste en la aplicación continua de luz artificial durante parte de la noche, haciendo que el organismo del animal interprete que el día se ha alargado, suspendiéndola luego de un tiempo. El animal percibe este último cambio como que los días se hicieron más cortos y comienza a ciclar. Se ha tratado de simplificar este método, acortando el número de horas de luz artificial a utilizar. Parraguez *et al* (2002)

demostró que ante la exposición a 15 minutos diarios de luz artificial (denominado pulso de luz) al inicio de la noche y una sola vez por día sería suficiente para lograr una alta correlación entre los niveles diurnos y nocturnos de melatonina en ovejas. En este estudio se pretende evaluar el manejo de pulsos de luz como un posible método para lograr estimular la ciclicidad en el ganado caprino.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A) Características Reproductivas de la Cabra:

La cabra es un animal poliéstrico estacional de días cortos (Smith, 1986; Jainudeen *et al*, 2002; Haibel, 1990; Fontelles, 2000; Walkden-Brown, 2001), al igual que la oveja (Avdi *et al*, 1993). Es de ovulación espontánea y con celos relativamente regulares a un intervalo 21 días en promedio (18-22) (Jaimudeen *et al*, 2002), presentándose al inicio y al final de la estación reproductiva ciclos más largos o más cortos (Smith, 1986; Haibel, 1990). Los ciclos más largos que 21 días generalmente son dos ciclos ováricos sin expresión de estro a la primera ovulación.

El ciclo de la cabra está formado por distintas etapas. Durante el proestro, con una duración de 1 día, el macho se acerca a la hembra, pero ella no se deja montar. Le sigue el celo, estro o “calor” el cual es variable en cuanto a su duración (12 a 24 hrs.). El metaestro se extiende desde el rechazo del macho hasta la formación de uno o más cuerpos lúteos. La ovulación ocurre a las 12 a 36 hrs. después del inicio del celo. El diestro, que es el periodo en que existe un cuerpo lúteo funcional, es el periodo más largo del ciclo, aproximadamente 16 días (Smith, 1986, Jainudeen *et al*, 2002).

El factor más importante que influye en la estacionalidad de los caprinos es el fotoperiodo, aunque ésta también se ve influenciada por otros factores como la humedad relativa y la temperatura (Amoah *et al*, 1996; Dorado, 2002).

El fotoperiodo y por tanto la estacionalidad están directamente relacionados con la latitud a la que se encuentre el animal (Walkden-Brown, 2001; Dorado, 2002). Caprinos más cercanos al Ecuador ciclarán durante un mayor número de meses en el año. Se ha observado que en las zonas tropicales, donde la variación de la duración del día es menor, las cabras autóctonas tienden a ciclar todo el año

(Smith, 1997; Jainudeen *et al*, 2002). El comienzo de la actividad sexual de los animales se puede ver restringida por la temperatura y la disponibilidad de alimento (Jainudeen *et al*, 2002). El genotipo también ejerce una influencia en la duración de la temporada sexual de las cabras, ya que hay ciertas razas con estacionalidad más marcada que otras. Las razas Toggenburg, Saanen, Alpina Francesa y La Mancha tienen una temporada sexual muy restringida, mientras que en la Anglo Nubian (Jainudeen *et al*, 2002; Amoah *et al*, 1996) y la Pigmea (Amoah *et al*, 1996) la temporada sexual es más larga. Esto se debe a que estas últimas tienen menor sensibilidad a los cambios del fotoperiodo durante el año, heredado de sus ancestros tropicales. Es por esto que si se expone a estas cabras muy estacionales a latitudes en que no hay gran diferencia en cuanto a duración del día entre invierno y verano no hará que estas ciclen durante todo el año. Cabras alpinas expuestas a fotoperiodo tropical no modificaron su comportamiento estacional (Amoah *et al*, 1996).

Hay que destacar el hecho de que la fecha de inicio de la temporada sexual y presencia de actividad sexual en primavera, así como la fertilidad después de la primera cubrición en la misma época, tienen una heredabilidad bastante alta, por lo que se podría seleccionar en forma eficaz para estas características (Chemineau *et al*, 2003).

En las cabras del trópico hay otros factores ambientales, aparte del fotoperiodo, que influyen en la estacionalidad, como la disponibilidad de alimento, el régimen de lluvias, la temperatura y las variaciones de humedad (Amoah *et al*, 1996; Dorado, 2002, Chemineau *et al*, 2003). Pero también hay que considerar que existe en estos animales un ritmo endógeno circanual de la actividad neuroendocrina independiente de cualquier estímulo externo y que aparece cuando los animales son mantenidos experimentalmente en fotoperiodo constante (Chemineau *et al*, 2003).

La cabra, tanto en la pubertad como al inicio de la temporada de encaste, muestra un ciclo sexual corto después de la primera ovulación (Flores *et al*, 2000), lo mismo sucede al final de la misma temporada (Haibel, 1990), con alta incidencia de fases luteales cortas y secreción de progesterona baja. La duración de estos ciclos es de 5 a 8 días. Esto ocurre sin impedimento de que el inicio de la actividad sea espontáneo o estimulado (Haibel, 1990; Walkden-Brown, 2001). La presencia de ciclos cortos al inicio de la temporada de encastes es conocida y la mayoría de ellas muestra conducta de celo a la segunda ovulación. Luego las ovulaciones toman el intervalo normal de 21 días y son acompañadas de celos fértiles (Walkden-Brown, 2001).

Los machos también se ven influenciados por el fotoperíodo. Está comprobado que durante la temporada de anestos (invierno-primavera) disminuye enormemente su rendimiento reproductivo (Flores *et al*, 2000), disminuyendo también la actividad espermatogénica, la producción espermática por testículo, peso y volumen de los mismos, junto con una mayor tasa de anormalidades espermáticas y menor motilidad progresiva de los espermatozoides (Chemineau *et al*, 2003). La motilidad espermática disminuiría producto de un factor de inhibición de motilidad que se encuentra en el plasma seminal, aparentemente secretado por las glándulas bulbouretrales (Walkden-Brown, 2001). En cambio, durante la temporada de cruza, aumenta el comportamiento de apareamiento, comienzan los olores característicos que provienen de las glándulas sebáceas a nivel de la cabeza y la región del cuello, aumenta el tamaño testicular, cambia la composición del plasma seminal y aumenta el volumen del eyaculado. Sin embargo, disminuye la concentración espermática (Walkden-Brown, 2001).

El celo dura entre 12 y 48 horas (Smith, 1986; Bonilla, 2001; Walkden-Brown, 2001; Jainudeen *et al*, 2002). La ovulación ocurre entre 12 y 40 horas del inicio

del celo (Smith, 1986; Walkden-Brown, 2001; Jainudeen *et al*, 2002), aunque según Bonilla (2001), esta ocurriría 6 a 12 horas luego de terminado el celo.

Como manifestación cierta del celo de la hembra y a partir de las 24 horas antes de aceptar la cópula, comienza a aumentar en forma manifiesta el movimiento de la cola y la frecuencia de balido, además de orinar más frecuentemente y presentar a veces descarga de mucus por la vulva en presencia del macho. A diferencia de lo que ocurre con los bovinos, las cabras en celo no suelen montarse entre ellas (Smith, 1997; Bonilla, 2001).

La cabra generalmente ovula 1 ó 2 ovocitos, a veces 3 y ocasionalmente más. La tasa de ovulación puede ser alterada por manipulación alimenticia (Walkden-Brown, 2001). Al aumentar el contenido de energía y/o proteína de la dieta durante la temporada de encastes (30 días antes y 30 días después de la introducción de los machos), se logra un aumento en la tasa de ovulación de las hembras, lo que conlleva a un mayor porcentaje de gestaciones dobles (Torell *et al*, 1972; Pinkerton y Pinkerton, 2003).

La fertilidad de las hembras va en aumento progresivo hasta los 5 a 6 años de edad, gracias a una mayor proporción de partos dobles y una disminución de cabras no preñadas al final de la temporada de encastes. Luego, esta comienza a decaer. La fertilidad del macho es relativamente uniforme y solo se ve afectada por condiciones extremas. La producción de espermatozoides se ve reducida tanto por un peso excesivo como por una nutrición deficiente. Las altas temperaturas alteran la calidad del semen, disminuyendo el volumen del eyaculado, la concentración de espermatozoides, su motilidad y el porcentaje de espermatozoides vivos (Bonilla, 2001). El volumen normal del eyaculado del chivato es de 0,1 a 1,5 ml., con una concentración espermática de 2000 a 6000 millones de espermatozoides por ml (Jainudeen *et al*, 2002).

La pubertad: Para la presentación de la pubertad de la cabra, el grado de desarrollo corporal es fundamental, siendo también importantes la raza, la época de nacimiento (Bonilla, 2001) y la exposición al sexo opuesto (Walkden-Brown, 2001). Por lo general se presenta de los 5 a 8 meses de edad (Smith, 1986; Díaz y Moyano, 1996; Smith, 1997; Jainudeen *et al*, 2002). En la raza Pigmea, la pubertad se presenta alrededor de los 3 meses (Smith, 1997). No obstante, las cabras no deben ser cubiertas hasta que hayan alcanzado un 75% de su peso adulto (Bonilla, 2001) o con un peso que no sea inferior a 30-33 Kg. El objetivo de esto es conseguir mejores tasas de concepción y menos dificultades al parto (Smith, 1986).

En los machos, la pubertad es muy dependiente del factor nutricional. A los 3-4 meses ya produce espermatozoides, pero la libido comienza a expresarse más tarde, junto con la capacidad de erección del pene. La edad de pubertad según Jainudeen *et al* (2002), es de 4 a 6 meses de edad. Entonces, para evitar preñeces no deseadas, se recomienda separar los machos de las hembras antes de los 4 meses de edad (Bonilla, 2001).

El encaste: La temporada normal de encastes en Chile va desde enero hasta junio. Hay que tener una serie de consideraciones previas al inicio de este proceso: hacer un examen clínico previo con el fin de diagnosticar y tratar problemas podales, los procesos infecciosos crónicos y planificar la alimentación para cubrir los requerimientos de los animales durante la temporada de encastes. En cuanto al peso mínimo al inicio del encaste, se recomienda que las cabritas no pesen menos de 30-33 Kg. y las adultas no menos de 45 Kg. Hay que considerar además que cabras con mejor condición corporal tienen más posibilidades de quedar preñadas y de parir cabritos con mayores pesos al nacimiento (Bonilla, 2001).

