

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA

EDAD A LA PUBERTAD DURANTE LA ÉPOCA REPRODUCTIVA EN  
CORDERAS PELIBUEY HIJAS DE OVEJAS CON ACTIVIDAD  
REPRODUCTIVA ESTACIONAL O CONTINUA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**VÍCTOR HUGO DEL RIO ARAIZA**

Asesor:

Javier de Jesús Valencia Méndez

México, D.F.

2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

Con cariño, respeto y admiración a mi padre José Gregorio del Río Pacheco y a mi madre Ana Belia Araiza Monreal, por haberme dado la vida y siempre brindarme su amor y apoyo. Por darme todos esos consejos que me han hecho una mejor persona, esta tesis pertenece a ambos. Los amo, gracias por todo.

A mis hermanas Zarina, Claudia y Gabriela que a pesar de los problemas que podamos llegar a tener siempre me han brindado su cariño y confianza.

A todos mis tíos(as) que siempre me han apoyado y estimulado a superarme y aunque muchos estén lejos de aquí siempre los llevo en mi corazón.

A mi abuela Ernestina Pacheco que nos acaba de dejar el pasado mes de diciembre. Gracias por todo abuela, siempre te recordaré con mucho amor.

A todos mis primos(as), los quiero muchísimo y agradezco tener una familia tan linda y unida tanto en las buenas como en las malas.

A la familia Arellano Martín del Campo a la cual tengo la fortuna de conocer desde que tengo 5 años y que siempre me han tratado y recibido como un miembro más de su familia y a la cual pertenece mi gran hermano Francisco Arellano Martín del Campo, gracias mi hermano por estar siempre a mi lado y por todos esos grandes momentos que hemos pasado juntos.

A la familia Lara Castro que conocí gracias a una de las personas que más quiero en la vida. Gracias por todo la confianza y el cariño que me han brindado.

A todos mis amigos que tuve el placer de conocer y convivir a lo largo de toda la carrera, Marcos, Ricardo, Mateo, Agustín, Miguel, etc. faltan muchos por mencionar pero a todos les deseo lo mejor del mundo y mucho éxito profesional.

A mis demás amigos y hermanos Jorge, Luis, Mario, Octavio, Karen, Karla, etc. con los cuales se que siempre voy a contar y siempre me han brindado su

amistad, cariño y confianza. Los quiero mucho a todos, gracias por aguantarme en las buenas y en las malas.

Finalmente a todos aquellos que fueron y que son parte importante en mi vida, los llevo en mi corazón, a todos mil gracias!!!!

## **AGRADECIMIENTOS**

Al MVZ. DMV. Javier de Jesús Valencia Méndez por brindarme el proyecto y darme todo su tiempo y apoyo en la realización de este trabajo.

Al MVZ. Antonio Roldán, por todos los consejos y la orientación que me brindo para la realización del proyecto.

A la MVZ. Clara Murcia Mejía por su apoyo para realizar las pruebas de Radioinmunoanálisis y por la orientación brindada.

Al MVZ. MPA. Jorge Armando Álvarez León por toda su atención y por todo el apoyo que me ofreció durante la realización de mi servicio social en el CEPIPSA.

Al MVZ. MPA. Antonio Ortiz Hernández por todo el apoyo y la orientación brindada.

Al Dr. José Manuel Berruecos Villalobos y al MVZ. Hugo Toledo Alvarado por el apoyo para la realización del análisis estadístico.

A todos mis profesores que colaboraron en mi formación académica a lo largo de toda la carrera.

A la UNAM la máxima casa de estudios, por abrirme las puertas y permitirme ser parte de la comunidad universitaria.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	4
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	17
MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	28
REFERENCIAS.....	29

## RESUMEN

**DEL RÍO ARAIZA VÍCTOR HUGO.** Edad a la pubertad durante la época reproductiva en corderas Pelibuey hijas de ovejas con actividad reproductiva estacional o continua (Asesor; Javier de Jesús Valencia Méndez).

Se determinó la edad a la pubertad durante la época reproductiva en corderas Pelibuey, para investigar si existen diferencias en este parámetro entre las hijas de ovejas con actividad reproductiva estacional (n:10) y continua (n:11). Se utilizaron 21 corderas Pelibuey nacidas en diciembre-enero. A partir de mayo, se registró semanalmente el peso y la condición corporal de las corderas y se tomó una muestra sanguínea para cuantificar la concentración de progesterona. Se consideró que la primera ovulación ocurrió cuando los niveles de progesterona fueron mayores a 1ng/ml. La edad a la pubertad fue de  $230.28 \pm 42.71$  días, sin que existiera diferencia significativa entre las hembras hijas de ovejas con actividad estacional y continua ( $215.2 \pm 52.91$  y  $244 \pm 26.33$  días, respectivamente;  $p < 0.05$ ). Se encontró una correlación (0.635 sig. 0.002;  $p < 0.01$ ) entre la edad a la primera ovulación y el diferencial de peso a la primera ovulación (DPDP1aov: peso al destete - el peso a la primera ovulación). En las hijas de ovejas estacionales se encontró una correlación (0.748 sig. 0.013;  $p < 0.05$ ) entre la edad a la primera ovulación y el DPDP1aov, mientras que en las hijas de continuas se encontró una correlación negativa (-0.761 sig. 0.007;  $p < 0.01$ ) entre la edad y el peso a la primera ovulación, y otra correlación negativa (-0.706 sig. 0.015;  $p < 0.05$ ) entre la fecha y el peso a la primera ovulación. Se concluye que no existen diferencias en la edad a la pubertad en las corderas hijas de ovejas con actividad reproductiva continua y las hijas de estacionales, por lo que este parámetro no puede ser utilizado para la selección de ovejas continuas.

## I. INTRODUCCIÓN

Las ovejas son animales que tienen una actividad reproductiva estacional. En las razas ovinas originarias de países templados, la época reproductiva inicia al final del verano y principios del otoño, cuando el fotoperiodo va disminuyendo. Esta estrategia evolutiva tiene como finalidad que sus crías nazcan en la época del año más favorable en relación a las condiciones ambientales y de disponibilidad de alimento, para así aumentar la sobrevivencia de las crías. La época no reproductiva o de anestro comienza a finales del invierno, cuando las horas luz aumentan. Esta época se caracteriza por ausencia de ciclos estrales y ovulación (1,2).

Existen diferencias en el grado de estacionalidad dependiendo de la raza. Las razas originarias de altas latitudes como las británicas (Scottish blackface, Suffolk, Hampshire), presentan una estacionalidad muy marcada, otras razas provenientes de regiones mediterráneas tienen una estacionalidad menos marcada (Merino, Rambouillet, Dorper) (3,4) y hay razas originarias del trópico en las que la estacionalidad es baja o prácticamente nula, como es el caso de las ovejas Pelibuey (5,6). Este cambio en la estacionalidad se debe principalmente al efecto del fotoperiodo.

En diferentes estudios se ha encontrado que existen ovejas de la raza Pelibuey que son capaces de manifestar actividad reproductiva durante la época de anestro (6,7,8) permitiendo considerar a estos individuos como reproductores continuos.

Una característica reproductiva que es importante evaluar es la edad a la pubertad en las corderas hijas de estas ovejas continuas para investigar si este evento puede ser un indicador de continuidad en su vida adulta. Algunos autores definen a la pubertad como la etapa en la cual ocurre el "primer estro" mientras que otros la definen como la etapa en la cual ocurre la primera ovulación (9,10), aunque se ha observado que la primera ovulación y el primer estro ocurren con una diferencia de 2 a 3 semanas ya que en la oveja se requiere una elevación en la progesterona circulante previa al aumento preovulatorio de estradiol para favorecer el comportamiento sexual (11). Los tres principales factores que influyen

en la presentación de la pubertad son: a) la edad: en la oveja Pelibuey ocurre entre los 5-6 meses (mínima) y los 18 meses (máxima) (9,10,12,13); b) el peso corporal: ya que la cordera debe alcanzar el 60% de su peso adulto (20 kg aprox.) (12,13); y c) el fotoperiodo: las ovejas deben experimentar días largos, seguidos de días cortos (9).

También existen diferencias en la edad a la cual las corderas alcanzan la pubertad dependiendo de la época de nacimiento (7,9). Se conoce que independientemente de esta, la pubertad ocurrirá solamente durante la época reproductiva (2). Se ha observado que las corderas nacidas en invierno y las nacidas en primavera alcanzan la pubertad en la misma época del año, aunque estas últimas hayan nacido unos meses más tarde, son mucho más jóvenes a la primera monta (14,15). Los nacimientos en verano pueden reducir aún más la edad a la pubertad (15,16). Sin embargo, los nacimientos muy tardíos en el año (otoño) no son ventajosos debido a que la edad a la pubertad ya no se reduce, por el contrario, estas corderas tienen retraso en la iniciación de los ciclos reproductivos hasta el siguiente año coincidiendo con la época reproductiva posterior (15,17,18). En lo que respecta a estudios realizados en la raza Pelibuey las corderas nacidas durante la primavera y que tienen una buena alimentación, pueden empezar a ciclar a los 6 meses de edad con un peso promedio de 21 kg (12), en cambio las corderas de la misma explotación nacidas durante el otoño comienzan a ciclar a partir de los 9 meses, aun cuando su alimentación haya sido la adecuada y hayan alcanzado los 21 kg desde meses atrás (13). Esto se debe a que las corderas nacidas durante el otoño no tienen un fotoperiodo estimulador cuando alcanzan la edad y el peso óptimo para iniciar sus ciclos. Existen tres grandes ventajas de alcanzar la pubertad a los 6 meses en comparación con corderas que la alcanzan al año o más; a) reducir los costos de mantenimiento antes de iniciar los ciclos reproductivos y por ende la producción; b) acortar los intervalos generacionales que van a resultar en acelerar la mejora genética al poder gestarlas a una menor edad; y c) incrementar el tiempo de vida productiva (19,20). Además de esto, es importante tomar en cuenta los factores genéticos involucrados en la edad a la pubertad. En la oveja Pelibuey se han encontrado algunas hembras con actividad

reproductiva continua (1,5), las cuales aparentemente no se guían por el fotoperiodo, por lo que es necesario conocer si existen diferencias en la edad a la que las corderas hijas de ovejas continuas alcanzan la pubertad, en comparación con las hijas de ovejas estacionales con el fin de comparar si esta característica es un indicador de la actividad reproductiva en la vida adulta del animal.

## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1. ORIGEN DE LOS OVINOS DE PELO**

Los ovinos de pelo son originarios del oeste de África y llegaron a América en los siglos XVI y XVII transportadas por los españoles y los portugueses. Los dos tipos principales de ovinos de pelo del oeste de África son; la raza Sahel u oveja de patas largas originaria del trópico seco y la oveja de patas cortas también conocida como “oveja de la sabana” que tiene su origen en el trópico húmedo y los bosques. Se sabe que de manera general las ovejas de pelo de América descienden de la oveja de la sabana. Sin embargo, las variaciones fenotípicas sugieren que las ovejas de pelo de América tienen su origen en los dos tipos de ovejas africanas, pues poseen características de ambas (21). A México llegaron por la península de Yucatán entre 1930 y 1940, procedentes de Cuba.

Las razas de pelo predominantes en México son la Pelibuey (Peligüey o Tabasco) y la Black Belly (Panza negra). La raza Pelibuey se encuentra en mayor número, ya que del 90 al 95 % de la población de ovejas de pelo en México son de esta raza. Actualmente estas dos razas se encuentran distribuidas a lo largo de toda la República Mexicana, principalmente en las áreas tropicales (Tabasco, Veracruz y Chiapas), en regiones áridas y semiáridas (Tamaulipas) y en algunas áreas subtropicales (Puebla) (21). En la actualidad se ha observado un crecimiento constante en la producción ovina, y en consecuencia se ha intensificado, por lo cual gradualmente ha habido un incremento en la introducción de razas como la Katahdin proveniente de Estados Unidos y la Dorper

Sudafricana, las cuales poseen mayor capacidad de crecimiento, sin embargo, poco se conoce de su potencial reproductivo (22).

## **2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS OVINOS DE PELO PRESENTES EN MÉXICO**

Las principales características de las ovejas de pelo incluyen la ausencia de lana y cuernos. En México existe variabilidad de la oveja Pelibuey entre las diferentes localidades. El color del pelo varía del blanco al rojo claro y café oscuro, con todas las combinaciones posibles de colores entre el blanco y rojo. En ocasiones, aparecen las características de la raza Black Belly debido a las cruzas entre las dos razas. La frente de la borrega Pelibuey es recta, redonda y ancha, con un perfil convexo o semiconvexo y la cavidad de los ojos prominente, con depresiones en la parte trasera de los arcos de los ojos. Las orejas son cortas, puntiagudas y erectas. El cuello en el macho es fuerte, redondeado y corto, con una crin más oscura. En la hembra, el cuerpo es esbelto, no existe crin ni papada; el cuello es más delgado y más largo que en el macho y la cabeza es más pequeña (22).

## **2.3. SITUACIÓN DE LA OVINOCULTURA A NIVEL NACIONAL**

La población aproximada de ovinos en nuestro país en el 2008 fue de 7,757,267 siendo esta especie una de las de menor trascendencia económica en México, ya que desde 1999 hasta el 2008 no se ha visto un incremento en la población mayor al 4%. El estado con mayor población ovina en el año 2008 es Hidalgo, con un total de 1,484,488 cabezas; seguido por el estado de México con 1,005,466 animales y Oaxaca, con 565,112 cabezas (SAGARPA, 2008) (25).

Los genotipos de ovinos de pelo predominantes en las regiones tropicales de México hasta mediados de la década pasada fueron los pertenecientes a las razas Pelibuey y Blackbelly (29), debido a que la ovinocultura estaba orientada de manera predominante a complementar la economía familiar de traspatio, por lo

que se desarrollaba en sistemas extensivos de producción. En la actualidad se observa un crecimiento constante del sector y estas razas se han distribuido a lo largo de las costas del Golfo de México y del Pacífico, e incluso en diferentes lugares con clima templado (30), siendo la raza Pelibuey la más abundante, aunque también ha habido un incremento en la introducción de razas como la Katahdin y la Santa Cruz.

#### **2.4. PUBERTAD EN LA HEMBRA OVINA**

La pubertad marca el inicio de la vida reproductiva del animal y guarda una estrecha relación con la edad a la primera concepción y al primer parto (31). Por esta razón, el inicio temprano de la actividad sexual o precocidad representa una ventaja económica, ya que puede alargar la vida reproductiva de la hembra y disminuir el costo de crianza de los reemplazos.

La pubertad como ya fue definida anteriormente es la etapa en la cual ocurre el “primer estro” o la etapa en la cual ocurre la primera ovulación (9,10). Pero, el primer estro y la primera ovulación ocurren con una diferencia de 2 a 3 semanas debido a que se necesita una elevación en la progesterona circulante previa al aumento preovulatorio de estradiol que va a favorecer el comportamiento sexual. Así el primer estro suele ir precedido por un ciclo completo (16 días) por una ovulación silenciosa (11).

Esta ovulación silenciosa puede ser precedida por otra ovulación silenciosa y un ciclo de únicamente de 6 días de duración. Este ciclo corto se inicia con la primera oleada preovulatoria de LH y durante la fase lútea resultante, el aumento de la progesterona en circulación no es suficiente para inducir el comportamiento sexual en el momento del próximo aumento preovulatorio de estradiol circulante. Una fase lútea corta puede ser seguida por el primer estro en la próxima oleada de LH si la secreción de progesterona es baja pero suficiente, sin embargo, la fase lútea corta no es necesaria para el inicio de la función ovárica, debido a que algunas corderas presentan una ovulación silenciosa seguida de una fase lútea normal de tal manera que el estro acompaña el siguiente ciclo (23,24).

### **2.4.1 Pubertad en la oveja Pelibuey**

Como ya se observo en diferentes estudios, las borregas Pelibuey muestran actividad ovárica por primera vez alrededor de los 5 a 6 meses pudiendo irse hasta los 10 meses de edad, con un peso promedio de 20 kg (12,13,21,55); aunque se ha visto que las corderas pueden llegar a la pubertad a edades mucho menores con rangos de peso que van desde los 18 hasta los 25 kg (12,21,56,57).

En diferentes estudios realizados en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical en Tlapacoyan, Veracruz, se ha observado que la época de nacimiento de las corderas influye sobre la edad y el peso a los cuales las corderas Pelibuey van a alcanzar la pubertad. Balcázar (12) observó que las ovejas Pelibuey nacidas a finales del invierno y principios de la primavera y que son suplementadas pueden comenzar a ciclar a los 6-7 meses de edad con pesos alrededor de 21-22 kg. Rodríguez (13) observó que en corderas nacidas durante el verano o el otoño, la edad al inicio de sus ciclos reproductivos fue aproximadamente de 9-11 meses con un peso de 27-29 kg aproximadamente. Velázquez *et al.* (58) también estudiaron el efecto de la suplementación alimenticia sobre la edad y peso al primer estro en corderas Pelibuey nacidas durante los meses de julio y agosto, determinando que la estación del año afecta en la edad a la pubertad, independientemente del nivel de suplementación que recibieron ya que las corderas alcanzaron la pubertad a los 303 días de edad con 24 kg de peso. De manera que la suplementación puede adelantar el inicio de la pubertad sólo en corderas nacidas durante la primavera, ya que los animales nacidos en verano u otoño tienen que esperar hasta la siguiente época reproductiva aunque hayan alcanzado el peso mínimo varios meses antes.

### **2.4.2 Factores que determinan el inicio de la pubertad**

El inicio de la pubertad en la cordera se da por la interacción de varios factores tanto internos como externos (9,18,32,33,34). Los factores externos son el fotoperiodo (35,36,37) y las interacciones sociales (efecto macho) (38) y entre

los internos están el genotipo (39), el nivel nutricio y el crecimiento (40,41). Esos factores actúan disminuyendo la sensibilidad del hipotálamo a los esteroides gonadales (32,33); este cambio en la sensibilidad del hipotálamo va a permitir un incremento en la secreción pulsátil de GnRH y por ende, la hipófisis incrementará la secreción de pulsos de FSH, que van a estimular el crecimiento folicular (43) y de LH (42), culminando con la primera ovulación (35,36,37,44).

El inicio de la pubertad en la oveja es regulado principalmente por la interacción entre el peso y la estación del año, ya que las hembras sólo empiezan a ciclar cuando han alcanzado un peso adecuado y si se encuentran en la época adecuada del año. Esto quiere decir que se tiene que dar una coincidencia entre la estación reproductiva del año (finales del verano, inicio del otoño) y un peso aproximado correspondiente al 60% del peso adulto, lo cual va a permitir el inicio de la actividad ovárica (35,41,45). Aunque la interacción entre el peso y la estación del año es la más importante para que inicie la pubertad, esta puede ser adelantada o retrasada ligeramente por algunos factores secundarios como la temperatura, la humedad y las interacciones sociales (34,46).

#### **2.4.3 Efecto del macho sobre el inicio de la pubertad**

Se ha sugerido que el estímulo que ejerce el carnero sobre la actividad sexual en corderas prepúberes puede adelantarles la pubertad en presencia de días largos típicamente inhibitorios de la actividad ovárica; en zonas de estacionalidad muy marcada no se han encontrado diferencias en el comienzo de la pubertad que puedan ser atribuidas al efecto del macho, solo se ha podido observar un mayor grado de sincronización en la aparición de los primeros estros en las corderas de los grupos que fueron expuestos al carnero durante el inicio de la estación reproductiva (47). Álvarez *et al.* (71), formaron dos grupos de corderas Pelibuey nacidas durante agosto y octubre, a uno de los grupos se les dejó el macho durante 60 días y al otro solo se les exponía 10 minutos al día mientras se realizaba la detección de estros. Se determinó el día a la primera ovulación mediante la medición de niveles de progesterona en plasma sanguíneo. Ellos

concluyeron que la edad a la pubertad fue menor en el grupo expuesto al macho constantemente, que en el grupo sin macho ( $239.8 \pm 5.7$  días,  $266.1 \pm 5.7$  días, respectivamente), lo cual sugiere que en corderas Pelibuey nacidas durante estos meses, el efecto macho en los meses de abril-mayo acelera el inicio de la pubertad.

