



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“ENDOCRINOLOGIA DE LA PUBERTAD EN LA OVEJA”

TESINA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

OMAR GODOS ALTAMIRANO

DIRECTOR DE TESINA :

DR. JULIO CESAR CAMACHO RONQUILLO

CODIRECTOR:

M.C. ALBERTO PEREZ ROSAS

ASESOR:

DR. FERNANDO UTRERA QUINTANA

TECAMACHALCO, PUEBLA, PUE. SEPTIEMBRE. 2019

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo primero que a nadie a Dios porque sin su ayuda no habría podido concluir muchos proyectos en mi vida el me dio las fuerzas para alcanzar mis metas propuestas aun siendo algunas muy difíciles

En segundo lugar a mis Padres Luis Godos Herrera y Guillermina Altamirano Arriaga quienes son pilares indispensables en mi vida a quienes les debo la vida y lo que soy hoy en día gracias a sus buenos ejemplos y a su motivación para que llegara hasta donde estoy

Mi esposa por su apoyo incondicional por su confianza , paciencia , dedicación , por darme un hermoso hijo Santiago y junto con el ser el motor para seguir adelante y lograr más que mis metas, por soñar junto conmigo un futuro grandioso y alentarme a conseguirlo cada vez con más ganas de conseguirlo

A mis hermanos, M. Luisa, Luis, Claudia que fueron cómplices a lo largo de mi camino de vida y quienes fueron testigos de todo lo que costo esta aventura y de quien soy ejemplo a seguir y espero ser un buen guía para ellos

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la Facultad de Medicina Veterinaria por ser la cede de todo el conocimiento adquirido en estos años por a verme brindado tantas oportunidades a la largo de esta meta.

Agradezco a los docentes de la carrera por su paciencia y guiarme y formar parte de este objetivo alcanzado por sus conocimientos, consejos, llamados de atención, correcciones, alientos y alegrías

Mis amigos cómplices de esta carrera por su apoyo moral me permitieron permanecer con empeño dedicación y cariño y a todos los quienes contribuyeron con un granito de arena para culminar con éxito la meta propuesta que hoy día se culmina satisfactoriamente

A mi tutor el Dr. Julio Cesar Camacho Ronquillo quien desde el primer momento me inspiro confianza y a verme brindado su amistad, paciencia, rectitud como docente quien con sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional y ser un guía para culminar esta aventura

INDICE GENERAL Pág.

	Índice de cuadros.....	i
	Abreviaturas utilizadas.....	ii
	RESUMEN.....	1
I	INTRODUCCIÓN.....	2
II	OBJETIVOS.....	3
	2.1 Objetivo general.....	3
	2.2 Objetivo específico.....	3
III	REVISION DE LITERATURA.....	4
	3.1. Inicio de la pubertad en la oveja.....	4
	3.2. Actividad ovárica en la oveja prepúber.....	6
	3.3. Endocrinología del inicio de la pubertad en la oveja.....	9
	3.4 Efecto de la nutrición en el mecanismo endocrino de la pubertad...10	
	3.4.1. Efecto del fotoperiodo en la endocrinología de la pubertad...12	
	3.4.2. Época de nacimiento y su efecto en el inicio de la pubertad.....15	
	3.4.3 interacciones sociales.....	16
	3.4.4. Efectos genéticos en el inicio de la pubertad.....	16
	3.5. Mecanismo endocrino de la pubertad.....	17
	3.5.1. Hipotálamo.....	18
	3.5.2. Hipófisis.....	18
	3.5.3. Hormona Luteinizante.....	19
	3.5.4. Hormona Folículo Estimulante.....	21
	3.5.5. Función de los ovarios en el inicio de la pubertad.....	21
	3.5.6. El estradiol en el inicio de la pubertad.....	22
	3.5.7. La progesterona en el inicio de la pubertad.....	23
	3.6. Regulación de la actividad ovárica después de la pubertad....	25

3.7. Manejo reproductivo en la oveja.....	27
3.7.1. Sincronización de estro.....	28
3.7.2. Sincronización e inducción del estro con progestágenos....	29
3.7.3. Sincronización e inducción del estro con esponjas intravaginales.....	30
3.7.4. Sincronización de estros con prostaglandinas.....	32
3.7.5. Gonadotropina corionica equina en la inducción y sincronización de estros.....	33
VI. CONCLUSIONES.....	36
V. LITERATURA CITADA.....	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Titulo del cuadro	Pag.
cuadro 1.	Edad y peso a la pubertad de ovejas pelibuey.....	11
cuadro 2.	Efecto del tipo de progestageno en el porcentaje de pariciones ovejas cruzadas con suffolk.....	31
cuadro 3.	Sincronizacion e induccion del estro con esponjas de FGA.....	32
cuadro 4.	Efecto de la dosis de PMSG en la incidencia de estros en ovejas criollas.....	34

ABREVIATURAS UTILIZADAS

ABREVIATURA:	SIGNIFICADO:
aa	Amino ácidos
BE	Balance energético
BEN	Balance energético negativo
BEP	Balance energético positivo
cc	Centímetros cúbicos
FSH	Hormona folículo estimulante
GDP	Ganancia de peso
GnRH	Hormona liberadora de gonadotropinas
HG	Hormona del crecimiento
IGF	Factores del crecimiento similares a la insulina
LH	Hormona luteinizante
mm	Milímetros
PRL	Prolactina
Se	Selenio
HGC	Gonadotropina Corionica Humana