La gestación: Tiene una duración de 144 a 155 días (Smith, 1986; Walkden-Brown, 2001; Jainudeen *et al*, 2002), existiendo una variación entre las diferentes razas, siendo la Saanen la que presenta las gestaciones de mayor duración con 154 días y la Black Bengal la de menor duración, con 144 (Jainudeen *et al*, 2002).

El largo de la gestación está influenciado, además, por el número ordinal de parto, el tamaño de la camada de la cabra y el mes en que fue encastada (Amoah *et al*, 1996; Jainudeen *et al*, 2002).

En cuanto al tamaño de la camada, el periodo de gestación disminuye a medida que éste aumenta (-0,9243 días por cría) y aumenta levemente mientras tenga más partos (0,2158 días por parto)(Amoah *et al*, 1996). Según las observaciones de Walkden-Brown (2001), las hembras con gestaciones dobles paren aproximadamente 2 días antes que las con gestaciones simples. Hay que destacar que el tamaño de camada varía entre las razas (Amoah *et al*, 1996), pero en general los partos dobles o triples son más comunes que los de una sola cría, excepto en animales primíparos. Los partos cuádruples no son raros (Smith, 1986).

La edad de la madre también jugaría un rol en el largo de la gestación. Cabras más viejas tienen periodos de gestación más cortos que sus pares más jóvenes (Amoah *et al*, 1996).

El tamaño de camada para las razas Anglo-Nubian, Saanen y Alpina es mayor a 1,6, siendo la Pigmea la más prolífica con 2,8 (Amoah *et al*, 1996). El tamaño de camada se puede ver influenciado por la ingesta de energía en la dieta de las madres. Una dieta alta en energía al inicio del encaste se asocia con una mayor proporción de partos múltiples, ya que mejora las tasas de ovulación y por lo tanto los tamaños de camada de las cabras. Esto se conoce con el nombre de “flushing” (Amoah *et al*, 1996).

La progesterona, durante la preñez, es secretada exclusivamente por el cuerpo lúteo de gestación que persiste hasta el parto. La placenta de la cabra no secreta progesterona, como lo hace la de la oveja (Walkden-Brown, 2001; Jainudeen *et al*, 2002). Es por este hecho que las cabras, ante factores estresantes, son susceptibles a presentar abortos tardíos, alrededor de los 90 a 100 días de gestación (Bonilla, 2001). También, una ovariectomía o la administración de luteolíticos durante cualquier etapa de la gestación de la cabra hará que ésta aborte (Jainudeen *et al*, 2002).

Cerca de un 20-30% de los cigotos tienen defectos genéticos (u otros defectos) y mueren o no alcanzan a implantarse. Estas pérdidas embrionarias resultan en repeticiones de celo que erróneamente se confunden con alteraciones en la fertilización (Walkden-Brown, 2001).

El parto: Se produce luego de los 144-155 días (aprox. 5 meses) de gestación. Su cercanía se evidencia por un aumento de tamaño de la ubre y comportamientos característicos de la hembra en celo, descritos previamente. El ligamento pélvico se relaja alrededor de la base de la cola y la vulva aumenta de tamaño y se alarga (Braun, 1997; Jainudeen *et al*, 2002). El crecimiento de la ubre no es un buen indicador del parto, ya que en algunas cabras este aumento en su tamaño y contenido se puede ver ya a los 3 meses de gestación y en algunas otras no se evidencia sino hasta después del parto (Braun, 1997).

El parto, como en otras especies, está dividido en tres etapas (Braun, 1997):

La primera consiste en la iniciación de las contracciones miométriales. La señal para el comienzo de éstas es la brusca caída en los niveles de progesterona y el aumento en los de estradiol. La duración de esta etapa es de 2 a 12 horas para primíparas, mientras que en las múltiparas es más breve. La cabra muestra signos de dolor abdominal. Se echa y se levanta en reiteradas ocasiones, además de patear el suelo, orinar y defecar repetidamente. Durante este periodo se termina

de relajar el cervix y se libera su tapón mucoso por la vulva (Braun, 1997). Este proceso de relajación se inició ocho horas antes del parto (Jainudeen *et al*, 2002). La segunda etapa comienza cuando la placenta y su contenido han pasado el cervix y toman contacto con la mucosa de la vagina. En ese momento se desencadena un reflejo que permite que se inicien las contracciones abdominales, las que ayudaran a la expulsión del feto. La duración de esta etapa es de 1 a 3 hrs., dependiendo del número de crías. Normalmente la cabras están en decúbito lateral durante esta etapa, pero las hembras de más experiencia pueden expulsar a sus fetos de pie (Braun, 1997). Una vez que la placenta llega hasta la vagina, el alantoides se rompe y su contenido lubrica el canal del parto. Luego, se rompe el amnios y la cría es expulsada a los pocos minutos. En la mayoría de los casos, la cabra descansa entre una cría y la otra (Braun, 1997; Jainudeen *et al*, 2002).

Según las observaciones de Amoah *et al* (1996), las crías pesan $3,24 \pm 0,64$ Kg al nacer. Los machos pesan más que las hembras y el peso promedio individual disminuye a medida que aumenta el tamaño de la camada en aproximadamente 0.45 Kg por cría.

La tercera etapa se caracteriza por la eliminación de la o las placentas y la involución del útero. Normalmente esta etapa dura 1 hora en la cabra, por lo que se habla de retención de placenta cuando demora más de 12 horas. En un parto múltiple, se pueden entremezclar expulsión de fetos y placentas. El volumen del útero disminuye drásticamente hasta el día 12. La involución termina macroscópicamente a los 28 días posparto. Normalmente las loquias se eliminan hasta las 3 semanas luego del parto y son de color rojo-pardo e inodoras. Están constituidas por los restos que quedan en el útero luego del parto, así como tejido residual y fluidos uterinos (Braun, 1997).

Las cabras deben estar aisladas y lo más tranquilas que sea posible en el periodo previo y posterior al parto, ya que las interferencias pueden inducir rechazo de la

madre hacia las crías, sobre todo en primerizas (Walkden-Brown, 2001). Es muy importante permitir que la hembra lama a su cría, ya que este es un signo de que ésta ha sido aceptada.

Las distocias son poco comunes (Braun, 1997; Bonilla, 2001). El total de partos que requiere asistencia es bajo. No más del 3 a 5 % de ellos. Si el parto se prolonga por más de una hora después de la ruptura de las membranas fetales, entonces hay que preocuparse y se puede intervenir (Bonilla, 2001). Aunque según Braun (1997), se considera distocia cuando ya han pasado más de 30 min. sin que se produzca progreso en la salida del feto.

La mayoría de los partos se producen en presentación anterior, actitud extendida y posición dorsosacral, como en las vacas y las ovejas. Del 3 a 9% de los partos son en presentación posterior, pero el 80% de éstos presentan flexión de al menos un miembro posterior (Braun, 1997).

El periodo que transcurre desde el parto hasta el primer celo es muy variable, de 40 a 170 días. Este periodo llamado anestro lactacional o posparto, se ve influenciado por factores como la raza, la estación, el status nutricional, el estímulo de succión, el número de crías y el número ordinal de parto de la cabra (Walkden-Brown, 2001). Esto, cuando se quiere obtener una segunda gestación dentro de una misma temporada de encastes o cuando la raza no es estacional.

B) Rol del fotoperíodo y la melatonina en la regulación de la estacionalidad reproductiva:

El fotoperíodo controla la estacionalidad reproductiva en variadas especies animales, entre ellas los caprinos (Malpaux *et al*, 1997; Gallegos-Sánchez *et al*, 1998; Álvarez y Zarco, 2001; Zúñiga *et al*, 2002; Chemineau *et al*, 2003) y tiene una relación directa con la concentración circulante de melatonina y sus variaciones durante el día (ritmo circadiano) y el año (ritmo circannual). La

melatonina es la hormona encargada de la sincronización estacional de la reproducción (Chemineau *et al*, 2003). Es secretada fundamentalmente por la glándula pineal en la especie caprina (Gómez *et al*, 2002).

La melatonina traduce la información de la duración de los intervalos luz y oscuridad del día, gracias a que actúa como un integrador neuroendocrino (Barrell *et al*, 2000, Zúñiga *et al*, 2002; Recio, 2003). Como podemos ver

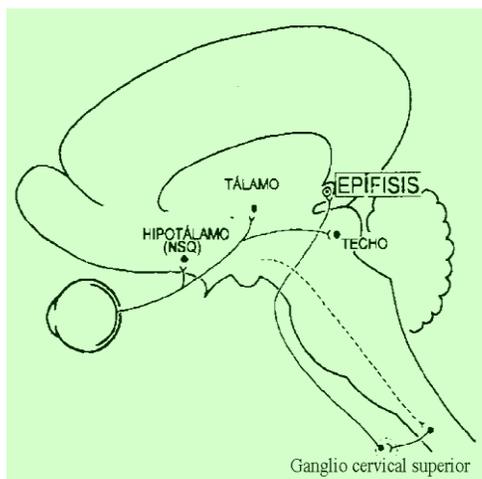


Figura 1: esquema de conducción de la señal nerviosa desde la retina a la Epífisis (G. pineal)

esquemático en la Figura 1, lo que ocurre es que la luz del día penetra al ojo, estimulando la retina. Desde ésta se envía una señal nerviosa que viaja hasta el núcleo supraquiasmático del hipotálamo (NSQ), estimulando o inhibiendo la actividad pulsátil de las neuronas del ganglio cervical superior que inervan la pineal. Esto disminuye la actividad de la enzima N-acetiltransferasa (NAT), responsable de la síntesis de

melatonina a partir de serotonina (Malpoux *et al*, 1997; Dávila, 1997; Barrell *et al*, 2000; Recio, 2003, Chemineau *et al*, 2003). En cambio, en ausencia de luz, se estimula la liberación de noradrenalina, aumentando los niveles de NAT y la síntesis de melatonina. Así, la duración del periodo de alta secreción de melatonina es larga en días cortos y corta en días largos (Chemineau *et al*, 2003).

Finalmente, la melatonina, que es liberada tanto a la circulación general como al líquido cerebroespinal, irá a actuar al hipotálamo posterior premamilar, influyendo sobre el eje hipotálamo-hipófisis, controlando la secreción de GnRH y potenciando la liberación de hormona luteinizante (LH) (Dorado, 2002; Chemineau *et al*, 2003). Esta acción necesita más de 40 días en las ovejas, para que la actividad pulsátil de GnRH se incremente y estimule la actividad ovárica

(Chemineau *et al*, 2003). La acción directa que ejerce la melatonina en este sistema es que cambia la retroalimentación o “feedback” negativo del estradiol sobre la actividad pulsátil de GnRH: los días largos aumentan la inhibición y los días cortos la disminuyen. En ésta modulación de la pulsatilidad de GnRH están implicados algunos neurotransmisores (dopamina, noradrenalina, serotonina, aminoácidos excitadores), así como algunos de sus receptores (R-MT1, R-D2, R-5HT2A) y seguramente las diferencias entre razas se originan en los genes que controlan la síntesis o actividad de estos receptores. Recientemente, un polimorfismo genético del gen del receptor MT-1 fue descrito asociando un alelo específico con la aptitud de ovular a contraestación en ovejas o con una mejor fertilidad y prolificidad después de una cubrición en primavera (Chemineau *et al*, 2003). La dopamina, sintetizada por los núcleos arcuato y paraventricular, actuaría como inhibidor de la secreción de GnRH (Barón, 2003).