#### **2.4.4 Efecto de la temperatura sobre la pubertad**

La información que se tiene acerca de la relación de la temperatura con el inicio de la pubertad es inconsistente pero se ha mencionado que un descenso en la temperatura acompañado con el cambio de fotoperiodo hacia días cortos, llega a favorecer el comienzo de la actividad sexual, pero aun así tampoco es posible distinguir entre el efecto primario de la temperatura y un posible efecto secundario causado por el efecto de la temperatura sobre el consumo voluntario, y por lo tanto sobre el ritmo de crecimiento de las corderas (48).

Arroyo *et al.* (8) en un experimento realizado con ovejas Pelibuey adultas en fotoperiodo natural ( $19^\circ$  N) no encontraron correlación entre la temperatura ambiental y la actividad ovulatoria, pero no se tiene información en relación a las corderas.

#### **2.4.5 Factores genéticos involucrados en la edad a la pubertad**

Se ha informado que existen diferencias raciales en la edad a la pubertad en la oveja. También se ha visto que las corderas cruzadas tienden a tener un mejor comportamiento reproductivo que las razas puras (49).

Según lo planteado por Land (50) las diferencias raciales se basan en los elementos genéticos que controlan la respuesta de cada raza al fotoperiodo y a la capacidad de sensibilización a este estímulo ambiental. Zavala *et al.* (74), observó que en los ovinos de pelo las razas puras (Black belly, Pelibuey) inician la pubertad antes que las razas sintéticas (Dorper, Katahdin, Santa cruz).

Sin embargo, los efectos genéticos sobre la pubertad muchas veces son enmascarados en diferente grado ya sea por el manejo, el medioambiente o interacciones sociales tales como la nutrición, el “efecto macho” y el fotoperiodo (51).

#### **2.4.6 Edad y peso a la pubertad**

En varias investigaciones se ha observado que el inicio de la pubertad en la oveja se relaciona más con el peso que con la edad (12,52). Balcázar (12) incluyó un concepto para evaluar el efecto de la nutrición en el inicio de la pubertad, el cual fue definido como “peso crítico”, este hace referencia al peso mínimo necesario que debe tener una hembra para poder alcanzar la pubertad, y aunque no es un parámetro constante se considera un porcentaje de entre el 50 y el 70% de su peso adulto, el cual va a estar reflejando un grado de desarrollo suficiente para que la cordera comience a ciclar (14,46,48,53). Por lo general, las corderas tienen entre las 20 y 30 semanas de edad cuando alcanzan el “peso crítico” adecuado para comenzar sus ciclos reproductivos (41,46,48,53), sin embargo sólo pueden comenzar a ciclar si este peso es alcanzado durante la época de días cortos (12,18). Si no es el caso, las corderas seguirán creciendo sin mostrar actividad ovárica hasta que inicie la época reproductiva (18).

Aun así se puede considerar como correcto el concepto de que cada raza ovina está genéticamente programada para adquirir el potencial de reproducirse al alcanzar un peso mínimo y una edad mínima específicos de cada raza (51).

#### **2.4.7 Bases en el crecimiento y desarrollo para alcanzar la pubertad**

Es indispensable alcanzar un peso corporal adecuado para que dé inicio la pubertad, por lo cual es importante tener un adecuado plano nutricio ya que gracias a esto se puede adelantar o retrasar el inicio de los ciclos reproductivos en la cordera. En los animales mal alimentados o con desnutrición, se va a dar un retraso en su desarrollo y por tanto también en el inicio de la pubertad; mientras

que en las corderas alimentadas adecuadamente se va a dar un desarrollo adecuado y posteriormente pueden exhibir su primera ovulación a una edad menor y con mayor peso corporal que las corderas que no se nutrieron adecuadamente (12,13,34,41). Pero como ya se comentó anteriormente, la época de nacimiento puede enmascarar el efecto de la nutrición, ya que si las corderas alcanzan el peso durante la época de anestro no podrán comenzar a ciclar si no hasta que inicie la época reproductiva (54). Se ha observado que una vez que las corderas que están por encima de un peso corporal crítico necesario para comenzar a ciclar, las diferencias en el peso vivo entre animales que se mantuvieron en un plano nutricional ya sea bajo o alto, tiene poca influencia sobre el inicio de la pubertad (41).

Se ha sugerido que los efectos detrimentales de la desnutrición pueden estar afectando a nivel del ovario, la adenohipófisis y/o el hipotálamo (45). El retraso en la pubertad se puede deber a una inhibición en la secreción pulsátil de GnRH (16,45). En varios estudios se ha encontrado evidencia que el generador de pulsos de GnRH en corderas en desarrollo es sensible al nivel de nutrición (45). En consecuencia, la desnutrición puede inhibir la secreción pulsátil de LH al bloquear la secreción de GnRH (59). Esto se puso en evidencia al ver que corderas mal alimentadas con retraso en el crecimiento mostraron una reducción en la frecuencia de secreción pulsátil de LH; sin embargo, este efecto se revirtió cuando las corderas recibieron alimentación ad libitum (45,60).

Antes de que inicie la pubertad, la secreción pulsátil de LH ocurre en intervalos relativamente largos (2-3 horas) y un incremento en estos pulsos tiene como consecuencia el inicio de la pubertad. El aumento en la frecuencia de los pulsos de LH va a estimular el desarrollo folicular, provoca un aumento sostenido en las concentraciones circulantes de estradiol, que conducen al pico preovulatorio de LH y consecuentemente a la ovulación (35,36,37,40).

#### 2.4.8 Importancia de la nutrición en la pubertad

Se ha encontrado evidencia de que la desnutrición impide el comienzo de la pubertad al bloquear el incremento prepuberal en la frecuencia de los pulsos de LH. Experimentos realizados por Foster *et al.* (45) demostraron que en ausencia de retroalimentación por estradiol, el nivel de nutrición modula la actividad del generador de pulsos de GnRH. Se observó que las corderas alimentadas con dietas de mantenimiento después del destete, solo comenzaron su ciclo reproductivo cuando se les permitió el acceso *ad libitum* al alimento. Sin embargo, en presencia de esteroides, la influencia de la nutrición sobre la secreción de LH cambia la situación. En primera, el estradiol reduce la amplitud de los pulsos de LH, independientemente del nivel de nutrición; segunda, mientras que la alimentación restringida reduce la secreción de LH a niveles basales en ausencia de esteroides, la presencia de los mismos suprime por completo la secreción pulsátil de LH; y tercera, durante la alimentación *ad libitum*, en donde se observa que aumentan los pulsos de LH en ausencia de esteroides, la presencia de estradiol parece acelerar la frecuencia pulsátil de LH.

McShane y Keisler (61) administraron inyecciones de LH cada hora a corderas desnutridas y demostraron que les indujo crecimiento folicular, picos de LH de amplitud normal y ovulación. Esto sugiere que la interrupción de la secreción pulsátil de LH es el mecanismo principal por el cual la desnutrición retrasa la pubertad en la cordera (62).

Foster *et al.* (60) experimentaron en corderas con crecimiento restringido por sub-alimentación y observaron que se produjo una reducción en la frecuencia de los pulsos de LH, pero las concentraciones de la hormona del crecimiento y de la prolactina no fueron suprimidas, lo que indica que la nutrición inadecuada solo inhibe la liberación de algunas hormonas hipofisiarias.

Schillo *et al.* (62) concluyó que las dietas inadecuadas en energía van a estar impidiendo el inicio de la pubertad en la cordera al suprimir la liberación pulsátil de LH mediante un mecanismo que probablemente inhiba la liberación de GnRH por parte del hipotálamo. También planteó que una restricción en el aporte

de glucosa en la cordera va a reducir la amplitud de pulsos de LH. Esto lo determinó mediante un experimento en el cual se indujo hipoglucemia por administración de insulina, lo cual bloqueó la secreción pulsátil de LH en ovejas ovariectomizadas y el efecto fue revertido por la infusión simultánea de glucosa.

#### **2.4.9 Influencia de la época de nacimiento en la edad a la pubertad**

Se ha observado que en ovejas de lana, el inicio de la pubertad no sólo está determinado por la obtención de un peso adecuado para empezar a ciclar, sino que también es afectada por la estación del año. Para llegar a este punto se realizó un estudio en el cual corderas que nacieron durante la primavera se sometieron a diferentes esquemas de alimentación. Las corderas que recibieron alimentación *ad libitum* ovularon a una edad normal (aprox. 30 semanas), pero las corderas sub-alimentadas sufrieron un retraso en la pubertad; pero cuando a unas cuantas de estas corderas se les proporcionó alimento *ad libitum* durante el otoño y principios del invierno, la pubertad ocurrió pocas semanas después de iniciada la suplementación. Sin embargo, cuando la alimentación *ad libitum* se retrasó y se les proporcionó a finales del invierno y principios de la primavera la ovulación no ocurrió en estos periodos, aun cuando estas corderas alcanzaron un peso óptimo para comenzar a ciclar no lo hicieron sino hasta la siguiente época reproductiva (45).

En las ovejas Pelibuey también se han hecho estudios similares en corderas nacidas en distintas épocas del año sometiéndolas a diferentes niveles de nutrición para provocar ritmos de crecimiento diferentes obteniendo resultados similares (12,54,57).

#### **2.4.10 El fotoperiodo como principal regulador de la pubertad en la oveja**

Después del nacimiento, la “historia fotoperiódica” a la que es sometida la cordera es crucial para que esta llegue a la pubertad. Se ha informado que para que la cordera comience normalmente su actividad ovárica, requiere de al menos

cinco semanas de exposición a días largos antes de experimentar los días cortos (63). Por tanto, las corderas nacidas en primavera necesitan percibir un cambio en la longitud del día (aumento) para poder alcanzar la pubertad durante la época reproductiva, cuando los días se acortan (64). En contraste, las ovejas maduras que se encuentran en anestro estacional pueden iniciar su época reproductiva en el otoño, aun en ausencia en la disminución del fotoperiodo ya que cuentan con una “historia fotoperiódica” (35,36).