RESUMEN

En la hembra, la pubertad se puede definir como el momento en el cual se inicia la función gonadal cíclica, caracterizada por la primera ovulación, es precedida por manifestaciones de estro y seguida por la formación de un cuerpo lúteo (CL) con la vida media característica de la especie. Por otro lado, existen también “estros no puberales”, caracterizados por la presentación de estros, que no son seguidos de ovulación (Rutter y Randel, 1986). El mecanismo fisiológico que origina la aparición de la pubertad está controlado por el sistema nervioso central (SNC), mediante la síntesis y secreción en el hipotálamo de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), esta hormona es transportada a través del sistema portal venoso, a la hipófisis anterior, donde estimula la síntesis y liberación pulsátil de las hormonas folículo estimulante y luteinizante (FSH y LH), responsables de la generación de la actividad cíclica del ovario (Vazquez., 2017).

En animales prepúberes se presenta una baja producción de la hormona GnRH, ocasionada por una alta sensibilidad del hipotálamo frente a un factor inhibidor el cual es originado por una baja secreción de estrógenos en el ovario prepúber en consecuencia para que se inicie la pubertad, el hipotálamo debe disminuir la sensibilidad al efecto inhibitorio causado por el bajo nivel de estrógeno, a fin de que se inicie la producción de GnRH y así estimular la liberación de FSH y LH, de esta forma los folículos podrán sobrepasar la fase de folículos preantral a folículo antral (Galina y Valencia 2006). Los factores que afectan que un animal alcance la pubertad son de tipo ambiental y genético, dentro de los primeros se incluye la nutrición, el fotoperíodo y las interacciones sociales (Camacho *et al.*, 2008).

I. INTRODUCCION

La edad a la pubertad es una variable que afecta directamente la vida productiva de las hembras, tiene relación con la edad a la concepción y el primer parto (Vazquez., 2017). Para que un sistema de producción ovino con una época de empadre al año funcione eficientemente, es deseable que las hembras alcancen la pubertad entre los siete u ocho meses de edad y queden gestantes durante su primer año de vida; de no ser así, se perderá alrededor de un año de vida productiva (Grajeles *et al.*, 2006).

La duración del periodo prepúber está determinada, principalmente por el genotipo y factores como; fotoperíodo, época de nacimiento y la nutrición (Vazquez., 2017). La inadecuada interacción entre estos factores, provoca diferencias importantes en el inicio de la pubertad, que puede variar desde los 7 meses, hasta cerca de los dos años de edad (Santiago-Moreno *et al.*, 2000). La maduración ovárica está controlada por el sistema nervioso central (SNC), mediante inervaciones noradrenérgicas y peptidérgicas que regulan los receptores a gonadotropinas, a estrógenos, a progesterona y con la melatonina modifican la frecuencia y amplitud de los pulsos de secreción de GnRH, LH y de la hormona folículo estimulante (FSH), esto favorece el crecimiento de folículos preovulatorios que producen estrógenos, hasta llegar a inducir la primera liberación preovulatoria de LH y por consecuencia la primera ovulación (Kinder *et al.*, 1995). Factores como: la edad, el peso, la condición corporal y la época del año, entre otros, pueden ocasionar que no exista sincronía en estos eventos fisiológicos y retrasar el inicio de la pubertad (Grajeles *et al.*, 2006). Por lo que, el objetivo de esta revisión es analizar la integración neuroendocrina de la pubertad en la oveja.

II. OBJETIVOS

2.1. *Objetivo general:*

Describir los eventos neuroendocrinos y metabólicos que desencadenan la pubertad en la oveja.

2.2. *Objetivo específico*

Proponer alternativas de manejo reproductivo, que permitan inducir el estro y la ovulación en hembras prepúberes.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Inicio de la Pubertad en la oveja

La pubertad se define como el inicio de la actividad reproductiva y se caracteriza por la liberación de gametos viables (Camacho *et al.*, 2008). Una vez, alcanzada la pubertad, la hembra es capaz de ovular cíclicamente y de realizar un apareamiento fértil. Sin embargo, el inicio de la pubertad no ocurre repentinamente; sino que, es un proceso gradual durante el cual se producen una serie de ajustes neuroendocrinos y cambios ováricos que culminan con la producción de gametos viables (Galina y Valencia 2006).

En ovejas se ha descrito que conforme se acerca la pubertad aumenta gradualmente la frecuencia de secreción de gonadotropinas (LH y FSH; Balcázar, 1992). Este aumento en la frecuencia de secreción de gonadotropinas, permite la maduración de folículos ováricos, hasta llegar al estadio preovulatorio (Grajeles *et al.*, 2006). Por lo tanto, un folículo preovulatorio, es capaz de producir estrógenos en cantidades suficientes para provocar un pico preovulatorio de LH, que a su vez inducirá la primera ovulación (Camacho *et al.*, 2008).