El sitio preciso donde actúa la melatonina es aún desconocido. Según los experimentos realizados en ovejas por Malpoux *et al* (1998), se observa una alta densidad de sitios de unión para melatonina en el área hipotalámica premamilar (HPM). Esta área está limitada cranealmente por el receso infundibular, caudalmente por los cuerpos mamilares, dorsalmente por el fórnix y ventralmente por la base del cerebro. En los experimentos de Malpoux *et al* (1998), el estímulo logrado con microimplantes ubicados en esta área en ovejas logró que se produjera un aumento en los niveles de LH a los $44,5 \pm 5,3$ días luego de iniciado el estudio, demostrando la presencia de un gran número de sitios ligadores de melatonina en este lugar. Además, se ha visto una alta densidad de estos sitios en otras áreas cerebrales. Su presencia ha sido detectada mediante microimplantes de melatonina en el área del hipotálamo mediobasal (HMB), donde los dispositivos implantados producen un efecto de día corto en la secreción de LH en las hembras y de hormona folículo estimulante (FSH) en los

carneros. Sin embargo, hay que hacer notar que estos implantes produjeron una estimulación de la LH en el 50% de las hembras solamente, sugiriendo que en la oveja los sitios fisiológicos de acción de la melatonina no estén localizados necesariamente en el HMB, pudiendo estar localizados en el área que lo rodea y que es alcanzada por la difusión de la melatonina liberada por el microimplante. También se han encontrado sitios de unión de melatonina en la pars tuberalis (PT) de todas las especies que se han estudiado, pero al parecer estos sitios están involucrados en la traducción del estímulo para la secreción de prolactina (PRL), dado que estudios con microimplantes posicionados directamente en la PT han demostrado que esta área no es un blanco crucial en la acción reproductiva de la melatonina. Se han identificado otros sitios ligadores de melatonina específicos en varias especies (menos en la oveja) en los NSQ. También se han visto en el hipotálamo dorsomedial de hámsters. En la oveja se han encontrado pocos sitios de unión de melatonina en las áreas tuberal anterior y ventromedial del hipotálamo. Algunos de estos sitios coinciden con los observados por Deveson *et al* (1992) en caprinos, quien encontró la presencia de sitios de unión de melatonina en la PT y NSQ, pero también en el área preóptica (POA), fórnix, hipocampo y corteza cerebral.

Estudios hechos en ovejas, ardillas y otras especies de mamíferos que expresan ritmos circadianos de melatonina indican que la eliminación de la secreción de esta hormona mediante la eliminación quirúrgica de la glándula pineal interrumpe la respuesta al fotoperiodo y causa que el ritmo circanual de melatonina no siga el patrón normal de 12 meses, sino uno de 10 meses (Chemineau *et al*, 2003). Si a ovejas se les suministra melatonina exógena por un periodo de 70 días cada año se puede mantener el ritmo circanual de actividad reproductiva después de una pinealectomía (Barrell *et al*, 2000). Esto demuestra el importante rol que juega la melatonina en la presentación de la estacionalidad reproductiva de los animales.

Si las cabras se mantienen en un fotoperiodo constante por largo periodo (3 años), finalmente exhibirán un patrón de secreción circanual de LH, aún sin que haya variaciones de los niveles de melatonina durante el año (fotoperiodo corto constante). Sin embargo, finalmente presentarían un ritmo circanual de aproximadamente 10 meses y que iría en forma totalmente desincronizada con las cabras mantenidas bajo las condiciones naturales del fotoperiodo en el año. Se cree que sería necesaria la tirosina (T4) para que este tipo de ritmo se manifieste, al menos en la oveja.

C) Métodos para adelantar la temporada reproductiva:

Hay varios métodos para lograr encostar a las cabras fuera de la temporada reproductiva, sea cual sea la razón por lo cual esto se haga. Sin embargo, el éxito de cada uno de ellos en mayor o menor grado va a depender de:

- Susceptibilidad de la raza al fotoperíodo (o estacionalidad).
- La época del año: La profundidad del anestro es mayor en primavera tardía/inicios del verano (octubre/noviembre).
- El estado fisiológico. La lactancia y la desnutrición aumentan la profundidad del anestro.
- La inclusión de los machos dentro del tratamiento. Si se va a usar monta natural, los machos deben ser tratados para superar la inhibición por fotoperíodo al igual que las hembras. Si el método para lograr los encastes fuera de temporada es el “efecto macho”, es doblemente importante. Estos pueden ser tratados con luz sola o con luz más melatonina (Chemineau *et al*, 2003).

Un factor que puede ayudar a obtener celos y por tanto partos a contraestación es el hecho de que la estacionalidad reproductiva tiene un alto componente genético y que además es de heredabilidad alta (Chemineau *et al*, 2003), por lo

que una selección genética sobre la base de esta característica sería una buena forma para hacer que las cabras ciclen durante un mayor número de meses durante el año y que además reaccionen de mejor forma a los distintos tratamientos.

Existen diversos métodos para adelantar la temporada reproductiva en las cabras, que varían según su eficacia y según los recursos que se necesiten para llevarlas a cabo. Entre estos se pueden contar:

1. **Efecto macho:** Este método es efectivo para lograr adelantar la temporada reproductiva en caprinos (Haibel, 1990; Walkden-Brown, 1993a; Smith, 1997; Véliz *et al*, 2002; Delgadillo *et al*, 2002) y muy útil en aquellos productores que utilizan un manejo extensivo de los animales y que no poseen la infraestructura ni los recursos para utilizar otro método, dada su sencillez y bajo costo. Consiste en tener a los machos separados de las hembras por un periodo que, según varios autores, no debiera ser menor a 3 semanas (Haibel, 1990; Díaz y Moyano, 1996; Bonilla, 2001; Chemineau *et al*, 2003), aunque otros estiman un tiempo no inferior a 45 días (Flores *et al*, 2000). Un periodo de separación entre sexos suficientemente prolongado, así como la calidad de los estímulos producidos, son condiciones imprescindibles para la producción del efecto macho. Así, cuando se les vuelva a juntar unos meses antes de la temporada reproductiva y las hembras se encuentran sexualmente inactivas, estos machos estimularán su ciclicidad (Delgadillo *et al*, 2003). Es necesario un 5 a 10% de machos en el rebaño (Chemineau *et al*, 2003).

La estimulación por parte del macho se realiza a través de contacto físico, junto con la emisión de feromonas (estímulo olfatorio). Los estímulos visual y auditivo también ejercerían un cierto grado de influencia. Sin embargo, la visión, audición y la percepción olfativa de los machos por parte de las hembras son menos preponderantes, siendo el contacto físico el de mayor

gravitación (Walkden-Brown *et al*, 1993b; Bonilla, 2001). Sin embargo, no es ninguna de estas señales por separado la que logra el efecto, sino que es el resultado de la integración de toda la información sensorial proveniente del macho. Dentro de los estímulos olfatorios, el olor del vellón de los machos es mucho más preponderante en la respuesta de las hembras que el olor de la orina de ellos (Walkden-Brown *et al*, 1993b).

Los estímulos que ejercen los machos sobre las hembras producen en ellas un rápido aumento en la frecuencia de los pulsos de LH plasmáticos, culminando con una descarga preovulatoria de LH y una posterior ovulación (Díaz y Moyano, 1996).

El periodo que transcurre desde la introducción de los machos hasta la aparición de los celos fértiles es muy variable. Según Díaz y Moyano (1996), este período va de 1 a 30 días; según Bonilla (2001), un 50 % de los animales presentan celo de 8 a 12 días luego de haber incorporado a los machos.

Según Flores *et al* (2000), un 65 % de las hembras en contacto con machos estimulados presentará un ciclo con una fase luteal corta. Esta situación probablemente no permite establecer una gestación. Sin embargo, el establecimiento de una función luteal normal en la segunda ovulación permite una tasa de concepción equivalente a la obtenida durante la temporada de encaste natural (Flores *et al*, 2000). Éste segundo peak de ovulación ocurre aproximadamente 5 días después del primero (Walkden-Brown, 2001), siendo el promedio de lapso interestrual de 5,4 días (Walkden-Brown, 1993a; Véliz *et al*, 2002). Estos ciclos cortos son normales al comienzo de la actividad cíclica (Haibel, 1990). Luego las ovulaciones toman el intervalo normal de 21 días y son acompañadas de celos fértiles (Walkden-Brown, 2001).

Para que la introducción de los machos tenga un efecto beneficioso, es necesario que éstos sean estimulados sexualmente en forma previa, ya que la baja en el rendimiento reproductivo que tienen durante la temporada no reproductiva sería la principal causa de fracasos en este sistema, sobre todo en ciertas razas o latitudes en que la estacionalidad de los caprinos es más marcada. Por lo tanto, una deficiencia en el efecto macho durante la temporada de anestro estacional sería una consecuencia de un estímulo reducido por parte de los machos, más que una mala respuesta por parte de las hembras (Flores et al, 2000). Cuando machos no estimulados son enfrentados a las hembras se produce (Walkden-Brown, 2001):

- Una baja o nula proporción de hembras que responden a la presencia del macho.
- Una baja proporción de hembras que exhibe celo a la primera ovulación.
- Una alta proporción de las hembras que responden tienen una fase luteal corta después de la primera ovulación.
- Un aumento en el intervalo desde la introducción de los machos y la primera ovulación.
- Un aumento en la proporción de hembras que vuelven a un estado anovulatorio después de una o más ovulaciones.

Además, hay una gran diferencia en el número de estímulos por parte del macho hacia la hembra según si el macho esté o no sexualmente activo (Véliz et al, 2002). Estos son: instancias de olfateo ano-genital, movimientos de intento de monta y montas propiamente tales, además de una mayor producción de feromonas (Flores et al, 2000; Véliz et al, 2002). También, se orinan a sí mismos (Véliz et al, 2002).