Experimentalmente se ha visto que los ciclos de las corderas pueden iniciar entre las semanas 17 y 22 de edad cuando son expuestas a fotoperiodos artificiales de días largos seguidos de días cortos. Aunque también se ha visto que con una sola semana de días largos (semana 21) puede ser suficiente para que la cordera inicie su ciclo reproductivo. Muchas de las corderas van a presentar ciclos cortos. Esto indica que debe existir un cierto límite de días largos necesarios para que las corderas alcancen a tener una pubertad normal (35,63).

#### **2.4.11 Glándula pineal y melatonina**

La glándula pineal desempeña un papel muy importante en el control de la reproducción en las corderas prepúberes, sobre todo en aquellas razas que son altamente estacionales. Esta glándula mide los estímulos luminosos y los va a transformar en estímulos hormonales por medio de la secreción de melatonina que se produce cuando el animal es expuesto a la oscuridad (45).

En corderas jóvenes, la remoción o denervación de la glándula pineal por gangliectomía cervical retrasa la pubertad (35,36,63). También la denervación de la glándula pineal en la vida temprana de la cordera por remoción bilateral del ganglio cervical superior, impide que la pubertad ocurra a una edad normal (44). En otro estudio, corderas gangliectomizadas alcanzaron la pubertad a una edad normal porque se les dieron infusiones nocturnas de melatonina que simulaban una secuencia de “días cortos”-“días largos”-“días cortos” (65). Sin embargo, se ha observado que para inhibir el comienzo normal de los ciclos ovulatorios, la gangliectomía cervical debe realizarse antes de la exposición natural a los días

largos (17-22 semanas de edad) para así abolir el ritmo de la melatonina pineal y por tanto retrasar la pubertad en la cordera ya que no tendrá la señal fisiológica que transmite la información acerca de la longitud del día (35,36,37,64).

Yellon *et al.* (64) plantean dos hipótesis con relación a la función de la glándula pineal en la ocurrencia de la pubertad en las corderas; la primera postula que la exposición de las corderas a los días cortos después del nacimiento no es necesaria para que posteriormente reconozcan la duración de los días largos y la segunda, que la glándula pineal va a ser la mediadora de la información relacionada a la “historia fotoperiódica” en la cordera, logrando que esta alcance la pubertad a una edad normal.

Foster *et al.* (45) propusieron la hipótesis de que la cordera nace con fotorrefractoriedad a días cortos. Experimentalmente la administración de melatonina simulando días largos, puede romper la fotorrefractoriedad a los días cortos y le permite reconocer el patrón de melatonina de días cortos, que va a ser necesario para que se dé el inicio de la pubertad durante el primer año de vida de la cordera (44,45,63).

#### **2.4.12 Neuroendocrinología de la pubertad en la cordera**

El GnRH controla la liberación pulsátil de LH por la glándula adenohipofisis, por lo tanto, el patrón de LH en la circulación periférica es un reflejo del patrón de liberación de GnRH (69). Aunque se cree que existe un oscilador neural que dirige la secreción de GnRH por el hipotálamo, la naturaleza exacta de este sistema es desconocida (62). Aparentemente, la información que es transmitida acerca del medio ambiente externo y del metabolismo interno del animal por una serie de entradas nerviosas, modula este sistema (62). De esta manera, los esteroides ováricos (68), el estado nutricional del animal (45) y el fotoperiodo tienen influencia sobre la frecuencia de pulsos de LH en la oveja.

Como se citó previamente, el evento crítico que va a dar inicio a la pubertad es un incremento en la frecuencia de secreción de pulsos de LH como resultado de una

disminución en la sensibilidad del eje hipotálamo-hipofisario a la retroalimentación negativa a los estrógenos (32,33).

En las corderas, el patrón de pulsos de LH se puede observar desde que los animales tienen entre uno y dos meses de edad (66), pero la frecuencia de los pulsos de LH permanece por debajo del requerimiento de un pulso por hora, necesario para desarrollar un folículo preovulatorio. La baja pulsatilidad ocasiona que los niveles basales de LH regresen a valores muy bajos entre un pulso y otro, debido a que la vida media de la LH es de solo 15 a 20 minutos. Esta baja frecuencia de pulsos de LH provoca elevaciones temporales en las concentraciones de estradiol circulante pero estas no tienen ni la magnitud ni la duración suficiente para inducir un pico preovulatorio de LH y con ello la ovulación (67).

Foster *et al.* (45) resaltan la importancia que tiene el generador de pulsos de GnRH para alcanzar la pubertad en la oveja. Ellos proponen que este generador va a ser el mediador que va a estar dictando el patrón de secreción de LH por parte de la adenohipófisis. Esta hormona, junto con la FSH, estimula al folículo preovulatorio para que produzca estrógenos y estos se van a incrementar hasta inducir una descarga masiva de gonadotropinas hipofisarias que van a inducir la ovulación en la cordera. En las hembras sexualmente inmaduras, la frecuencia en los pulsos de LH es baja y por lo tanto no puede estimular la maduración folicular (44,64).

La pubertad se va a presentar como respuesta a una reducción en la sensibilidad del generador de pulsos de GnRH a la retroalimentación negativa de los estrógenos. Esta sensibilidad va a disminuir lo suficiente para permitir el desencadenamiento de la secreción de pulsos de LH (44,45) que van a estimular al ovario una semana antes de la primera ovulación.

Al alcanzar la pubertad, la progesterona generada por el cuerpo lúteo se convierte en el principal esteroide ovárico en el control por retroalimentación de la frecuencia de pulsos de LH durante la fase lútea del ciclo estral de la cordera (68); al parecer la progesterona actúa a nivel de sistema nervioso central reduciendo la frecuencia de pulsos de GnRH (69). Después de ocurrida la regresión lútea, la

secreción de progesterona disminuye permitiendo que aumente la frecuencia de los pulsos de LH, lo que estimula la maduración de un nuevo folículo pospuberal (70).

### **III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

#### **3.1. JUSTIFICACIÓN**

Dada la importancia que ha cobrado la raza Pelibuey en la producción ovina, es importante conocer cualquier factor que cause precocidad en las corderas con la finalidad de disminuir la edad a la pubertad. Esto reduce los costos de producción y, por ende, mejora la rentabilidad y eficiencia de los sistemas de producción ovina. En este sentido, es importante identificar aquellas ovejas que son capaces de ciclar durante todo el año, ya que algunos productores están utilizando esta raza para realizar empadres a lo largo de todo el año. El obstáculo que se tiene es que algunas hembras no muestran el celo durante los meses de la primavera y verano.

#### **3.2. HIPÓTESIS**

Las corderas Pelibuey hijas de hembras continuas presentarán la pubertad antes que las corderas hijas de ovejas estacionales ya que las primeras no se ven afectadas por el fotoperiodo.

#### **3.3. OBJETIVOS**

##### **3.3.1 Objetivo general**

Determinar la edad a la pubertad en corderas hijas de hembras continuas y estacionales mediante la medición de niveles de progesterona plasmática (>1ng/ml).

### **3.3.2 Objetivo específico**

Observar si existe una correlación entre el peso, la condición corporal, el diferencial de peso al destete (peso al destete–peso a la primera ovulación) y la edad a la pubertad en ambos grupos de corderas.

## **IV. MATERIAL Y METODOS**

### **4.1. Localización**

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Centro se localiza en el km 28.5 de la carretera federal a Cuernavaca, delegación Tlalpan, México, D.F. El Centro se encuentra ubicado a 19° 13' latitud norte y 99° longitud oeste, a una altura de 2,760 metros sobre el nivel del mar, el clima de la región es C (W) b(ij) que corresponde a semifrío-semihúmedo con lluvias en verano y con una precipitación pluvial de 800 a 1,200 milímetros anuales y una temperatura promedio de 19 °C (26).

### **4.2. Animales y alimentación**

Se utilizaron 21 corderas de la raza Pelibuey nacidas durante los meses de diciembre y enero; 11 hijas de ovejas continuas y 10 hijas de hembras estacionales (72), las cuales fueron mantenidas en un corral, con un sistema de estabulación total después del destete. Las corderas se alimentaron con una dieta con base en ensilado de maíz, avena picada y concentrado comercial con la siguiente composición química: proteína cruda 15%min, grasa cruda 2%min, fibra cruda 4.5%máx, cenizas 9%máx, extracto no nitrogenado 57%, humedad 12.5%máx, calcio 1%min y fósforo 0.35%min. Esta dieta se les proporcionó con la finalidad de cubrir los requerimientos de crecimiento de la raza.

### **4.3. Toma y procesamiento de las muestras sanguíneas**

Semanalmente, a partir del 15 de mayo y hasta que la última cordera inició la pubertad, se les tomó una muestra sanguínea, se pesaron y se les evaluó la condición corporal asignando cuartos de punto desde el uno al cinco (1 para emaciada y 5 para obesa) (27).

El inicio de la actividad reproductiva se evaluó midiendo las concentraciones de progesterona en plasma. Se obtuvieron 4 ml de sangre por vía yugular con tubos vacutainer® con heparina como anticoagulante. Las muestras se centrifugaron a 3,500 rpm/10 min para separar el plasma, el cual posteriormente fue depositado en viales y mantenido a -20° C hasta su análisis.

La determinación de progesterona plasmática se realizó mediante la técnica de radioinmunoanálisis en fase sólida (28), utilizando un kit comercial (Kit, RIA Coat-A-Count® Siemens), en el laboratorio de Reproducción de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. El coeficiente de variación intraensayo fue de 2.47%, mientras que el coeficiente de variación interensayo fue de 3.66%.

La primera ovulación se consideró cuando las concentraciones de progesterona fueron iguales o mayores a 1 ng/ml (13).

### **4.4. Análisis estadístico**

Con la información obtenida se realizó un análisis de varianza (ANOVA), con el paquete estadístico SAS, versión 6.05 (73) con los procedimientos MEANS y GLM para determinar el efecto de grupo (hija de estacional o continua) en las variables: edad a la primera ovulación, peso a la primera ovulación, condición corporal y diferencial de peso al destete (peso al destete–peso a la primera ovulación) (DPDP1aov, que representa el peso ganado desde el destete hasta el momento de la ovulación), de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación de días a la primera ovulación

$\mu$  = Media general

$G_i$  = Efecto de grupo ( $i=1, 2$ )

$E_{ij}$  = Error experimental

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \beta P_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Ovulación

$\mu$  = Media general

$G_i$  = Efecto de grupo ( $i=1, 2$ )

$\beta$  = Covariable de peso j

$E_{ij}$  = Error experimental

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \beta P_j + C_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Ovulación

$\mu$  = Media general

$G_i$  = Efecto de grupo ( $i=1, 2$ )

$\beta$  = Covariable de peso j

$C_j$  = Covariable de condición corporal y de DPDP1aov

$E_{ij}$  = Error experimental

También se realizó un análisis de correlación simple entre las tres variables incorporadas en el estudio.