La primera ovulación en la vida de una oveja, generalmente, no está acompañada por comportamiento externo de estro, debido a que el SNC requiere de una sensibilización previa con progesterona para poder responder a los estrógenos con manifestaciones externas de estro (Caraty *et al.*, 2001). En los animales adultos que se encuentran ciclando normalmente, la progesterona es producida por el cuerpo lúteo (CL) producido durante el ciclo estral anterior, pero en el caso de la oveja prepúber no ha tenido

ovulaciones previas, por lo que no han existido cuerpos lúteos. Se ha sugerido que los folículos preovulatorios deben estar expuestos a progesterona para que maduren y ovulen (Leyva *et al.*, 2000). Este requisito no se cumple en la primera ovulación; ya que, el folículo preovulatorio no se encuentra expuesto a progesterona durante su desarrollo. Sin embargo, existen elevaciones prepúberales de progesterona que pueden deberse a luteinización de folículos que no llegan a ovular (Berardinelli *et al.*, 1980), a ovulaciones con formación de un cuerpo lúteo defectuoso de corta duración y que producen cantidades pequeñas de progesterona (Galina y Valencia 2006).

Después de la primera fase lútea corta, se produce una segunda ovulación que generalmente tampoco es acompañada de signos de estro debido a que el primer cuerpo lúteo no produjo la progesterona suficiente para sensibilizar al SNC, esta segunda ovulación, sí resulta en la formación de un cuerpo lúteo de vida media normal (McLeod y Haresing, 1984). La progesterona producida por este segundo cuerpo lúteo sensibiliza al SNC, de tal forma que al desarrollarse un nuevo folículo preovulatorio, la hembra muestra manifestaciones de estro poco antes de su tercera ovulación (Foster *et al.*, 1986). Es entonces durante la tercera ovulación de la vida de una oveja cuando el animal presenta su primer estro, lo que le permite aparearse. Además, como en esta tercera ovulación hay formación de un cuerpo lúteo normal, la oveja está en posibilidad de quedar gestante. Por esta razón puede decirse que el proceso de la pubertad se completa generalmente cuando el animal tiene su tercera ovulación, y es necesario aclarar que se presentan desviaciones con respecto a este proceso, ya que hay hembras que muestran varias

ovulaciones sin estro (Caraty *et al.*, 1999) y también existen animales que presentan estro sin ovulación (Galina y Valencia 2006).

3.2. Actividad ovárica en la oveja prepúber

Para analizar el establecimiento de la función reproductiva en la oveja joven, es conveniente describir brevemente los eventos que conforman la actividad reproductiva de la oveja adulta. El patrón de actividad ovárica cíclica, es regulado por las hormonas gonadotropicas de origen hipofisiario, cuya secreción se encuentra a su vez gobernada por mecanismos de retroalimentación hormonal en los que intervienen los ovarios y el eje hipotálamo-hipofisiario (Karsch y Foster, 1981). Con propósitos descriptivos se puede considerar que la secreción de gonadotropinas es controlada por dos centros de regulación: el centro cíclico y el centro tónico (Grajeles *et al.*, 2006).

El centro cíclico es el responsable de la liberación masiva preovulatoria de gonadotropinas que se presenta durante la etapa final del desarrollo folicular de cada ciclo estral, y que es acompañada por manifestaciones de estro. Este sistema es activado por una elevación sostenida de las concentraciones circulantes de estradiol (Galina y Valencia 2006). El centro de control tónico mantiene la secreción de gonadotropinas en los intervalos entre pulsos preovulatorios de ciclos estrales sucesivos. Este centro induce la secreción de LH en forma pulsátil, cuya frecuencia y amplitud varían en las diferentes etapas del ciclo estral (Karsch y Foster, 1981). Esta secreción tónica de LH estimula la secreción de hormonas esteroides de origen ovárico, las que a su vez, regulan la

secreción tónica de LH a través de un mecanismo de retroalimentación negativo (Grajeles *et al.*, 2006).

En ovejas que se encuentran ciclando, al inicio de la fase lútea, los pulsos de LH son de poca amplitud y alta frecuencia (20 - 30 pulsos en 24 h, a mitad de esta fase son de gran amplitud y baja frecuencia 6 - 8 pulsos en 24 h (Shirley *et al.*, 2001). Durante la fase folicular, se requiere que la frecuencia de secreción de LH aumente, aproximadamente, a un pulso por hora durante el proestro, para que estimule a un folículo y se produzca un aumento en las concentraciones de estradiol, lo que conduce al pulso preovulatorio de LH (Caraty *et al.*, 1999). Por lo tanto, en la oveja cíclica, el evento responsable de que se inicie el proceso que conduce a la ovulación, es el aumento en la secreción pulsátil de LH (Campbell *et al.*, 1999).

En la oveja prepúber, para que se lleve a cabo la primera ovulación, se requiere que un folículo ovárico, alcance un grado de desarrollo y madurez tal que permita producir una cantidad suficiente de estradiol, para desencadenar a nivel hipotálamo-hipofisiario la secreción de un pulso preovulatorio de LH, que, a su vez, causará la ovulación de dicho folículo (Caraty *et al.*, 1999). El grado de desarrollo y madurez folicular requerido no es alcanzado durante la vida prepúber debido a un insuficiente soporte gonadotrópico (Caraty y Skinner, 1999); ya que, no se ha establecido una secreción pulsátil de alta frecuencia (Karsch *et al.*, 1997).