La intensidad y la duración de la exposición al estímulo del macho influyen no solo en la proporción de hembras que ovulan sino también en la

sincronización y en que se produzcan más ciclos luego del primero inducido (Walkden-Brown, 1993b). Por esto, la exposición de los machos a las hembras debe ser continua. Exposiciones cortas disminuyen la respuesta. Dos experiencias de este tipo de exposición, una de 16 horas/día y otra de 8 horas/día lo demuestran. En la primera, las hembras en contacto directo con machos tan solo por 16 horas diarias luego de un periodo de separación presentaron una menor proporción de celos que aquellas que estuvieron con los machos todo el día. Lo mismo para exposiciones cortas de tan solo 8 horas diarias (Walkden-Brown, 1993b y 2001).

Al parecer, al mantener a ambos sexos en espacios relativamente confinados se aumenta la respuesta al efecto macho, evitándose la segregación natural de esta especie durante la temporada no reproductiva (Walkden-Brown, 2001).

Para una mejor respuesta también es importante el estado nutricional de los machos y que hayan tenido una exposición previa a hembras en celo, ya sea unos 2 días antes o en el momento de reunirlos con las hembras (Walkden-Brown, 2001, Véliz *et al*, 2002).

Existe la posibilidad de un pre-tratamiento de las hembras con progestágenos, los que incrementan la proporción de hembras que muestran celo a la primera ovulación, posiblemente actuando sobre el ovario para aumentar la secreción de estradiol (Walkden-Brown, 1993a). Además, aumenta la fertilidad en este celo y se reduce la incidencia de fases luteales cortas después de la primera ovulación inducida (Haibel, 1990; Walkden-Brown, 2001).

Para que el efecto tenga el éxito esperado, también es necesario que las hembras se encuentren en un buen estado nutricional (Walkden-Brown *et al*, 1993a; Véliz *et al*, 2002), ya que existe una gran variación en la tasa de ovulación según el peso y la condición corporal del animal. Además, este

factor puede incidir también la tasa de ovulación (Walkden-Brown *et al*, 1993a).

“Efecto hembra”: Se ha observado que la presencia de hembras en celo dentro de los corrales también produciría una cierta estimulación, dentro del efecto macho (Flores *et al*, 2000; Walkden-Brown, 2001). Exponiendo a los machos a hembras en celo antes o en el mismo momento en que son introducidos en un grupo de hembras anovulatorias se aumenta la respuesta de celo por parte de éstas (Véliz *et al*, 2002).

Las consecuencias reproductivas del efecto hembra son desconocidas, pero probablemente incluyen una mejora en la habilidad de los chivatos de producir el efecto macho. Sin embargo, una hembra en celo no estimulará por sí sola la actividad sexual de machos que estén sexualmente inactivos. Se sabe que la exposición a ellas no resulta en una estimulación inmediata de la secreción de LH y testosterona, ni en el comportamiento sexual en aquellos machos que se encuentran fuera de la temporada reproductiva (Véliz *et al*, 2002).

“Interacción hembra-hembra”: Mientras que en la oveja este efecto no es de gran importancia, sí lo es en la cabra. Es posible que hembras en celo induzcan estro en otras que están anovulatorias, sin la presencia de machos (Walkden-Brown, 2001; Véliz *et al*, 2002).

Las hembras en celo tienen entonces la posibilidad estimular la ovulación en otras hembras por dos mecanismos distintos, un efecto directo hembra a hembra, o uno indirecto de hembra-macho-hembra, el cual incluye una mejora en el efecto macho (Walkden-Brown, 2001).

2. **Gonadotrofinas inyectables e implantes de progesterona:** Este método es muy utilizado con el fin de lograr sincronización de celos dentro de la

temporada reproductiva. Sin embargo, también ha sido efectivo en lograr que las hembras entren en celo en la temporada no reproductiva (Fontelles, 2000).

Existe un gran número de tratamientos distintos con éste fin, sin embargo todos se basan en el uso de progestágenos por un número variable de días (generalmente en forma de dispositivos intravaginales). Esto con o sin la aplicación de gonadotrofinas (o análogos de ellas, como la gonadotrofina coriónica equina o eCG) y prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) (Díaz y Moyano, 1996; Bonilla, 2001; Walkden-Brown, 2001; Véliz *et al*, 2002). También se puede utilizar GnRH luego del progestágeno (Córdoba *et al*, 1999). La función de los progestágenos es prolongar la duración del diestro. En hembras dentro de la temporada reproductiva, al retirar el progestágeno se presentarían los celos, pero como estamos fuera de la estación reproductiva, necesitamos una sustancia que estimule el desarrollo folicular y la ovulación. Esa es la razón para el uso de eCG o análogos de GnRH (Bonilla, 2001). La PGF_{2α} tiene la función de lograr que la presentación de los celos sea más homogénea (Díaz y Moyano, 1996).

El porcentaje de hembras que entre en celo luego del tratamiento va a depender, entre otras cosas, del plano nutricional en el que se encuentren al momento del tratamiento (Bonilla, 2001).

Para lograr que el efecto del estímulo hormonal funcione, también debemos considerar a los chivatos, ya que al igual que en el caso del efecto macho, se necesita que éstos estén aptos para realizar montas fértiles, ya que su líbido y calidad espermática disminuyen durante la época no reproductiva (Delgadillo *et al*, 1992; Pérez y Mateos, 1996).

Sin embargo, existe una desventaja en el uso de hormonas como método de inducción de celo. Un estudio demostró que el uso sistemático de implantes

de progesterona, seguidos de inyecciones de análogos de prostaglandinas más eCG (48 horas antes de retirar las esponjas) determinaron un aumento de la presencia de anticuerpos anti eCG en los animales. Estos anticuerpos traen como consecuencia una demora en el alza de LH y por lo tanto en la presentación de celo en las hembras. Además, influye negativamente en el porcentaje de animales que ovulan (Drion *et al*, 2001). Hay que destacar también el hecho de que estos tratamientos hormonales son de alto costo y demandan el uso de mano de obra especializada (Fontelles, 2000), por lo que solo se justifican en rebaños que sean muy bien manejados desde el punto de vista alimenticio y nutricional.

3. **Uso de melatonina exógena:** El uso de esta hormona permite adelantar la temporada reproductiva en al menos un mes (Chemineau *et al*, 1988).

El objetivo de la aplicación de melatonina es simular los niveles que esta hormona presenta durante la fase de oscuridad del día mientras aún se está en la fase clara, dando la señal fisiológica de que se encuentra en días cortos (Chemineau *et al*, 2003).

Existen tres formas de aplicación de la melatonina en forma exógena en los caprinos con fines reproductivos: mediante la colocación de implantes subcutáneos de liberación lenta, por medio de inyecciones y por la vía oral (Haibel, 1990). De estas tres vías, la más efectiva en la inducción y mantención de la actividad ovulatoria es la oral. Entre la vía parenteral y la de los implantes no hay diferencia (Chemineau *et al*, 1988).

Se necesita un tratamiento de al menos 40 días con melatonina, para que estimule a nivel central las descargas pulsátiles de LH (Chemineau y Malpoux, 1998). En este tratamiento la luz artificial no es necesaria (Chemineau *et al*, 2003).

4. **Manejo de luz:** La aplicación de luz adicional en el invierno, simulando días largos, seguido de un periodo de días cortos, lleva a la presentación de celos fértiles a mediados de la primavera en cabras de leche (Haibel, 1990; Fontelles, 2000). Es un sistema de bajo costo y de fácil aplicación en crianzas confinadas o semi-confinadas (Fontelles, 2000).

Este sistema consiste básicamente en la aplicación continua de luz artificial durante la noche. La relación de horas luz: oscuridad óptima para lograr el correcto estímulo debe ser al menos 16:8 (Fontelles, 2000; Delgadillo *et al*, 2001; Flores *et al*, 2000; Véliz *et al*, 2002, Chemineau *et al*, 2003). El estímulo lumínico adicional debe realizarse por un periodo de 2 a 2 ½ meses durante el invierno (Haibel, 1990; Delgadillo *et al*, 2002; Véliz *et al*, 2002; Chemineau *et al*, 2003), considerándose 60 días como el periodo ideal, a pesar de que la literatura consultada entrega rangos de 30 a 136 días (Fontelles, 2000). Esta exposición de los animales a un mayor número de horas luz, es decir, a días largos, causará que la melatonina se encuentre a niveles basales por un mayor número de horas. Lo que ocurre en la cabra es que la luz, al entrar por ojo, inhibe en la glándula pineal la conversión de serotonina a melatonina (Haibel, 1990). Se necesita una intensidad de luz de alrededor de 137 ± 14 lux para lograr un descenso en los niveles plasmáticos de melatonina en más del 82% de los animales (Deveson *et al*, 1990). Este descenso se produciría durante la noche, interpretando el cerebro del animal que está en un periodo de días largos. Luego de un periodo de dos meses cesa este estímulo adicional y se mantiene bajo fotoperíodo normal. Dado que las horas luz en esa época son menores que las que se estaban aplicando con la luz artificial (16 horas versus las 10 que hay en septiembre), y a pesar de que éstas están en aumento, se producirá un patrón de secreción de melatonina de días cortos, ya que hay

más horas diarias de oscuridad, comparadas con las precedentes. Entonces, en el animal se estimulará la actividad pulsátil de LH, su descarga ovulatoria y el consecuente celo (Delgadillo *et al*, 2002). Estos ciclos comienzan a presentarse entre las 7 y las 10 semanas de terminado el tratamiento (Fontelles, 2000). Según Haibel (1990), el feedback de estradiol sobre LH se hace positivo aproximadamente 55 días después de que la relación luz-oscuridad llega a ser de 16:8.

Experimentos en hembras primerizas han concluido que este manejo permite adelantar la temporada de encastes en 60-80 días (Bondurant *et al*, 1981). Además, este tratamiento permite una fertilidad sobre el 76% (Chemineau *et al*, 2003).

Para obtener la máxima estimulación de las hembras tratadas es necesario tener machos previamente estimulados, es decir, provocar un “efecto macho” sobre las hembras (Chemineau *et al*, 2003), además de que, como ya se ha analizado, el estímulo lumínico en los machos provoca un aumento en la masa testicular y por tanto en la producción espermática. Además, mejora el comportamiento sexual (Chemineau *et al*, 1988; Haibel, 1990).

Las concentraciones séricas de LH y progesterona en este periodo son muy similares a las que se observan durante la introducción de un macho al inicio de la temporada reproductiva (Haibel, 1990).

Usualmente, después del estímulo con luz adicional, el primer interestro es de 5-7 días, para luego seguir con un estro de duración normal (Haibel, 1990).