## V. RESULTADOS

Las corderas alcanzaron la pubertad a los  $230.28 \pm 42.71$  días, sin que existiera diferencia significativa entre las corderas hijas de ovejas con actividad reproductiva estacional y continua ( $215.2 \pm 52.91$  y  $244 \pm 26.33$  días, respectivamente;  $P < 0.05$ ).

En los demás parámetros estudiados tampoco se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos. (Cuadro 1).

Cuadro1.

Edad, peso, condición corporal y diferencial de peso al destete (DPDP1aov) en corderas Pelibuey hijas de ovejas con actividad reproductiva estacional y continua.

Variable	General (n:21)	Estacionales (n:11)	Continuas (n:10)
Edad 1ra ov.(días)			
Promedio $\pm$ d.e.	230.28 $\pm$ 42.71	215.2 $\pm$ 52.91	244 $\pm$ 26.33
Mínimo	138	138	212
Máximo	314	314	302
Peso (kg)			
Promedio $\pm$ d.e.	25 $\pm$ 4.42	24.9 $\pm$ 5.36	25.59 $\pm$ 3.59
Mínimo	13	13	19
Máximo	31.5	31.5	30
Condición corporal			
Promedio $\pm$ d.e.	2.58 $\pm$ 0.78	2.41 $\pm$ 0.98	2.72 $\pm$ 0.57
Mínimo	2	2	2.25
Máximo	3	2.75	3
DPDP1aov (kg)			
Promedio $\pm$ d.e.	10.59 $\pm$ 2.99	9.85 $\pm$ 3.37	11.27 $\pm$ 2.57
Mínimo	4	4	6
Máximo	15	14.5	15

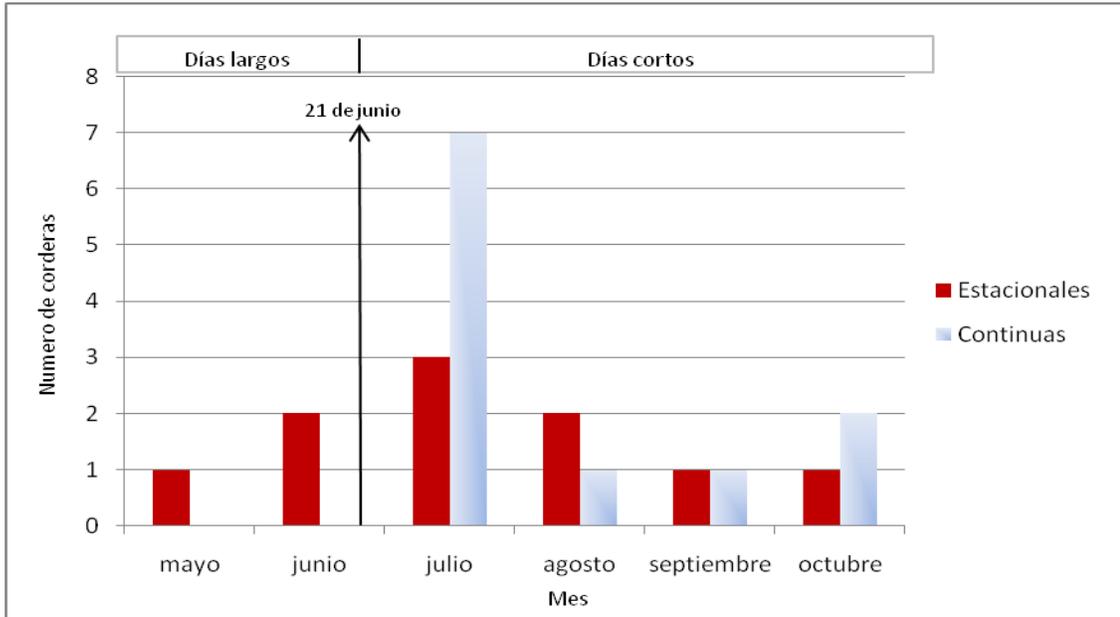
d.e. Desviación estándar

DPDP1aov. Peso ganado desde el destete hasta la primera ovulación

En el análisis de varianza tampoco se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos en ninguno de los parámetros estudiados ( $P > 0.05$ ).

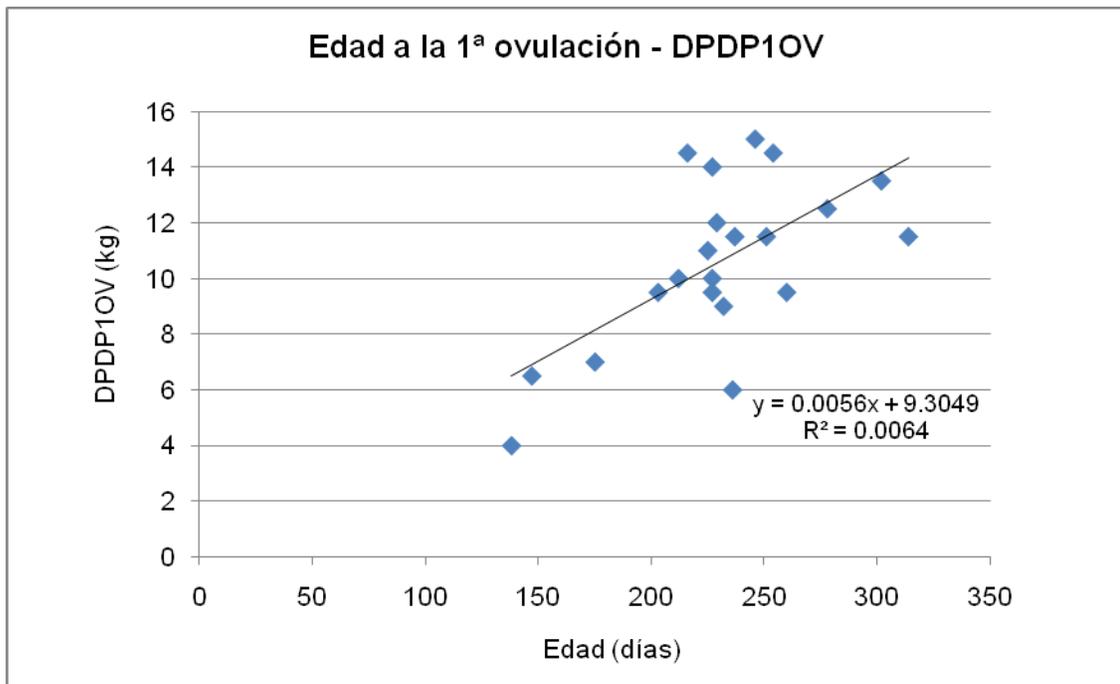
En el análisis de correlaciones generales se encontró una correlación entre la edad a la primera ovulación y el DPDP1aov de 0.635 con una significancia del 0.002 ( $P < 0.01$ ). En el caso de las corderas hijas de ovejas estacionales se encontró una correlación entre la edad a la primera ovulación y el DPDP1aov de 0.748 con una significancia de 0.013 ( $P < 0.05$ ), mientras que en las corderas hijas de ovejas continuas se encontró una correlación negativa entre la edad a la primera ovulación y el peso a la primera ovulación de -0.761 con una significancia de 0.007 ( $P < 0.01$ ) y otra correlación negativa entre el peso y la fecha de la primera ovulación de -0.706 con una significancia de 0.015 ( $P < 0.05$ ).

En la Gráfica 1 se observa el mes en el que se presentó la pubertad en las corderas tanto continuas como estacionales.

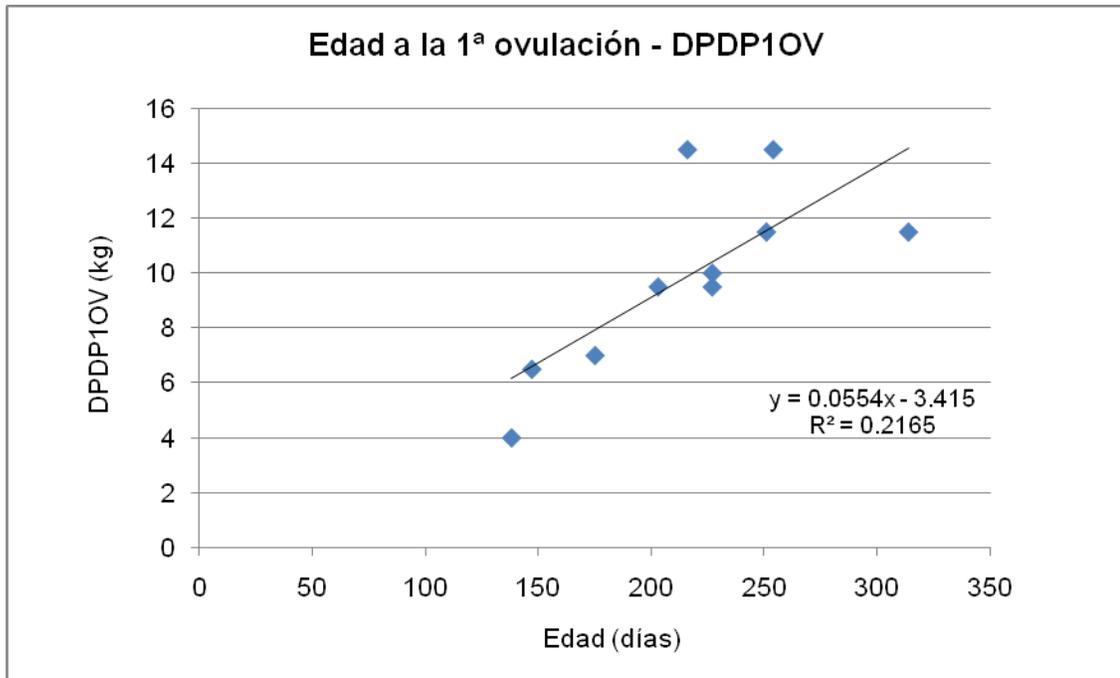


Gráfica 1. Mes de inicio de la ovulación en corderas hijas de ovejas Pelibuey continuas y estacionales. Se observa que tres corderas ciclaron antes de que los días comenzaran a acortarse (21 de junio).