Existen evidencias, de que muchos de los componentes de la función reproductiva, son completamente funcionales en la oveja joven, mucho tiempo antes de que se inicie la

pubertad (Kinder *et al.*, 1995). Todos los órganos involucrados en la actividad reproductiva de la hembra, pueden ser funcionales desde etapas muy tempranas en la vida del animal, y todas las hormonas requeridas para que se produzca el desarrollo folicular y la ovulación pueden ser secretadas desde mucho tiempo antes del inicio de la pubertad. La hipófisis es capaz de producir LH y FSH desde los 60 u 80 días de vida fetal y esta LH fetal es secretada hacia la circulación desde finales del segundo mes de la gestación. Asimismo, la hipófisis fetal es capaz de responder a la administración de GnRH con un pico de secreción de LH similar al que produce una oveja adulta. Los centros hipotalámicos responsables de la manifestación de conducta estral en ovejas jóvenes son tan sensibles a la estimulación hormonal, como los de ovejas adultas. De la misma forma, los folículos ováricos de ovejas de 10 a 16 semanas de edad son tan capaces de secretar estradiol como aquellos de las ovejas adultas. Además, los ovarios de ovejas jóvenes responden a la administración exógena de gonadotropinas desde las 4 u 8 semanas de edad, y los óvulos que se liberan como resultado de esos tratamientos pueden ser fértiles (Caraty *et al.*, 1999).

Es posible inducir artificialmente un pico preovulatorio de LH mediante la administración exógena de estradiol a partir de la quinta semana de vida de la oveja, y la magnitud de la secreción de LH es similar a las de ovejas adultas. Por lo tanto, los componentes del proceso de ovulación, están individualmente presentes desde mucho tiempo antes de que se inicie la pubertad (Vazquez., 2017). Esto sugiere que la ausencia de función reproductiva en la oveja prepúber no se debe a un defecto en dichos componentes sino a una integración diferente de estos (Shirley *et al.*, 2001).

3.3. Endocrinología del inicio de la pubertad en la oveja

En la oveja, el patrón tónico de secreción pulsátil de LH se observa por primera vez cuando los animales tienen entre 1 y 2 meses de vida. Sin embargo, a pesar de que éste sistema es relativamente activo a lo largo de todo el período prepúbere, la frecuencia de los pulsos permanece por debajo del requerimiento de un pulso por hora (Kinder *et al.*, 1995). Esta reducida frecuencia permite que los niveles basales de LH regresen a valores muy bajos entre un pulso y otro debido a que la vida media de LH es de solo 15-20 minutos, los pulsos de LH poco frecuentes solo causan elevaciones temporales en las concentraciones circundantes de estradiol, las cuales no son de magnitud y duración suficientes para inducir un pulso preovulatorio de LH, por lo que la ovulación no ocurre (Galina y Valencia 2006).

Durante el período prepúbere, no se producen pulsos frecuentes de gonadotropinas debido a que la producción de GnRH se encuentra inhibida por la retroalimentación negativa que provocan las hormonas esteroidales a las que, el hipotálamo es muy sensible antes de la pubertad (Kinder *et al.*, 1995).

Al acercarse la pubertad en la cordera, se reduce la sensibilidad a la retroalimentación negativa del estradiol, permitiendo un incremento en la secreción pulsátil de GnRH, lo que resulta en una mayor frecuencia en la liberación de gonadotropinas (Foster y Olster,

1985). La mayor frecuencia de secreción de LH, comienza a estimular al ovario una semana antes de la primera ovulación, induciendo el desarrollo del folículo preovulatorio y por ende el aumento en la producción de estradiol (Shirley *et al.*, 2001).

El aumento en la frecuencia de secreción de pulsos de GnRH es esencial en el proceso de la pubertad, pues permite un incremento en la frecuencia de pulsos de LH a uno por hora (Ryan y Foster, 1980) lo que conduce a la primera ovulación (Caraty, 2001).

Bister *et al.* (1983), señalaron que los cambios más importantes en la frecuencia de LH se presentan 50 días antes de la ovulación, en donde se observa un aumento en la frecuencia y una disminución en la amplitud de los pulsos de LH. Así, administraciones pulsátiles de LH en concentraciones y frecuencias similares a las que ocurren durante la fase folicular de ovejas adultas, han permitido inducir la pubertad 90 días antes de la edad esperada (Foster, 1984).

3.4. Efecto de la nutrición en el mecanismo endocrino de la pubertad

El tamaño corporal crítico esta íntimamente ligado al aporte alimenticio durante el desarrollo secuencial del feto; ya que, las células, los tejidos, los órganos y los sistemas inician su formación durante la gestación, por lo que, un retraso en la pubertad puede estar relacionado con mala alimentación en el último tercio de gestación (Vazquez, 2017); así como, la alimentación que reciben las corderas durante los 100 primeros días de vida también puede influir. La falta de nutrientes requeridos antes de la pubertad tiene efectos adversos en la actividad del sistema neurosecretorio de GnRH (Kinder *et al.*, 1995), en la síntesis de gonadotropinas y en otros órganos asociados con la reproducción, alterando

el crecimiento del animal y causando un retraso en la edad a la pubertad (Peron *et al.*, 1991), como lo muestra el Cuadro 1.