5. **Manejo de luz más melatonina exógena:** Este manejo une los dos métodos anteriores, lográndose mejores respuestas reproductivas. Consiste en que, luego de una exposición a luz (16 horas luz:8 de oscuridad) por dos meses, se continúa con la aplicación de melatonina exógena, teniendo a los

animales expuestos al fotoperíodo natural. La intensidad de luz debe ser de al menos 300 lux a la altura de los ojos del animal (Delgadillo *et al*, 2001), aún cuando el umbral de estimulación es 137 ± 14 lux (Deveson *et al*, 1990). La aplicación de la hormona luego del manejo con luz extra cumpliría la función de dar una señal más clara al animal de que los días se han acortado, lo que se debe al aumento de las horas día en que la melatonina circulante está alta. Si se va a utilizar implantes subcutáneos, en los machos se sugiere el uso de dos de 18 mg. cada uno, colocados en el pabellón auricular (Delgadillo *et al*, 2001, Véliz *et al*, 2002).

Según Delgadillo *et al* (2001), la exposición a este régimen de luz más melatonina en los machos, causa un incremento en la secreción de LH y testosterona, aumenta el peso testicular y mejora las características del semen. En lo que se refiere a los pulsos de LH, se vio un aumento en su secreción a los 25 días luego de colocados los implantes de melatonina, siendo mayor aún a los 50 días de colocados. Como consecuencia, las concentraciones plasmáticas de testosterona comenzaron a aumentar a las 5 semanas después de la inserción de los implantes y se mantuvieron elevados por cerca de dos meses. Con respecto a esto último, los parámetros motilidad progresiva y porcentaje de espermatozoides vivos son mayores que en aquellos animales que se mantienen bajo un régimen de fotoperíodo natural en época no reproductiva.

Este tipo de tratamiento funciona muy bien en la estimulación de los machos cabrios fuera de la temporada reproductiva. Los productores de semen han comprobado que al menos en carneros se produce de un 30 a más de un 50% de dosis de semen, con una fertilidad más alta, que los machos control no tratados, mientras que en los machos cabrios la libido y la producción

espermática de los machos tratados fueron más elevadas que en los no tratados (Chemineau *et al*, 2003).

6. **Pulso de luz artificial:** Según Parraguez *et al* (2002), si se aplica luz durante un lapso de tan solo 15 minutos, tres horas después de iniciada la fase oscura y a una intensidad de 1000 lux, se logra una rápida caída en los niveles plasmáticos de melatonina en ovejas. Esta baja se mantiene durante varias horas. Todo lo anteriormente expuesto lleva a pensar que el efecto sobre la ciclicidad de los animales haciendo el manejo con pulsos 15 minutos diarios de luz artificial sería el mismo que con el tratamiento de horas continuas. Esto ya que se pasaría de tener niveles de melatonina de días largos (gracias al pulso de luz) a días cortos (cuando se deje de dar este estímulo).

Sin embargo, el tratamiento con pulsos de luz no es completamente nuevo. Se ha probado en carneros, aplicando un pulso diario de luz de 1 hora de duración entre las 16 y las 17 horas luego de la que fuera fijada como el amanecer, desde Diciembre a Marzo, por 77 días (lo que en el hemisferio sur equivaldría desde Julio a Octubre). Estos fueron enfrentados a un grupo de carneros control sin tratamiento. El resultado final fue que se obtuvo un aumento en la tasa de crecimiento testicular en el grupo tratado comparado con el grupo control, llegando a duplicar los tamaños en el caso de la raza Ile-de France. Además, se vio mejoras en el porcentaje de machos de los cuales se recolectó semen antes del año de vida, aumentándose el número de dosis de semen recolectadas (Chemineau *et al*, 1988). En el caso de este tratamiento, luego de la aplicación de luz artificial, se procedió a la administración de melatonina en forma exógena, por un período de 3 meses. Esto para lograr una disminución gradual y diaria de las horas en que la

melatonina estuviera a niveles basales (hasta llegar a las 8 horas diarias). Así, se logra simular que el día se está acortando (Chemineau *et al*, 2003).

HIPÓTESIS

La aplicación de luz mediante un pulso al inicio de la fase oscura lograría el efecto de adelantar la ciclicidad en los caprinos y la respuesta sería igual a la que se obtendría con el manejo tradicional de horas continuas de aplicación de luz.

OBJETIVO GENERAL

Comparar la respuesta a la inducción de celo de cabras fuera de la estación reproductiva, obtenida mediante dos métodos de manejo de luz.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Comparar el tiempo transcurrido desde el fin del tratamiento hasta la presentación del primer celo en hembras controles y hembras sometidas a dos métodos de manejo de luz.
- Comparar el tiempo transcurrido desde el fin del tratamiento hasta la ocurrencia de la preñez en hembras controles y hembras sometidas a dos métodos de manejo de luz
- Comparar la frecuencia y distribución temporal del primer celo en cada uno de los animales incluidos en el estudio, luego del fin del tratamiento.
- Comparar el porcentaje de hembras preñadas al primer encaste posterior al fin del tratamiento.
- Determinar el efecto de la condición de nulípara o multípara sobre la respuesta al tratamiento.

MATERIAL Y MÉTODO

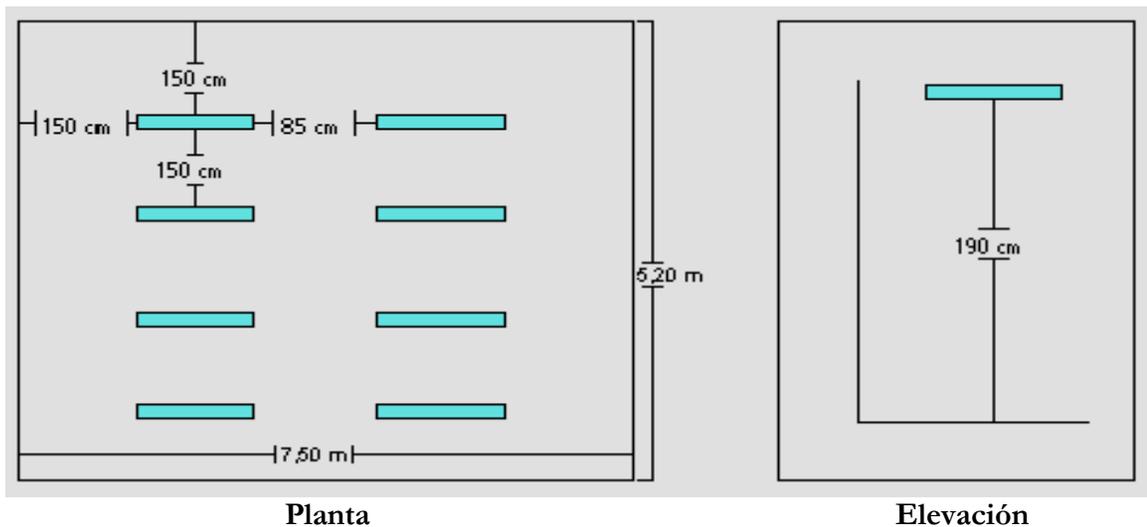
El estudio se realizó en un predio privado, ubicado en la Comuna de Buin, Región Metropolitana, desde el 30 de junio hasta el 26 de noviembre de 2002. Se utilizaron 53 cabras: 7 nulíparas y 46 con al menos una gestación, distribuidas en cinco corrales, tres de ellos sin luz artificial y dos de ellos con lámparas de tubos fluorescentes distribuidos en dos filas, las que generan una intensidad de luz que va de los 725 a 1900 lux. Cada una de las canoas de iluminación se encontraba a una distancia de 190 cm del suelo, a una distancia máxima de 150 cm de los bordes de los corrales y a una distancia de 85 cm entre ambas filas. Dentro de las filas se encuentran a 150 cm el uno del otro (Figura 1). Los animales se distribuyeron aleatoriamente dentro de número ordinal de parto, de acuerdo a la capacidad de los corrales, en tres grupos:

- 1) Grupo control: En este grupo se incluyeron 12 animales. Éstos se mantuvieron bajo el fotoperíodo natural.
- 2) Grupo “manejo de luz tradicional”: En este grupo se incluyó un total de 19 animales. Éstos estuvieron bajo el manejo de luz tradicional, el cual consistió en la aplicación de un estímulo lumínico que fue, según la distancia de las lámparas a los distintos puntos del corral, de 725 a 1900 lux de intensidad, lo cual es considerado suficiente para provocar el efecto esperado y la baja de melatonina correspondiente. Este tratamiento comenzó a ser aplicado a partir del día 30 de junio y se mantuvo hasta el 1° de septiembre. El manejo consistió en la aplicación de luz continua desde las 24 horas y se mantuvo encendida hasta el amanecer del día siguiente, es decir, un total de 18 horas luz por 6 de oscuridad.

El grupo de los machos fue sometido a este mismo tratamiento.

3) Grupo “pulso de luz”: En este grupo se incluyó 22 animales, los que estuvieron bajo luz natural, pero tres horas después del anochecer se les aplicó un pulso de luz artificial de 15 minutos de duración. Luego de los 15 minutos, las luces se apagaron y se mantuvieron en oscuridad. Este manejo se aplicó desde el 30 de junio al 1° de septiembre. La intensidad de luz fue la misma que en el grupo 2.

Figura 1: Esquema ilustrativo de la posición de las lámparas dentro de los corrales.



Una vez que se terminó con la aplicación de la luz artificial se esperó un periodo de un mes para la introducción de los machos a los corrales en que estaban las hembras del estudio, manejo que llevó a cabo un operario del predio. Los machos se mantuvieron junto con las hembras en los tres grupos desde el 1° de octubre hasta el 26 de noviembre. Se hizo una rotación de los machos por todos los grupos que conforman el estudio. A estos machos se les colocó en el pecho una solución de aceite de cocina mezclado con tierra de color con el fin de que las cabras que fueron montadas cada día quedasen marcadas y fueran fácilmente detectadas por el operador. Las montas fueron

registradas diariamente. El color de la solución fue cambiado una vez a la semana, para disminuir los errores por parte del observador. El diagnóstico de preñez se hizo en forma seriada, mediante ecografía transrectal.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de los lapsos tratamiento-celo y tratamiento-preñez se realizó utilizando un Análisis de Varianza factorial, con el programa estadístico Mini Tab, de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + E_j + (TE)_{ijk} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} :	Lapso
μ :	Media Poblacional
T_i :	Tratamiento i ésimo (1, 2, 3)
E_j :	NOP j ésimo (1, >1)
$(TE)_{ijk}$:	Interacción tratamiento y NOP
e_{ijk} :	Error

Los promedios se compararon a través de la prueba de Tukey.