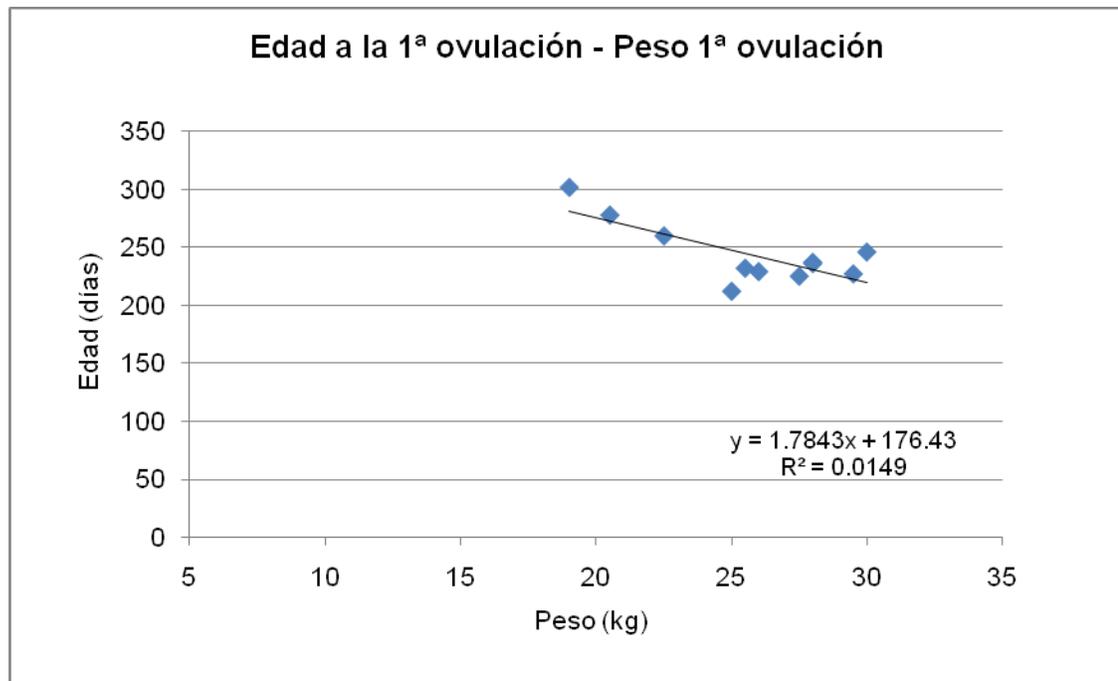
En las Gráficas 2, 3, 4 y 5 se muestran las regresiones lineales de las correlaciones significativas.



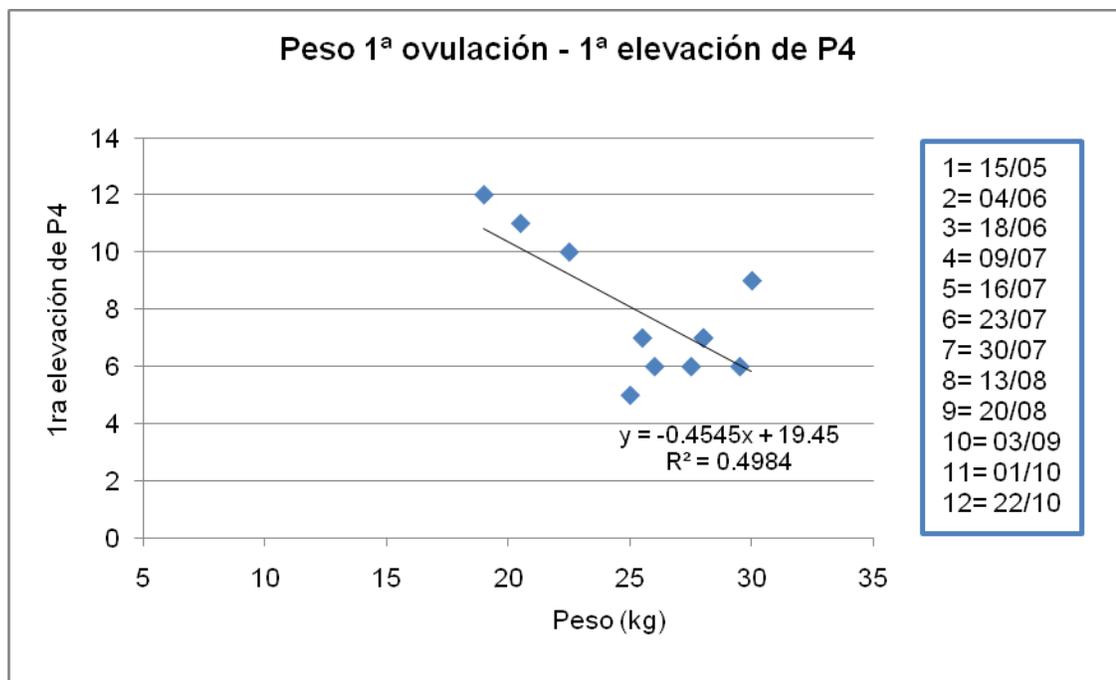
Gráfica 2. Regresión lineal de la correlación de la edad a la primera ovulación con el diferencial de peso al destete (peso al destete–peso a la primera ovulación), en corderas Pelibuey hijas de ovejas con actividad reproductiva estacional y continua.



Gráfica 3. Regresión lineal de la correlación de la edad a la primera ovulación con el diferencial de peso al destete (peso al destete–peso a la primera ovulación), en corderas Pelibuey hijas de ovejas con actividad reproductiva estacional.



Gráfica 4. Regresión lineal de la correlación de edad a la primera ovulación con el peso a la primera ovulación en corderas Pelibuey hijas de ovejas con actividad reproductiva continua.



Gráfica 5. Regresión lineal de la correlación de peso a la primera ovulación con la fecha de la primera ovulación en corderas Pelibuey hijas de ovejas con actividad reproductiva continua.

## VI. DISCUSIÓN

No existió diferencia en la edad a la pubertad entre corderas hijas de ovejas con actividad reproductiva estacional o continua, por lo cual no se puede corroborar la hipótesis. Probablemente ambos grupos de corderas estén respondiendo en la misma forma al fotoperiodo.

La edad a la pubertad fue de  $230.28 \pm 42.71$  días con un peso de  $25 \pm 4.42$  kg. Este dato es muy parecido a lo reportado por Álvarez (71) y por Zavala *et al.* (74), quienes encontraron una edad de  $234 \pm 6.3$  días con un peso de  $37 \pm 1.4$  kg y  $231.8 \pm 1.57$  días con un peso de  $27.59 \pm 0.2$  kg, respectivamente, pero con la diferencia de que en el presente estudio se evitó el contacto con machos para evitar este factor, mientras que los autores mencionados usaron machos para la detección de estros, lo que pudo haber acertado la edad a la primera ovulación debido al estímulo ocasionado por el macho o “Efecto macho” (47,71).

Por otra parte Balcázar (12), en un experimento similar realizado con corderas nacidas en invierno, reportó la primera ovulación a una edad menor (215

$\pm 5$  días con 18kg) en animales sin suplementación, y también una edad menor ( $179 \pm 4$  días con 21 kg) en animales suplementados.

Rodríguez *et al.* (54) y Velázquez *et al.* (58), realizaron sus experimentos con corderas nacidas durante el otoño y verano respectivamente, en condiciones extensivas más suplementación y reportaron una edad a la primera ovulación mayor que en este trabajo (260 días - 24kg y 303 días - 24kg, respetivamente). El aumento en la edad a la primera ovulación en ambos casos se pueden atribuir principalmente al efecto del fotoperiodo, ya que las corderas alcanzaron la edad y peso críticos para empezar a ciclar durante la época de anestro, y observaron que el nivel de suplementación solo funciona para adelantar la pubertad cuando los nacimientos ocurren a finales del invierno y principios de la primavera, como en el experimento de Balcázar (12).

En estudios realizados por Foster (18), se demostró como el fotoperiodo influye en la actividad reproductiva de las ovejas de la raza Suffolk. Las corderas de esta raza nacidas durante la primavera alcanzan la pubertad durante la siguiente época reproductiva (aproximadamente a las 30 semanas de edad), mientras que las corderas nacidas en el otoño a las 30 semanas de edad se encuentran durante la época de días largos y tendrán que esperar hasta los días cortos del siguiente otoño para empezar a ciclar (48 – 50 semanas). La evidencia que apoya este hecho fue que la edad a la pubertad disminuyó en las corderas nacidas en otoño cuando se pusieron en un fotoperiodo invertido de tal forma que simulara nacimientos en la primavera. Lo anterior indica que las ovejas de las razas estacionales requieren una exposición a días largos, seguidos de días cortos para que la pubertad se presente.

Ebling *et al.* (76), realizó otro experimento con ovejas Suffolk, las cuales habían tenido partos gemelares. En el estudio, las madres y la mitad de sus hijas gemelas fueron mantenidas en un fotoperiodo artificial de días largos a partir del solsticio de verano, mientras que la otra mitad de las gemelas fue expuesta a días cortos. Las madres iniciaron su actividad ovárica en el tiempo esperado (otoño); las corderas mantenidas en días largos retrasaron su pubertad y solo 2/6 de ellas habían ovulado a las 44 semanas de edad. En contraste, todas las corderas

expuestas a días cortos ovularon sincrónicamente a las  $28 \pm 1$  semana de edad. Lo anterior demuestra que los días largos continuos retrasan la pubertad y que es necesario un descenso en el fotoperiodo para que inicie la ovulación en las corderas de razas con una alta estacionalidad. Por otra parte las ovejas adultas pueden reiniciar su actividad ovárica en el momento adecuado, a pesar de la ausencia en la disminución del fotoperiodo ya que cuentan con una “historia fotoperiódica”, con lo cual se puede decir que los requerimientos fotoperiódicos son diferentes en la oveja adulta y en la prepuber.