Cuadro 1. Edad y peso a la pubertad de ovejas Pelibuey

No. De observaciones	Edad (d)	Peso (kg)	Referencia
29	300 ± 11	22.8 ± 0.5	Castillo <i>et al.</i> (1977)
18	245 ± 14	22.0 ± 0.5	González <i>et al.</i> (1978)
118	289 ± 5	-	Perón <i>et al.</i> (1991)
69 ^a	248 ± 4	30.4 ± 0.5	Fuentes <i>et al.</i> (1983)
93 ^b	257 ± 3	27.8 ± 0.5	Valencia y González,
50	306 ± 103	21.5 ± 4.7	(1983)

^a Partos simples, ^bPartos dobles Tomado de Perón *et al.* (1991)

La información mostrada en el cuadro 1, apoya la idea de que las corderas con mejores ganancias de peso manifiestan el primer estro a una edad menor, también se consideran factores que influyen en la edad a la pubertad, la época de nacimiento y la tasa de crecimiento relacionada con el tipo de parto simple o doble (Peron *et al.*, 1991).

Foster y Nagatani (1999,) señalaron que la leptina está implicada en el inicio de la pubertad, y que la restricción alimenticia la retarda y con una realimentación desaparece dicho efecto. Sin embargo, investigaciones realizadas en ratas demuestran que la leptina suministrada artificialmente, por sí sola, no es capaz de ocasionar los cambios requeridos en la secreción de GnRH necesarios para el inicio de la pubertad (Rodríguez y Gallegos, 2001). Nutrición. Uno de los factores más importantes que influyen en la presentación de

la pubertad es la nutrición, ya que los animales que tienen mayor tasa de crecimiento alcanzan la pubertad a una edad más temprana (Galina y Valencia 2006). Cuando las ganancias de peso se mantienen alrededor de 150 g.d⁻¹, la pubertad se retrasa en 164 días, comparado con animales cuyas ganancias de peso son de 900 gr.d⁻¹ (González-Padilla *et al.*, 1975). Restricciones en el consumo de energía durante el desarrollo prepuber causan una disminución en las concentraciones medias y frecuencia de pulsos de LH, así como una reducción en la habilidad de la hipófisis para responder a la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH; Day *et al.*, 1986). Esta restricción en la energía en la dieta, posiblemente también altere los mecanismos de retroalimentación ejercidos por los esteroides, de tal forma que los efectos inhibitorios del estradiol en la secreción de LH se vean prolongados (Foster y Olster, 1985). Independientemente de los posibles efectos mediados a través de cambios en la acción de los esteroides ovaricos, la nutrición regula directamente la secreción de LH en ovejas prepuberes alimentadas con dietas bajas en energía, las cuales mostraron una disminución en la frecuencia de pulsos de LH en respuesta a la ovariectomía, en comparación con animales alimentados ad libitum. Existen resultados de trabajos en los que la utilización de sustancias que alteran la fermentación ruminal y que causan un incremento en la producción de propionato, disminuyen la edad y el peso a la pubertad (Foster y Olster, 1985). Se ha hipotetizado que estos efectos se deben a que el propionato aumenta la concentración de glucosa, la que a su vez incrementa la capacidad de la hipófisis para responder al GnRH y al estradiol (Randel *et al.*, 1982).

3.4.1. Efecto del fotoperiodo en la endocrinología de la pubertad

A pesar de que a la vaca no se le considera como un animal que responda reproductivamente a cambios en el fotoperiodo, se ha observado que aumentos en la duración de las horas luz por día, ha resultado en incrementos en la ganancia de peso y en una mayor eficiencia alimenticia en vaquillas (Peters *et al.*, 1980); así como edades más tempranas y pesos más bajos a la pubertad (Peticlerc *et al.*, 1983), acompañados por una mayor tasa de crecimiento folicular en el ovario (Hansen *et al.*, 1983). Estos cambios en el fotoperiodo también han sido asociados con concentraciones elevadas de prolactina y niveles bajos de hormona del crecimiento (STH; Peticlerc *et al.*, 1983). En vaquillas prepuberes sometidas a un fotoperiodo largo (16 h luz: 8 h oscuridad) las concentraciones séricas de LH y prolactina se incrementaron, mientras que las concentraciones de hormona folículo estimulante (FSH) se mantuvieron constantes. Sin embargo, en vaquillas postpuberes ovariectomizadas y tratadas con estradiol exógeno, las concentraciones de LH fueron bajas en fotoperiodos largos y altas en fotoperiodos cortos. Variaciones estacionales en la actividad sexual de vaquillas *Bos indicus* en las que se ha observado un aumento en las manifestaciones de estro durante las estaciones de fotoperiodos largos y altas temperaturas (primavera-verano). Estas observaciones sugieren que hembras pre y post-púberes responden en forma diferente a los cambios estacionales y posiblemente estos cambios involucren variaciones en las respuestas del eje hipotálamo-hipofisiario a la melatonina dependiendo del ambiente endocrino del animal. La época de nacimiento también influye en la edad y peso a la pubertad (Schillo *et al.*, 1983). Animales nacidos en otoño alcanzaron la pubertad a más temprana edad y a un peso más ligero que sus contemporáneas nacidas en primavera. Por otro lado,