Para la distribución de celos y de preñez se usó un análisis de sobrevivencia utilizando el procedimiento LIFETEST del programa estadístico SAS. Las curvas de sobrevivencia se compararon con la prueba de Wilcoxon. Se calcularon las razones de riesgo para encaste y preñez con el programa estadístico Epi-Info, considerando los efectos de tratamiento.

La fertilidad al encaste obtenida en los tres grupos se comparó con la prueba de chi cuadrado.

RESULTADOS

En los tres grupos se observó presencia de celo luego de un lapso variable desde el fin de los tratamientos. En el grupo de Luz Continua (LC), de los 22 animales que lo conformaban, 18 de ellos presentaron comportamiento de celo, reflejado por las montas de los machos, lo cual representa a un 81,8% de los animales. En el grupo de Pulsos de Luz (PL), de 19 animales 15 presentaron comportamiento de celo, que representan el 78,9% de ellos. En el grupo Control (C) presentaron celo 9 de 12 animales, con un 75% (Tabla 1).

Tabla 1: Porcentaje de presentación de celo por grupo de animales

	n° animales	n° celos	% de celos
LC	22	18	81,8 a
PL	19	15	78,9 a
C	12	9	75 a

No se observaron diferencias significativas en el porcentaje de presentación de celo entre los tres grupos.

En cuanto al número de animales que quedó gestante luego de los tratamientos, desglosado por grupos, en el Grupo LC, de los 22 animales iniciales, 15 de ellos quedaron gestantes luego del tratamiento, es decir, un 68,2% del total de animales del grupo y un 83,3% de las hembras que fueron encastadas. En el grupo PL, de las 19 hembras, 10 de ellas quedaron preñadas, lo que constituye un 52,6% del total de las hembras del grupo y un 66,7% de los animales que presentaron celo y que fueron servidos por alguno de los machos. Y por último, en el grupo C, de 12 cabras se preñaron 7, que representan al 58,3% de las pertenecientes al grupo y un 77,8% de las que recibieron montas por parte de algún macho (Tabla 2).

Tabla 2: Porcentaje de presentación de preñez por grupo de animales

	n° animales	n° preñeces	% de preñeces (a)	% preñeces (b)
LC	22	15	68,2 a	83,3 a
PL	19	10	52,6 a	66,7 a
C	12	7	58,3 a	77,8 a
Total	53	32	60,4	76,2

(a): Sobre el total de animales

(b): Sobre el número de animales encastados.

Los porcentajes de animales preñados sobre el total de animales incluidos en el estudio y sobre el total de animales encastados, no fueron significativamente diferentes entre los tres grupos.

Al analizar la variable LTC, se observó una influencia significativa de los tratamientos de luz ($p=0,05$). Sin embargo, no se observó influencia del Número Ordinal de Parto (NOP) sobre esta variable ($p=0,14$), ni tampoco se vió una interacción entre el tratamiento y el NOP ($p=0,43$).

En cuanto al Lapso Tratamiento Preñez (LTP), no se observó relación entre las variables tratamiento, NOP y la interacción entre ambos, con valores de $p=0,31$, $0,79$ y $0,24$, respectivamente.

En lo que se refiere al lapso que transcurrió desde el fin de los tratamientos a la presentación del primer celo (LTC), considerado como el último día en que se aplicó luz artificial en forma adicional, tanto en el grupo LC como en el PL, los resultados obtenidos fueron los siguientes. En el grupo LC, este periodo fue de $67\pm 3,4$ días. En el grupo PL, este lapso correspondió a $68,7\pm 2,6$ días. En el grupo C, este lapso fue de $72,4\pm 4,3$ días. Finalmente, el Lapso desde el fin del tratamiento hasta que se logró una gestación (LTP) en las hembras del estudio, los resultados obtenidos fueron los siguientes. En el grupo LC, el lapso transcurrido correspondió a $67,1\pm 3,5$ días, mientras que en PL y C fue de $68,5\pm 2,6$ y $72,3\pm 4,4$ días, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3: Lapso promedio (\pm DE) del fin del tratamiento al celo y la preñez por grupo de animales

	LTC	LTP
LC	67,0 \pm 3,4 a,b	67,1 \pm 3,5 a
PL	68,7 \pm 2,6 a	68,5 \pm 2,6 a
C	72,4 \pm 4,3 b	72,3 \pm 4,4 a

Letras distintas como subíndice indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

En relación a la proporción de hembras preñadas al primer encaste no se observaron diferencias significativas entre los grupos tratamiento con luz continua y control ($p=0,28$), pero sí entre luz continua y pulsos de luz ($p=0,01$) y control versus pulsos de luz ($p=0,01$), por lo que el número de hembras de las cuales se obtuvo una preñez al primer encaste mediante el método de los pulsos de luz fue significativamente más bajo que en los otros dos tratamientos.

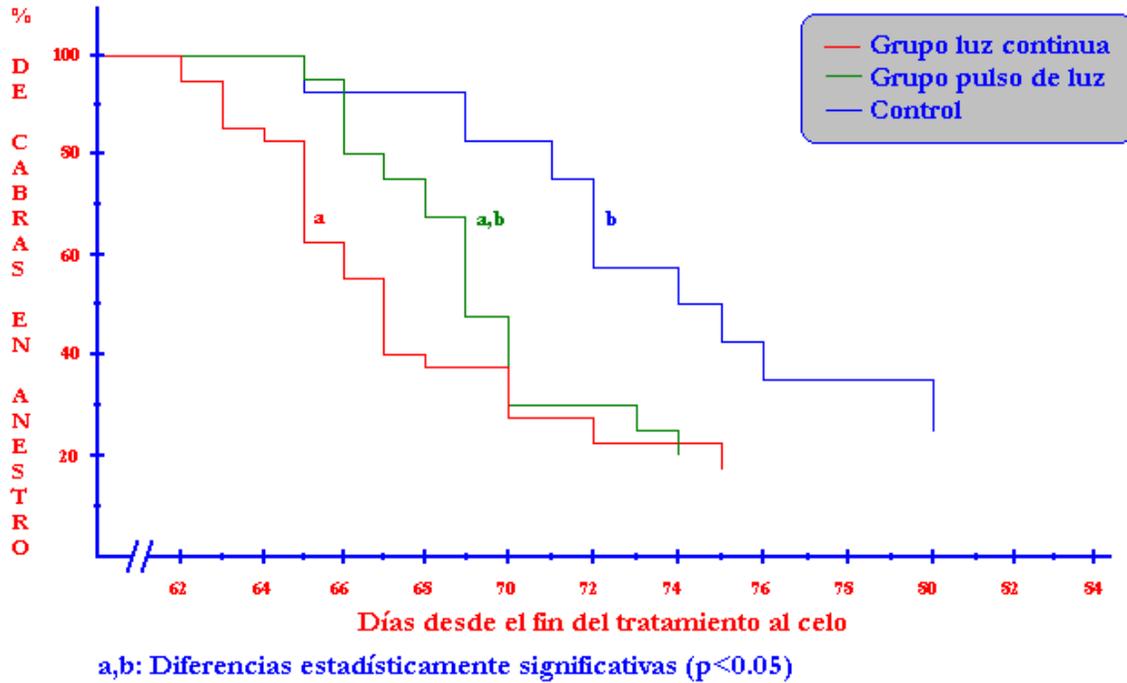
Tabla 4: Porcentajes de hembras preñadas al primer encaste

LC	83,3 a
PL	53,3 b
C	77,7 a

Letras distintas como subíndice indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

La distribución de los celos en el tiempo, mediante curvas de sobrevivencia se observa en la Figura 1.

Figura 1: Curvas de sobrevivencia para días desde el fin del tratamiento al celo en cabras sometidas a tratamientos de luz y control

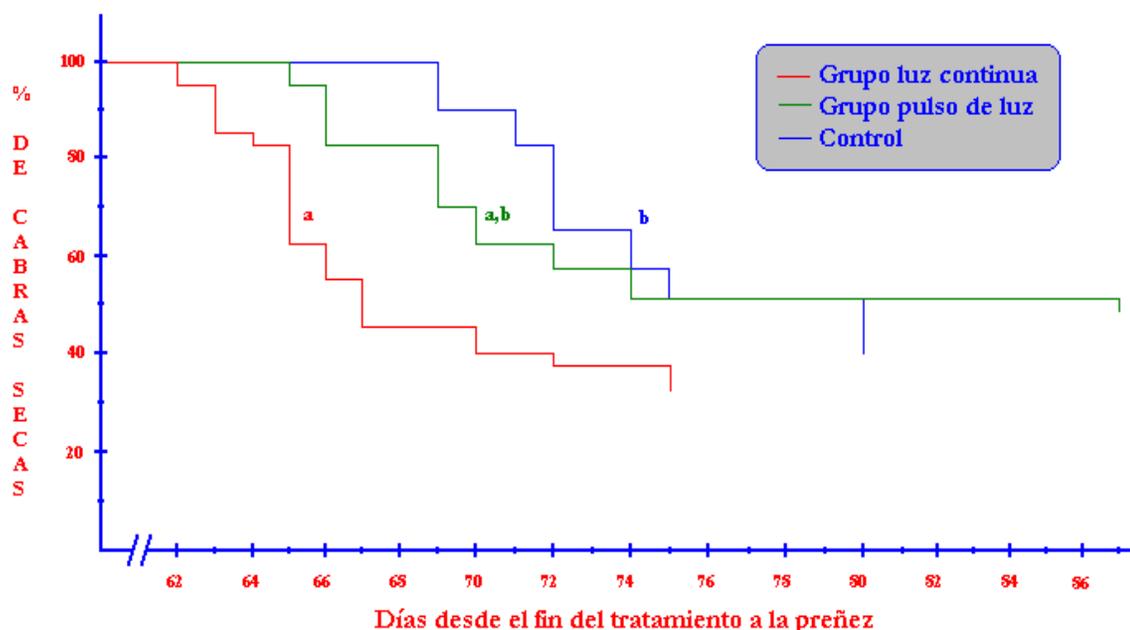


Las medianas para cada uno de los grupos en este lapso de fueron de 67, 69 y 75 días respectivamente para los tratamientos LC, PL y C.

La distribución de los celos fue más tardía para el grupo control, seguido por el de pulsos de luz y finalmente por el de luz continua. Estas diferencias fueron significativas entre el grupo con luz continua y el control.

La distribución de lo preñeces en el tiempo, mediante curvas de sobrevivencia se observa en la Figura 2.

Figura 2: Curvas de sobrevivencia para días desde el fin del tratamiento a la preñez en cabras sometidas a tratamientos de luz y control



a,b: Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

Las medianas para los tratamientos LC, PL y C, en este lapso, fueron de 67, 87 y 77,5 días respectivamente.