Esto parece ser diferente en las razas de estacionalidad menos marcada o nula. Por ejemplo, en la raza D'man, originaria de Marruecos, se ha observado que, independientemente de la época de nacimiento las corderas alcanzan la pubertad a una edad muy similar (75), lo que sugiere que estas razas no requieren de días largos seguidos de cortos para que ocurra la pubertad.

Las corderas del presente estudio nacieron alrededor del solsticio de invierno, por lo cual desde su nacimiento fueron expuestas a días largos. Un hecho interesante fue que algunas corderas iniciaron sus ciclos reproductivos sin la necesidad de ser expuestas a días cortos; tres corderas ovularon antes del 21 de junio, que es la fecha que se considera como el inicio de la época reproductiva en la raza Pelibuey, otras diez ovularon en un periodo no mayor a 40 días de iniciada la época reproductiva, lo cual confirma la característica de baja estacionalidad de esta raza. Estos datos se presentan en la Gráfica 1, en la cual se observa el mes en el cual las corderas alcanzaron la pubertad.

En los análisis se encontró una correlación significativa ( $p < 0.01$ ), entre la edad a la primera ovulación y el diferencial del peso al destete – peso a la primera ovulación (DPDP1aov), lo que significa que entre más edad tienen las corderas a la primera ovulación, mayor será la ganancia de peso desde el destete hasta la primera ovulación. Sin embargo hubo tres corderas que ciclaron a edades muy tempranas y con un DPDP1aov bajo (138,147,175 días con un DPDP1aov de 4,6.5,7kg, respectivamente), dos de estas corderas ya contaban con el peso óptimo para comenzar a ciclar (24 y 25.5kg) en tanto que la tercera tenía un peso muy bajo (13kg). Debido a que no se siguió la actividad ovárica de esta última

cordera no es posible determinar si esto pudiese haber sido el inicio de la pubertad, o bien, solo una manifestación aislada o transitoria de actividad reproductiva.

En las corderas hijas de estacionales la correlación positiva entre la edad a la primera ovulación y el DPDP1aov ( $P < 0.05$ ), indica que el peso que ganaron estas corderas a partir del destete fue decisivo para que comenzaran sus ciclos reproductivos. Mientras que en las corderas hijas de continuas, la correlación negativa entre la edad y el peso a la primera ovulación ( $P < 0.01$ ) sugiere que estas corderas ovulan a una edad determinada aun cuando tengan menor peso; igualmente, se encontró otra correlación negativa entre el peso y la fecha de ovulación ( $P < 0.05$ ), que indica que cuando estas corderas tienen un peso más elevado los días a la primera ovulación se pueden reducir. Esto demuestra que en las corderas hijas de ovejas con actividad reproductiva continua es necesario alcanzar una cierta edad para alcanzar la pubertad, pero esta edad se puede reducir teniendo un buen peso.

Lo anterior remarca la importancia de una alimentación adecuada durante la etapa prepuberal o bien el efecto de la suplementación de las corderas. Como ya se citó previamente, Balcázar (12), informa una reducción en la edad a la pubertad en corderas de su grupo testigo nacidas en invierno-primavera suplementadas con concentrado. Sin embargo, Rodríguez (54) y Velázquez (58), utilizando diferentes porcentajes de suplementación no lograron reducir la edad a la primera ovulación, ya que los animales nacieron muy tarde en el verano o en el otoño y tuvieron que esperar hasta la siguiente época de días cortos para tener su primera ovulación. En el presente estudio algunas corderas alcanzaron la pubertad antes del solsticio de verano, lo que sugiere que en estos animales la exposición de días largos, seguidos de días cortos no se requiere para que ocurra la pubertad, aunque esto no sucede en todos los individuos ya que algunos sí tuvieron que ser expuestos a días largos seguidos de días cortos para alcanzar la pubertad.

## VII. CONCLUSIONES

La edad a la pubertad en las corderas Pelibuey nacidas en diciembre-enero, criadas bajo condiciones intensivas, fue de 230.28 días con un rango entre 138 – 314 días.

No existió diferencia en la edad a la pubertad entre las corderas hijas de ovejas con actividad reproductiva estacional y las hijas de ovejas continuas.

Las corderas hijas de ovejas con actividad reproductiva continua sólo requieren alcanzar una cierta edad para alcanzar la pubertad, pero esta edad se puede reducir teniendo un buen peso.

Probablemente, existen corderas Pelibuey que no siguen el fotoperiodo para que presenten la pubertad y solo necesitan un tiempo mínimo de exposición a días largos, mientras que el resto requieren de días largos seguidos de días cortos para que la pubertad ocurra, tal y como sucede con las corderas de razas originarias de países templados.

## Literatura citada

1. Valencia MJ, Roldán RA. Identificación de ovejas Pelibuey con actividad reproductiva continua. Memorias de la XXIV Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y X Reunión Bienal del Grupo Norte Mexicano de Nutrición Animal. Mazatlán, México. 18 de octubre de 2006. CDR 10 págs.
2. Foster DL, Karsch FJ, Olster DH, Ryan KD, Yellon SM. Determinants of puberty in a seasonal breeder. *Rec. Prog. Horm. Res.* 1986, 42: 331-384.
3. Watson RH, Gamble LC. Puberty in the Merino ewe with special reference to the influence of season of birth upon its occurrence. *Aust. J. Agric. Res.* 1961, 12: 124-138.
4. Wiggins EL, Barker HB, Miller WW. Estrual activity in open Rambouillet ewes. *J. Anim. Sci.* 1970, 30: 405-408.
5. Valencia MJ, Arroyo LJ. ¿Existe actividad reproductiva anual continua en la oveja Pelibuey?. Memorias del Curso Internacional Fisiología de la Reproducción en Rumiantes; 2005; Montecillos, Texcoco (Edo. de Mex) México: Colegio de postgraduados, 2005:106-116.
6. Porras A.A. Características reproductivas de la oveja Pelibuey. Memorias del Curso Internacional Fisiología de la Reproducción en Rumiantes; 2005; Montecillos, Texcoco (Edo. de Mex) México: Colegio de postgraduados, 2005: 72-82.
7. Trujillo QJ. Caracterización de los eventos reproductivos en ovejas Pelibuey seleccionadas para ciclar de manera continua (Tesis de Maestría). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.
8. Arroyo LJ, Gallegos SJ, Villa-Godoy A, Berruecos JM, Perera G, Valencia J. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Anim Reprod Sci.* 102:24-30 (2007).
9. Foster D.L.: Puberty in Sheep. In: *The Physiology of Reproduction*. Knobil E, Neill JD, (Eds), 3<sup>rd</sup> Ed. Academic Press, New York. U.S.A. 2006: 2127-2176.

10. Pérez C.R, Porras A.A. Reproducción de ovinos. En: Reproducción de los animales domésticos. Galina C, Valencia MJ (eds.). 2da ed. Limusa, México DF, 2006: 439-468.
11. Foote WC, Sefidbakht N, Madsen MA. Pubertal estrus and ovulation and subsequent estrous cycle patterns in the ewe. *J. Anim. Sci.* 1970, 30:86-90.
12. Balcázar S.J.A.: Efecto de la suplementación alimenticia sobre la eficiencia reproductiva de corderas pelibuey inducidas a la pubertad con acetato de melengestrol. *Tesis de licenciatura*. Fac. de Med. Vet. Y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1992.
13. Rodríguez M.R. Efecto de la suplementación sobre el inicio de la pubertad en la borrega Tabasco o Pelibuey. *Tesis de doctorado*. Fac. de Med. Vet. Y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1991.
14. Hafez ESE. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J. Agric. Sci.* 1952, 42: 189-265.
15. Mallampati RS, Pope AL, Casidia LE. Breeding pattern in Targhee ewes and ewe lambs throughout the year. *J. Anim. Sci.* 1971, 33: 1278-1281.
16. Fitzgerald J, Butler WR. Seasonal effects and hormonal patterns related to puberty in ewe lambs. *Biol. Reprod.* 1982, 27: 853-863.
17. Hammond J. On the breeding season in the sheep. *J. Agric. Sci.* 1944, 34: 97-105.
18. Foster DL. Mechanism for delay of first ovulation in lambs born in the wrong season. *Biol. Reprod.* 1981, 25: 85-92.
19. Hulet CV, Price DA. Effects of feed, breed and year on pregnancy in ewe lambs. *Theriogenology.* 1975, 3: 15-20.
20. Evans AD, Andrus K, Nielsen JR, Garden RW, Park RL, Wallentine MV. Early development and breeding of ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 1975, 41: 266.
21. Gonzalez-Reyna A., Valencia J., Foot W.C., Murphy B.D. Hair sheep in México: Reproduction in the Pelibuey sheep. *Anim. Breed. Abs.* 1991, 59: 509-524.
22. De Lucas T.J., Arviza A.S. 2000 Producción Ovina en el Mundo y México. Editores Mexicanos Unidos, S.A. 1ª edición. pp: 115-118.

23. Berardinelli, J. G., Dailey, R. A., Butcher, R. L., Inskoop, E. K. Source of circulating progesterone in prepubertal ewes. *Biol. Reprod.* 1980, 22: 233–236.
24. Ryan, K. D., Goodman, R. L., Karsch, F. J., Legan, S. J., Foster, D. L. Patterns of circulating gonadotropins and ovarian steroids during the first periovulatory period in the developing sheep. *Biol. Reprod.* 1991, 45: 471–477.
25. SAGARPA, Estadísticas agropecuarias. 2008. México, D.F.
26. García, M.E. Modificación al sistema de clasificación climatológica de Köppen. Offset Larios S.A. (editor), México, 1981.
27. Russel A. Body condition scoring of sheep. In *Practice* 1984; 6: 91-93.
28. Pulido A, Zarco L, Galina CS, Murcia C, Flores G, Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood sample from Gyr cattle: effects of anticoagulant, time and temperature of incubation. *Theriogenology* 1991, 35 (5): 965-975.
29. Segura J.C., L. Sarmiento y O. Rojas. Productivity of Pelibuey and Blackbelly ewes in the Mexico under extensive management. *Small Rum. Res.* 1996, 21: 57-62.
30. Cruz, L.C. Generalidades de ovinos de pelo: Origen, distribución, razas, características. Memorias del curso Experiencia en la Producción de ovinos de pelo en el CEIEGT. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 8-16, 1995.
31. Ryedberg, C.O., Erickson, R., Vatthananer, R.J., Pope, A.L.: Effect of age and time of breeding on fertility. NC-111 Report (1976).
32. Foster D.L., Ryan K.D.: Endocrine mechanism governing transition into adulthood: a marked decrease in inhibitory feedback action of estradiol on tonic secretion of luteinizing hormone in the lamb during puberty. *Endocrinology.* 1979, 105: 896-904.
33. Foster D.L., Ryan K.D.: Mechanism governing onset of ovarian cyclicity and puberty in the lamb. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 1979, 19 (4B): 369.