animales expuestos a fotoperiodos cortos y a temperaturas bajas en los primeros 6 meses de edad, llegaron a la pubertad con menor edad. En la investigación de de Roy *et al.* (1980), también observaron una disminución en la edad a la pubertad, de hasta 2 meses, dependiendo de la época de nacimiento; sin embargo, en dicho trabajo, la mejor época de nacimiento correspondió a la de fotoperiodos largos.

El fotoperíodo es el principal factor ambiental que determina la edad a la pubertad en corderas, en ovejas adultas también regula la actividad reproductiva. El fotoperíodo afecta la sensibilidad a la retroalimentación negativa del estradiol (Gallegos *et al.*, 1996). Normalmente, las corderas alcanzan la pubertad en épocas del año en que el fotoperíodo es decreciente. La percepción de los impulsos luminosos se efectúa en la retina, se conduce por el tracto retino-hipotalámico hasta los núcleos supraquiasmáticos y paraventriculares del hipotálamo, antes de pasar por el ganglio cervical superior y llegar finalmente a la glándula pineal, donde se sintetiza y secreta por la noche, la melatonina. Es probable, que los animales con base en la secreción de melatonina sean capaces de percibir la duración de la noche, y por ende la del día. La melatonina modifica la retroacción negativa de los esteroides en la actividad neuroendocrina (Karsch *et al.*, 1984). El sitio de acción, donde microimplantes que liberan melatonina han sido eficaces, es el hipotálamo medio basal, aunque los receptores se encuentran de manera abundante en la *pars tuberalis* de la hipófisis. Sin embargo, es probable que existan sistemas neuronales intermedios como los de la dopamina, noradrenalina o serotonina entre la melatonina y las neuronas GnRH (Malpoux *et al.*, 1993). La acción del fotoperíodo en la actividad reproductiva es un modelo de interacción entre los ritmos endógenos de

períodos diferentes; un ritmo circadiano de secreción de melatonina que permite sincronizar un ritmo circanual de reproducción donde las diferentes fases se caracterizan por frecuencias variables de liberación de GnRH (Malpaux *et al.*, 1993). Si la información fotoperiódica recibida indica que la estación no es la apropiada para que las hembras alcancen la pubertad, los pulsos de LH no se incrementan, aunque; el peso corporal sea el adecuado. El inicio de la secuencia neuroendócrina para llegar a la pubertad ocurrirá cuando las señales internas y externas indiquen que existe un peso corporal y época del año favorables para el inicio de la actividad reproductiva (Galindo y Valencia 2006).

Las razas de origen tropical como la Pelibuey, son menos sensibles al fotoperíodo para lograr el primer estro y presentan pocas variaciones de actividad reproductiva, lo que permite su reproducción en la mayor parte del año, en comparación con las corderas originarias de latitudes mayores a 23°. Las variaciones ambientales ocasionan respuestas neuroendocrinas apropiadas con la finalidad de que la época de apareamiento garantice que las ovejas paran cuando la disponibilidad de alimento es adecuada (Karsch *et al.*, 1981).

3.4.2. Época de nacimiento y su efecto en el inicio de la pubertad

Las corderas que nacen en primavera perciben la disminución de la duración del día después del verano, lo que genera el estímulo ambiental para que inicie la pubertad en el otoño, esto en ovejas en climas templados (Kinder *et al.*, 1995). En climas subtropicales, la época del nacimiento puede limitar el inicio de la pubertad en corderas (Galindo y Valencia, 2006).

Ovejas Pelibuey nacidas de junio a julio, alcanzan la pubertad a pesos mayores que las que nacen en marzo – abril y noviembre – diciembre (Perón *et al.*, 1991). Esto coincide con lo reportado por Rodríguez (1991) quien indica que las corderas Pelibuey nacidas durante el verano o el otoño, el inicio de la pubertad ocurre de 9 a 11 meses de edad, con pesos de 27 a 29 kg comparadas con las nacidas a finales de invierno y principios de primavera, con edad de 7 meses y peso de 21 a 22 kg.

3.4.3. Interacciones sociales.

Hay resultados de trabajos en los que se muestra que efectos de interacción social influyen en el desarrollo de la pubertad en vaquillas, ovejas y cerdas (Griffith *et al.*, 1988). La presencia de vacas sexualmente maduras no tuvo efecto en la tasa de crecimiento de vaquillas prepuberes; sin embargo, hubo tendencias a pesos más ligeros y edades más tempranas a la pubertad en animales de razas de talla chica (Vazquez 20017).