En este caso las tres curvas presentaron el mismo orden que para la característica celo, habiendo diferencias significativas entre el tratamiento de luz continua y el control. Esta diferencia consiste en que la distribución en el tiempo de las preñeces es más tardía en el grupo control.

Al hacer un análisis de las razones de riesgo para las dos características, los resultados fueron los siguientes (Tabla 5):

Tabla 5: Razones de riesgo para las características celo y preñez en los grupos LC, PL en relación al grupo control

	Celo	Preñez
LC	1,5 ($p = 0,64$)	1,53 ($p = 0,56$)
PL	1,25 ($p = 0,79$)	0,79 ($p = 0,76$)

DISCUSIÓN

Al hacer un análisis de los tratamientos utilizados para obtener encastes fuera de temporada, se observa que ambos fueron efectivos en obtener celos antes de la época. Esto era esperable para el tratamiento de luz continua, ya que es un método cuya efectividad ha sido previamente demostrada (Haibel, 1990; Fontelles, 2000; Chemineau *et al*, 2003). Lo novedoso fue ver como el tratamiento con un pulso de luz artificial al inicio de la escotofase efectivamente se reflejó en la presentación de celos fuera de temporada.

La influencia de un pulso relativamente breve de luz, si se le compara con el tratamiento de luz continua normal, ya había sido analizada con anterioridad por Chemineau *et al* (1988) en caprinos. En esa oportunidad se expuso a un grupo de machos a un pulso de luz de una hora de duración entre las 16 y 17 horas posteriores a la que fuera fijada como el amanecer. Es decir, aproximadamente entre las 10 y las 11 de la noche. En esa ocasión se observó que estos machos mantenían el volumen testicular y producción de espermios características de la temporada sexual normal. Esto podría indicar que sería suficiente con hacer este tipo de tratamiento a los machos para sacarlos de la estacionalidad.

La inclusión de los machos luego del tratamiento en el corral de las hembras se efectuó a los 30 días luego de terminado éste. El macho necesita un periodo de al menos 60 días post tratamiento con luz extra para estar listos para realizar montas fértiles a igual rendimiento que en la temporada sexual normal (Flores *et al*, 2000), por lo que se puede afirmar que en el presente estudio se incluyó a los machos en el corral de las hembras mucho antes de que estos pudiesen mostrar un comportamiento reproductivo, que es fundamental para que se produzca el efecto macho (Flores *et al*, 2000). Esto permite concluir que la respuesta obtenida

en los grupos con el tratamiento de luz extra se debió exclusivamente a la respuesta ante este estímulo, y no al efecto macho. Esto, además, es evidenciable por el lapso que transcurre entre la introducción de los machos y la presentación del primer celo en las hembras a estimular. En este estudio, el lapso fue de 36, 37 y 41 días para los grupos LC, PL y C, respectivamente. En el caso del efecto macho, el lapso que transcurre desde su introducción hasta la aparición de los celos va de 8 a 12 días en promedio (Bonilla, 2001).

Al considerar este mismo argumento para analizar la situación ocurrida en el grupo control (con un 75% de las hembras presentando comportamiento de celo), Se podría afirmar que esta respuesta no se debió al efecto macho, sino que más bien a la interacción social, llamada “efecto hembra”, previamente descrita (Flores *et al*, 2000; Walkden-Brown, 2001; Véliz *et al*, 2002), ejercido sobre las hembras control por parte de las cabras en tratamiento. Esto es factible, ya que los animales fueron mezclados esporádicamente entre los grupos una vez que los tratamientos con luz extra habían finalizado. Esto además, se vería afirmado por los resultados obtenidos al comparar las curvas de sobrevivencia (Figura 1). Allí se aprecia que la distribución de los celos en el Grupo C fue más tardía que en los otros dos, siendo esta diferencia significativa con el grupo LC. Esto sustenta la afirmación de que sería una influencia de los celos presentados al menos en el grupo LC, los que habrían influido para la presentación de celos en el grupo C.

En cuanto al intervalo entre el fin del tratamiento con luz extra y la presentación de celo en hembras, no se observan diferencias entre los dos grupos de tratamiento de luz, siendo estos intervalos de $67 \pm 3,3$ días para el grupo de luz continua y de $68,7 \pm 2,6$ días para el de pulsos de luz. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Chemineau *et al* (1988), en donde se registra un lapso tratamiento celo de 74 ± 1 días.

Con respecto a los machos, éstos comenzaron a montar hembras ya a los 62 días luego de terminado el tratamiento de luz continua, al cual ellos también fueron sometidos.

La actividad sexual de las hembras ya se tendría que haber iniciado a los 44.5 ± 5.3 días (Malpoux de 1998), pero hay que considerar que los primeros ciclos de la temporada sexual en general son más cortos de lo normal, con un promedio de 5.4 días (Walkden-Brown, 1993^a; Véliz *et al*, 2002) y por lo general silentes, mostrando conducta de celo a la segunda ovulación (Walkden-Brown, 2001), por lo que el comienzo de la expresión de los celos no suele presentarse antes de los 50 días luego de terminado el tratamiento y por ende la actividad de los machos tampoco es anterior a esto, coincidiendo con la respuesta obtenida en el estudio. Los machos necesitan un período de 60 días luego de terminado el tratamiento para presentar plena actividad sexual (Flores *et al*, 2000), lo cual es consistente con lo ocurrido durante el presente estudio. Por lo tanto, bastaría con un tratamiento de luz continua para estimular a los machos, concordando también con las observaciones de Delgadillo *et al* (2002).

En cuanto al efecto de que la hembra haya tenido partos anteriores, no se observó influencia de esta variable sobre LTC y LTP. Esto concuerda con los resultados de Bondurant *et al* (1981), cuando logró adelantar la temporada de encastes en 60-80 días en cabras primerizas. Esto permite recomendar que tanto hembras nulíparas como multíparas pueden ser incluidas dentro de los protocolos de manejo de luz y que es factible adelantar la temporada reproductiva y los encastes en hembras de primer encaste. Sin embargo, debe tenerse en consideración el hecho de que estos animales no han sido probados previamente en cuanto a su fertilidad y a su producción, y dado los costos que representa el efectuar estos tratamientos, tal vez sería más recomendable

efectuarlos en hembras que ya han demostrado en partos anteriores una cierta superioridad en cuanto a su fertilidad y producción lechera.

La fertilidad al primer encaste obtenida en los tratamientos (83,3, 53,3 y 77,7% para LC, PL y C), concuerda con los datos suministrados por Chemineau *et al* (2003), que indican porcentajes de fertilidad, luego de tratamientos con luz, superiores al 76 %.

Los datos dados anteriormente reflejan una clara influencia del tratamiento de LC sobre la presentación de celos a contraestación. Pero no se puede dejar de mencionar que debido a una decisión tomada por el productor, las mallas que separaban los corrales de ambos tratamientos fueron sacadas a los pocos días de iniciado éstos. Esto crea una pequeña franja de luz en el corral de PL cuando éste debía estar en oscuridad. Sin embargo, considerando que la superficie total del corral es de 39 m², y la de la franja de luz proveniente del corral contiguo no superaría los 5,2 m², podría pensarse que las cabras sometidas al tratamiento PL no recibieron una influencia lumínica comparable a las del tratamiento LC.

Hay que aclarar que el corral del grupo control estuvo a 30 metros de los otros dos, por lo que podemos afirmar que en las hembras de este corral no hubo influencia de la luz.

Este tipo de tratamientos, por tanto, permite adelantar la temporada de encastes en las cabras, logrando gestaciones y pariciones a lo largo de todo el año. Con esto se logra producir leche y cabritos fuera de la temporada normal, consiguiendo con esto mejores precios. Eso sí, para la aplicación de este método se requeriría de animales estabulados, para asegurar la influencia de la luz artificial sobre la totalidad de los animales. Hay que agregar que en el caso del tratamiento de PL se reduce la aplicación de luz artificial de aproximadamente 8 horas diarias a solo 15 minutos, disminuyendo los costos del programa.

Eso si, este método es mucho más efectivo si se utiliza en conjunto con el efecto macho. Para esto, la inclusión de éstos no debe ser antes de los 60 días, por las razones que dimos anteriormente.

CONCLUSIONES

- La aplicación de un pulso de luz al inicio de la fase oscura por 15 minutos lograría el efecto de conseguir celos fuera de la temporada de encastes de igual manera que el método tradicional de luz continua. Sin embargo, el porcentaje de hembras preñadas al primer encaste es inferior al logrado con LC y al grupo control.
- El porcentaje de hembras preñadas durante todo el periodo de estudio es igual para los tres grupos de tratamiento.
- La distribución de los celos y las preñeces en el grupo de luz continua es más temprana que la del grupo control, encontrándose la curva del tratamiento pulsos de luz entre estas dos.
- No existe una influencia del número ordinal de parto en la presentación de los celos.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, L.; Zarco, L. A.** 2001. Los fenómenos de la bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Veterinaria México*. 32(2):117-129.
- Amoah, E. A.; Gelaye, S.; Guthrie, P.; Rexroad, C. E. Jr.** 1996. Breeding season and aspects of Reproduction of Female Goats. *Journal of Animal Science*. 74:723-728.
- Avdi, M.; Driancourt, M. A.; Chemineau, P.** 1993. Seasonal variation in estrus behavior and ovulatory activity in Chios and Serres ewes in Greece (Abstract). *Reproduction, Nutrition and Development*. 33(1):15-24.
- Barón, G.** 2003. Neuroendocrinología. In: Fundamentos de endocrinología ginecológica.
<http://www.encolombia.com/fundamentos-endocrino-gine-capitulo2.htm>
[consulta 15-10-2003]
- Barrell, G. K.; Thrum, L. A.; Brown, M. E.; Viguié, C.; Karsh, F. J.** 2000. Importance of Photoperiodic Signal Quality to Entrainment of the Circannual Reproductive Rhythm of the Ewe. *Biology of Reproduction*. 63:769-774.
- Bondurant, R. H.; Darien, B. J.; Munro, C. J.; Stanbeneldt, G. H.; Wang, P.** 1981. Photoperiodic induction of fertile oestrus and changes in LH and progesterone concentrations in yearling dairy goats (*Capra hircus*). *Journal of Reproduction and Fertility*. 63:1-9.
- Bonilla, W.** Ed. 2001. Manejo reproductivo de la cabra [en línea]. Cap. 3 In: Producción de cabras lecheras.
<http://www.inia.cl/cobertura/quilamapu/textos/cabras.htm>
[Consulta 19-08-2002].