34. Pineda M.H.: Patrones Reproductivos de la Oveja y la Cabra. En: Endocrinología Veterinaria y Reproducción. Editado por McDonald L.E. y Pineda M.H. 416-435. Interamericana McGraw-Hill. México, D.F. 1991.
35. Foster D.L., Ebling F.J.P., Claypool L.E.: Timing of puberty by photoperiod. *Reprod. Nutr. Dev.* 1988, 28: 349-364.
36. Foster D.L., Ebling F.J.P., Claypool L.E., Woodfill, C.J.I.: Cessation of long day melatonin rhythms time puberty in a short day breeder. *Endocrinology*. 1988, 123: 1636-1641.
37. Foster D.L., Yellon S.M., Ebling F.J.P., Claypool L.E.: Are ambient short-day cues necessary for puberty in a short-day breeder? *Biol. Reprod.* 1988, 38: 821-829.
38. Cognie, Y., Gray S.J., Lindsay D.R., Oldham C.M., Pearce, D.T., Signoret J.P.: A new approach to controlled breeding in sheep using the "ram effect". *Proc. Austr. Soc. Anim. Prod.* 1982, 14: 519-522.
39. Dickerson G.E., Laster D.B.: Breed, heterosis and environmental influences on growth and puberty in ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 1975, 41: 1-9.
40. Foster D.L., Ebling F.J.P., Vannerson L.A., Bucholtz D.C., Wood R.I., Micka A.F., Suttie J.M., Veenvliet V.M.: Modulation of gonadotropin secretion during development by nutrition and growth. 11<sup>th</sup> Int. Cong. On Anim. Reprod. And Artificial Insemination. 101. Dublin, Ireland. 1988.
41. Bizelis J.A., Deligeorgis S.G., Rogdakis E.: Puberty attainment and reproductive characteristics in ewe lambs of Chios and Karagouniki breed raised on two planes of nutrition. *Anim. Reprod. Sci.* 1990, 23: 197-212.
42. Goodman R.L., Bittman E.L., Foster D.L., Karsch F.J.: Alterations in the control of luteinizing hormone-pulse frequency underlie the seasonal variation in estradiol negative feedback in the ewe. *Biol. Reprod.* 1982, 27: 580-589.
43. Foster D.L., Ryan K.D. and Papkoff H.: Hourly administration of luteinizing hormone induces ovulation in prepuberal female sheep. *Endocrinology*. 1984, 115: 1179-1185.
44. Foster D.L. Yellon S.M., Olster D.H.: Internal and external determinants of the timing of puberty in the female. *J. Reprod. Fertil.* 1985, 75: 327-244.

45. Foster D.L., Olster D.H., Yellon S.M.: Neuroendocrine regulation of puberty by nutrition and photoperiod. in: Adolescence in Females. Edited by Flamigni C., Venturoli S. and Givens J.R. 1-21. Year Book Medical Publ. Chicago, 111. U.S.A. 1985.
46. Jainudeen M.R. y Hafez E.S.E.: Ovejas y Cabras. En: Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Hafez E.S.E. (Ed). Interamericana McGraw-Hill. México, D.F. 341-373. 1989.
47. Dyrmundsson O.R., Lees J.L.: Effect of rams on the onset of breeding activity in Clun Forest ewe lambs. J. Agric. Sci.1972, 79: 269-271.
48. Dyrmundsson O.R.: Puberty and early reproductive performance in sheep. I. Ewe Lambs. Anim. Breed: Abstr.1973, 41: 273-289.
49. Jakubec V.: productivity of crosses based on prolific breeds of sheep. Livest. Prod. Sci.1977, 4: 379-392.
50. Land R.B.: reproduction in young sheep: Some genetic and environmental sources of variation. J. Reprod. Fert.1978, 52: 427-436.
51. Dyrmundsson O.R.: Natural factors affecting puberty and reproductive performance in ewe lambs: A review. Liv. Prod. Sci.1981, 8: 55-65.
52. Gonzales S.C.: Características reproductivas de las ovejas tropicales de pelo. Colloque "La Reproduction des Ruminants en Zone Tropicale". 12-20. INRA-CRAAG. Guadeloupe, Pointe- a Pitre. 1983.
53. Murray R.M.: Age of onset of puberty in Merino ewes in semiarid tropical Queensland. Proc. Austr. Soc. Anim. Prod.1972, 9: 181.
54. Rodriguez-Maltos R., Zarco L., Cruz C.: Effects of different levels of supplementation on age and weight at puberty onset in Pelibuey ewes born during the autumn. 12<sup>th</sup> International Congress on Animal Reproduction. The Hague, The Netherlands. 1992. Serie 616. 2096-2098. Free Communications Numbers. 1992.
55. Castillo H., Valencia O.M., Berruecos J.M.: Comportamiento reproductivo del Borrego Tabasco mantenido en clima tropical y subtropical. I. Indices de fertilidad. Tec. Pecu. Méx.1972, 20: 52-56.

- 56.** Rodríguez M.R.: Efecto de la suplementación sobre el inicio de la actividad reproductiva de la oveja Tabasco o Pelibuey. Tesis de Doctorado en Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1991.
- 57.** Velázquez J.I.A.: Efecto del nivel de suplementación sobre la presentación del primer estro en ovejas Tabasco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1990.
- 58.** Velázquez L.A., Cruz L.C., Álvarez L.J.A.: Efecto del nivel de suplementación sobre la presentación del primer estro en ovejas Tabasco nacidas en verano. *Veterinaria Méx.* 1995, 26: 107-111.
- 59.** Schillo K.K.: Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 1992, 70: 3994-4005.
- 60.** Foster D.L., Ebling F.J.P., Micka A.F., Vannerson L.A., Buckholtz D.C., Wood R.I., Surttie J.M., Fenner D.E.: Metabolic interfaces between growth and reproduction. I. Nutritional modulation of gonadotropins, prolactin and growth hormone secretion in the growth-limited female lamb. *Endocrinology.* 1989, 125: 342-350.
- 61.** McShane T.M., Keisler D.H.: Effect of dietary energy on secretion of luteinizing hormone (LH) and response to hourly injections of LH in ewe lambs during increasing day length. *Biol. Reprod.* 1990, 42 (Suppl.): 47 (abstr.).
- 62.** Schillo K.K., Hall B.J., Hileman S.M.: Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. *J. Anim. Sci.* 1992, 70: 3994-4005.
- 63.** Yellon S.M., Foster D.L.: Alternated photoperiods time puberty in the female lamb. *Endocrinology.* 1985, 116: 2090-2097.
- 64.** Yellon S.M., Foster D.L., Longo L.D., Suttie J.M.: Ontogenie of pineal melatonin rhythm and applications for reproductive development in domestic ruminants. *Anim. Reprod. Sci.* 1992, 30: 91-112.
- 65.** Yellon S.M., Foster D.L.: Melatonin rhythms mediate photoperiodic timing of puberty in the female lamb. *Biolo. Reprod.* 1984, 30 (Suppl.,1): 107 (Abstr.).

- 66.** Foster D.L., Lemons J.A., Jaffe R.B., Niswender G.D.: Sequential patterns of circulating luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone in female sheep from early postnatal life through the first estrous cycles. *Endocrinology*.1975, 97: 985-994.
- 67.** Foster D.L., Ryan K.D.: Endocrine mechanism governing transition into adulthood in female sheep. *J. Reprod. Fert. Suppl.*1981, 30: 75-90.
- 68.** Karsch F.J., Legan S.J., Ryan K.D., Foster D.L.: importance of estradiol and progesterone in regulating LH secretion and estrous behavior during the sheep estrous cycle. *Biol. Reprod.*1980, 23: 404-413.
- 69.** Karsch F.J., Cummins J.T., Thomas G.B., Clark I.J.: Steroid feedback inhibition of pulsatile secretion of gonadotropin-releasing hormone in the ewe. *Biol. Reprod.*1987, 36: 1207-1218.
- 70.** Karsch F.J., Foster D.L., Legan J.S., Ryan K.D., Peter K.G.: Control of the preovulatory endocrine events in the ewe: Interrelationship of estradiol, progesterone and luteinizing hormone. *Endocrinology*.1979, 105: 421-426.
- 71.** Alvarez L, Andrade S. El efecto macho reduce la edad al primer estro y ovulación en corderas Pelibuey. *Arch. Zoot.*2008, 57:91-94.
- 72.** Valencia M.J., Berruecos V.J.M., Zarco Q.L., Pérez R.H., Roldán R.A.: Método de selección de ovejas Pelibuey con actividad reproductiva continua. XXXIV Congreso Nacional de Buiatría 2010. Monterey, N.L. Asociación Mexicana de médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A.C. 2010: 220.
- 73.** SAS/STAT User's Guide (computer program) version 6.05 Edition SAS Institute INC. Cary NC. USA, 1988.
- 74.** Zavala R.E., Ortiz R.J., Ugalde R.J., Morales M.P., Vásquez S.A., García S.J.: Pubertad en hembras de cinco razas ovinas de pelo en condiciones de trópico seco. *Zootecnia Trop.*, 26(4): 465-473. 2008.
- 75.** Derqaouil L.: Onset of puberty and development of reproductive capacity in D'man and Sardi breeds of sheep and their crosses. Ph. D. Thesis, Agronomy and Veterinary Medicine Institute. Rabat. 1993.

**76.**Ebling J.P., Foster D.L.: Photoperiod requirements for puberty differ from those for onset of the adult breeding season in sheep. *Biol. Reprod.*1987, Suppl1, 36, p.160 (Abstr.341).