3.4.4. Efectos genéticos en el inicio de la pubertad

Niveles elevados de heterosis con respecto a la edad a la pubertad, se han reportado en hibridaciones de la especie *Bos indicus* con la *Bos taurus*; así como en las cruzas entre razas de la especie *Bos taurus* (Kinder *et al.*, 1995). La edad a la pubertad y la producción de leche de vacas entre los 3 y 4 años de edad, han sido correlacionadas en forma negativa, sugiriendo la posibilidad de que, en animales seleccionados para la producción de leche, sus progenies alcancen la pubertad a más temprana edad, que la de animales especializados en la producción de carne. Estos resultados pueden estar

relacionados con los efectos maternos expresados a través de altas tasas de ganancia de peso predestete de becerros de razas lecheras. Sin embargo, hay evidencias disponibles en las cuales el incrementar la tasa de crecimiento en vaquillas prepúberes por medio de altos niveles de alimentación conlleva a reducir el crecimiento de la glándula mamaria y por consiguiente reducir el potencial productivo de leche (Foldager, 2000). Varios investigadores han reportado una alta asociación entre la edad a la pubertad y las tasas de ganancia de peso postdestete en las diferentes razas de *Bos taurus* (Buskirk *et al.*, 1995). En el ganado *Bos indicus*, las hembras alcanzan la madurez a edad más avanzada aun comparándolas con hembras de madurez tardía de la especie *Bos taurus*, como son las razas productoras de carne (Vazquez, 2017). Esto sugiere la existencia de información genética dentro de cada especie, que influye en el proceso de la pubertad. Reportes recientes sugieren la posibilidad de tener animales con mayor aptitud para alcanzar la pubertad a edad más precoz, a través de la selección de toros con mayor circunferencia escrotal, ya que se encontró una alta correlación negativa entre ambos parámetros y se estimó un coeficiente de heredabilidad de 0.39, el cual se puede considerar bueno para una característica reproductiva (Smith *et al.*, 1989).

3.5. Mecanismo endocrino de la pubertad

Con el proposito de entender los mecanismos endocrinos que desencadenan la pubertad en hembras, se han desarrollado numerosas investigaciones en vaquillas y ratas. Todos ellos coinciden en que el proceso involucra cambios en la interrelación entre el hipotálamo, la hipófisis y los ovarios, a través de la secreción de compuestos hormonales (Galina y Valencia, 2006).

En este sentido la pubertad es un proceso gradual e implica que algunos de los componentes del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal de la hembra se encuentran funcionales desde tiempo antes de que ocurra la primera ovulación (Kinder *et al.*, 1995).

3.5.1. Hipotálamo

Para explicar las causas por las cuales un animal alcanza la pubertad, se ha propuesto la “teoría gonadostática”, la cual sugiere que el hipotálamo de los animales prepúberes es hipersensible a los efectos inhibitorios ejercidos por los estrógenos producidos por los ovarios inmaduros. Evidencias que apoyan esta teoría han sido generadas en vaquillas, ovejas y cerdas, lo cual sugiere que una inactividad a nivel hipotalámico es el principal mecanismo que regula la pubertad en la hembra (Kinder *et al.*, 1995).

Los mecanismos que regulan esta inactividad hipotalámica aun son desconocidos; sin embargo, se han observado disminuciones en el número de receptores hipotalámicos para estradiol conforme se acerca la edad de la pubertad. Aunado a esto, informaciones recientes han mostrado que el efecto inhibitorio de los opioides endógenos en la secreción de LH, disminuye conforme la edad a la pubertad se aproxima (Honaramooz *et al.*, 2000). Resultados similares han sido obtenidos en ovejas y ratas, sugiriendo la posibilidad de que los efectos de los estrógenos en el estado prepúber estén acoplados o sean regulados a través de los opioides endógenos a través de la inhibición o bloqueo de un sistema dopaminérgico estimulador (Honaramooz *et al.*, 2000).

3.5.2. Hipófisis

Desde el primer mes de edad en vaquillas se encontraron incrementos en las concentraciones de LH y FSH en hipófisis, indicando la habilidad de la misma para poder sintetizar gonadotropinas desde muy temprana edad. Por otro lado, la capacidad de respuesta de la hipófisis para secretar LH por aplicación exógena de GnRH, se observa desde el mes de edad hasta la pubertad; sin embargo, la magnitud de la respuesta aumenta conforme la edad avanza (Kinder *et al.*, 1995).

La remoción de los ovarios durante el periodo prepuberal resulta en un incremento en la secreción de LH en cantidades iguales o más altas que las observadas durante la fase folicular en vaquillas, ovejas y cerdas (Kinder *et al.*, 1995).

3.5.3. Hormona Luteinizante

De las gonadotropinas secretadas por la hipófisis, la LH ha sido la mejor caracterizada por su fácil medición y su relación con el proceso que desencadena la pubertad (Kinder *et al.*, 1995). La concentración media de LH en las vaquillas disminuye del nacimiento hasta las 15 semanas de edad, posteriormente se incrementa, tanto en su concentración media como en la frecuencia y amplitud de los pulsos, hasta el momento de la pubertad (Dobson *et al.*, 1988). El contenido de LH en la hipófisis, entre los 7 y 12 meses de edad, sugiriendo que el inicio de la pubertad está asociado con un aumento en la secreción de LH, reflejado en concentraciones séricas basales más altas conforme la pubertad se acerca Kinder *et al.*, (1995), coincide con las investigaciones realizadas por González-Padilla *et al.*, (1975), indicando que la transición del estado prepuberal al puberal, es el