- Braun, W.** 1997. Parturition and Dystocia in the Goat. **In:** Youngquist, R. S. (Ed). Current Therapy in Large Animal Theriogenology. W. B. Saunders, Philadelphia. 521-524.
- Chemineau, P.** 1987. Possibilities for using bucks to stimulates ovarian and oestrus cycles in anovulatory goats. A review. *Livestock Production Science*. 17:135-147.
- Chemineau, P.; Pelletier, J.; Guerin, Y.; Colas, G.; Ravault, J. P.; Toure, G.; Almeida, G.; Thimonier, J.; Ortavant, R.** 1988. Photoperiodic and melatonin treatments for the control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reproduction Nutrition and Development*. 28: 409-422.
- Chemineau, P.; Malpaux, B.** 1998. Melatonin and reproduction in domestic farm animals. *Therapie*. 53: 445-452.
- Chemineau, P.** 2003. Medio ambiente y reproducción animal. **In:** *World Animal Review*
<http://www.fao.org/docrep/v1650t/v1650T00.htm#Contents>.
[Consulta 11-11-2002].
- Chemineau, P.; Morello, H.; Delgadillo, J. A.; Malpaux, B.** 2003. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes: mecanismos fisiológicos y técnicas para la inducción de una actividad sexual a contraestación. III Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camelidos Sudamericanos (ALEPRYCS). 15-21.
- Córdoba, A.; Ruiz, G.; Saltijeral, J.; Pérez, J. F.; Degefa, T.** 1999. Inducción y sincronización de celos en ovejas criollas anéstricas estacionales con esponjas vaginales impregnadas en FGA y PMSG inyectable. *Archivos de Zootecnia*. 48: 437-440.

- Dávila, J. C.** 1997. Melatonina, ¿Una hormona para la vejez? **In:** Encuentros en la Biología (40).
<http://www.ciencias.uma.es/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS40/melaton.html>. [Consulta: 23-08-2003].
- Delgadillo, J. A.; Leboeuf, B.; Chemineau, P.** 1992. Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing activity by photoperiodic cycles in goat bucks. *Small Ruminant Research*. 9: 47-59.
- Delgadillo, J. A.; Carrillo, E.; Morán, J.; Duarte, G.; Chemineau, P.; Malpoux, P.** 2001. Induction of sexual activity in male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. *Journal of Animal Science*. 79:2245-2252.
- Delgadillo, J. A.; Flores, J. A.; Véliz, F. G.; Hernández, H. F.; Duarte, G.; Vielma, J.; Poindron, P.; Chemineau, P.; Malpoux, B.** 2002. Induction of sexual activity in lacting anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *Journal of Animal Science*. 80:2780-2786.
- Delgadillo, J. A.; Flores, J. A.; Véliz, F. G.; Duarte, G.; Vielma, J.; Poindron, P.; Malpoux, B.** 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtrópico mexicano utilizando tratamientos fotoperiódicos y efecto macho. *Veterinaria México*. 34(1):69-79.
- Deveson, S. L.; Arendt, J.; Forsyth, I. A.** 1990. Sensitivity of goats to a light pulse during the night as assessed by suppression of melatonin concentrations in plasma. *Journal of Pineal Research*. 8: 169-177.
- Deveson, S. L.; Howarth, J. A.; Arendt, J.; Forsyth, I. A.** 1992. In vitro autoradiographical localization of melatonin binding sites in the caprin brain. *Journal of Pineal Research*. 13: 6-12.

- Díaz, M.; Moyano, F. J.** 1996. Reproducción en el ganado caprino. In: Buxadé, C (Ed). Zootecnia: bases de producción animal. Primera Edición, Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España. 85-100.
- Dorado, J.; Pérez, C.; Hidalgo, M.; Rodríguez, I.; Sanz, J.; Santiago, J.; Sánchez, M.** 2002. Medidas de circunferencia escrotal y rubor inguinal sexual en el macho cabrío de la raza florida. Archivos de Zootecnia. 51: 393-396.
- Drion, P. V.; Furtoss, V.; Baril, G.; Manfredi, E.; Bouvier, F.; Pougard, J. L.; Bernales, D.; Caugnon, P.; McNamara, E. M.; Remy, B.; Sulon, J.; Beckers, J. F.; Bodin, L.; Lebceuf, B.** 2001. Four years of induction/synchronization of oestrus in dairy goats: effect on the evolution of eCG binding rate in relation with the parameters of reproduction. Reproduction Nutrition and Development. 41: 401-412.
- Flores, J. A.; Véliz, F. G.; Pérez-Villanueva, J. A.; Martínez de la Escalera, G.; Chemineau, P.; Poindron, P.; Malpoux, B.; Delgadillo, J. A.** 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. Biology of Reproduction. 62: 1409-1414.
- Fontelles, A. L. B.** 2000. Eficiência reprodutiva da cabra leiteira com cio induzido através da manipulação do fotoperiodismo. In: A Hora Veterinária. 117: 53-56.
- Gallegos-Sánchez, J.; Malpoux, B.; Thiery, J. C.** 1998. Control of pulsatile LH secretion during seasonal anoestrus in the ewe. Reproduction, Nutrition and Development. 38(1):3-15.
- Gómez, A.; Malpoux, B.; Daveau, A.; Taragnat, C.; Chemineau, P.** 2002. Genetic variability in melatonin secretion originates in the number of pinealocytes in sheep. Journal of Endocrinology. 172:397-404.

- Haibel, G.** 1990. Out-of-season breeding in Goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 6(3): 577-583.
- Jainudeen, M. R.; Wahid, H.; Hafez E. S. E.** 2002. Ovejas y Cabras. In: Hafez, E.S.E.; Hafez, B. (Eds). *Reproducción e Inseminación Artificial*. 7ª Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana. 177:187.
- Malpaux, B.; Viguie, C.; Skinner, D. C.; Thiery, J. C.; Chemineau, P.** 1997. Control of the circannual rhythm of reproduction by melatonin in the ewe. *Brain Research Bulletin*. 44(4):431-438.
- Malpaux, B.; Daveau, A.; Maurice-Mandon, F.; Duarte, G.; Chemineau, P.** 1998. Evidence that melatonin acts in the hypothalamis area to control reproduction in the ewe: presence of bindings sites and stimulation of luteinizing hormone secretion by *in situ* microimplant delivery. *Endocrinology*. 139 (4): 1508-1516.
- Ortega, J.; Muñoz, J.; Chávez, A.; Rico, J. L.; Fajardo, M. A.; Straffon, O.; Ruiz, G.** 2002. Naloxona, modifica el comportamiento reproductivo de las cabras. **In:** UNAM Comunidad.
<http://www.cuautitlan2.UNAM.mx/comunidad/2002/num8/uc2.8.htm>.
 [Consulta: 27-08-2003].
- Parraguez, V. H.; Briceño, C.; Bravo, G.; Serón Ferré, M.** 2002. Efecto de un pulso de luz aplicado en dos momentos de la escotofase, sobre el patrón de melatonina plasmática en ovejas. XVII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Ciencias Fisiológicas. Abstract.
- Pérez, B.; Mateos, E.** 1996. Effect of photoperiod on semen production and quality in bucks of Verata and Malagueña breeds. *Small Ruminant Research*. 22 (2): 163-168.
- Pinkerton, F. ; Pinkerton, B.** 2003. Feeding programs for meat goats. **In:** Goatworld.

<http://www.goatworld.com/articles/nutrition/feedingprograms.shtml>.

[Consulta: 15-09-2003].

Recio, J. M. 2003. Visión actual de la glándula pineal. In : Conferencias, Real Academia Nacional de Medicina.

<http://ranm.insde.es/sesiones/conf2003032502.htm>.

[Consulta: 13-09-2003].

Smith, M. C. 1986. The Reproductive Anatomy and Physiology of the Female Goat. In : Morrow, D. A. (Ed). Current Therapy in Theriogenology. (2) 577-581.

Smith, M. C. 1997. Clinical Reproductive Anatomy and Physiology of the Doe. In: Youngquist, R. S. (Ed). Current Therapy in Large Animal Theriogenology. W. B. Saunders, Philadelphia. 505-507.

Torell, D. T. ; Hume, I. D. ; Weir, W. C. 1972. Flushing of range ewes by supplementation, drylot feeding, or grazing of improved pasture. Journal of Range management. 25(5):357-360.

Véliz, F. G. ; Moreno, S. ; Duarte, G. ; Vielma, J. ; Chemineau, P. ; Poindron, P. ; Malpoux, B. ; Delgadillo, J. A. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. Animal Reproduction Science. 72 (3-4): 197-207.

Walkden-Brown, S. W.; Restall, B. J.; Henniawati. 1993a. The male effect in the Australian cashmere goat. 1. Ovarian and behavioral response of seasonally anovulatory does following the introduction of bucks. Animal Reproduction Science. 32: 41-53.

Walkden-Brown, S. W.; Restall, B. J.; Henniawati. 1993b. The male effect in the Australian cashmere goat 2. Role of olfactory cues from the male. Animal Reproduction Science. 32: 55-67.

Walkden-Brown, S. W. 2001. Reproduction in goats. **In:** Goats online. <http://www.pcmconsulting.com.au/goats/information/papers/walkden.htm> [consulta 18-11-2002].

Zúñiga, O.; Forcada, F.; Abecia, J. A. 2002. The effect of of Raza Aragonesa ewes implanted in April melatonin implants on the response to the male effect and on the subsequent cyclicity. *Animal Reproduction Science*.72:165-174

INDICE

1. Introducción.....	Pág. 1
2. Revisión Bibliográfica.....	Pág. 3
• Características reproductivas de la cabra.....	Pág. 3
- La Pubertad.....	Pág. 7
- El Encaste.....	Pág. 7
- La Gestación.....	Pág. 8
- El Parto.....	Pág. 9
• Rol del Fotoperiodo y la melatonina en la regulación de la estacionalidad reproductiva.....	Pág. 11
• Métodos para adelantar la temporada reproductiva.....	Pág. 15
- Efecto Macho.....	Pág. 16
- Gonadotrofinas Inyectables e implantes de Progesterona.....	Pág. 20
- Uso de melatonina Exógena.....	Pág. 22
- Manejo de luz.....	Pág. 23
- Manejo de luz más melatonina exógena.....	Pág. 24
- Pulso de luz artificial.....	Pág. 26
3. Hipótesis.....	Pág. 28
4. Objetivos general y específicos.....	Pág. 28
5. Material y Método.....	Pág. 29
6. Resultados.....	Pág. 32
7. Discusión.....	Pág. 37
8. Conclusiones.....	Pág. 42
9. Bibliografía.....	Pág. 43