resultado de un cambio gradual en la maduración del eje hipotálamo-hipofisario-gonadal. En un estudio a lo largo del proceso maduracional, Day *et al.* (1987) también observaron un incremento gradual en la concentración sérica de LH, asociado con un aumento de la frecuencia de pulsos y una disminución en la amplitud de estos. Los cambios más importantes en la frecuencia de pulsos de LH, ocurren durante los últimos 50 días que preceden a la primera ovulación. Resultados similares han sido reportados en ovejas. Por otro lado, administraciones pulsátiles de LH a ovejas pre púberes en concentraciones y frecuencias similares a las que ocurren durante la fase folicular de ovejas adultas, han permitido inducir pubertad a los 90 y 30 días antes de la edad esperada (Kinder *et al.*, 1995).

Estas observaciones comprueban que durante el estado prepúber existe una inadecuada secreción de LH y que conforme la primera ovulación se acerca existe un aumento en la frecuencia de pulsos de LH. Además, el hecho de que estos cambios sean similares en varias especies animales indica que el mecanismo de la pubertad se regula por los mismos procesos fisiológicos. El hecho de que vaquillas prepúberes que han sido ovariectomizadas e implantadas con estradiol, muestren patrones de LH similares a las vaquillas que fueron ovariectomizadas cuando llegaron a la edad o al peso al cual la pubertad ocurre en vaquillas intactas (Day *et al.*, 1984), indica que es a nivel hipotalámico y no a nivel ovárico donde ocurren los cambios más importantes cuando el animal adquiere la talla o la madurez fisiológica para iniciar la actividad reproductiva. Algo similar ocurre en ovejas durante el periodo de transición del anestro estacional (Galina y Valenciaq, 2006) y en vacas durante el postparto, las cuales reinician su actividad cíclica

ovárica gracias a un incremento en las frecuencias de pulsos de LH; este incremento a su vez estimula el desarrollo folicular. Todo esto hace suponer que la oveja en anestro estacional y la vaca durante el periodo postparto tienen un ambiente endocrino similar al animal prepúber.

3.5.4. Hormona Folículo Estimulante

La función de la hormona folículo estimulante (FSH) en el proceso de la pubertad no es clara; sin embargo, las evidencias sugieren que esta hormona tiene un efecto permisivo en el desarrollo de la pubertad, debido a que sus concentraciones séricas cambian poco desde el segundo mes de edad hasta la pubertad en vaquillas (Dobson *et al.*, 1988). La mayor concentración de FSH en la hipófisis ha sido observada a los 30 días de edad en becerras, posteriormente esta concentración decreció y se mantuvo estable hasta la primera ovulación, indicando que la hipófisis es capaz de sintetizar y almacenar FSH desde el periodo perinatal. Con respecto al patrón de secreción de FSH, no se han encontrado diferencias, en vaquillas desde el primer mes de edad hasta la pubertad. Por otro lado, la ovariectomía unilateral en ovejas y vaquillas prepúberes causa un incremento transitorio en las concentraciones circulantes de FSH, tal y como sucedería en animales adultos, sugiriendo que la inhibina puede regular a la FSH desde etapas prepúberes (Kinder *et al.*, 1995). Actualmente, no se tienen evidencias de trabajos en los cuales se inhiba la secreción de FSH para determinar cuáles son los efectos en la pubertad.

3.5.5. Funcion de los ovarios en el inicio de la pubetad

Una posibilidad para que las hembras no alcancen la pubertad podría ser que los ovarios sean disfuncionales antes de la primera ovulación; sin embargo, esto no es el caso ya que los ovarios pueden responder a la administración exógena de eCG, incluso con ovulaciones múltiples y con la producción de óvulos viables en becerras desde un mes de edad, indicando que la funcionalidad de los ovarios desde muy temprana edad (Kinder *et al.*, 1995).

3.5.6. El estradiol en el inicio de la pubertad.

La hipótesis “gonadostatica” considera que el mecanismo por el cual el hipotálamo gobierna la liberación de gonadotropinas por la hipófisis en animales prepúberes, es modificado por la retroalimentación negativa del estradiol ovárico. Cuando la hembra va creciendo, el hipotálamo se va haciendo menos sensitivo a este efecto inhibitorio, incrementándose la secreción de LH, la cual provoca un mayor desarrollo folicular y posteriormente la primera ovulación. Es conocido que los estrógenos tienen dos mecanismos de acción en el eje hipotálamo-hipofisiario; uno de ellos regula la descarga preovulatoria de LH, ejerciendo un efecto estimulador para la liberación de GnRH y se supone que este efecto ocurre en los núcleos anterior y preóptico. El segundo, controla la secreción pulsátil de LH, produciendo un efecto inhibitorio en la liberación de GnRH en los núcleos arcuato, ventromedial y en la eminencia media. Lo anterior sugiere la posibilidad de que en el estado prepuber, las bajas concentraciones de estradiol causen un efecto inhibitorio principalmente en los núcleos arcuato y ventromedial. La efectividad del estradiol para disminuir la frecuencia de pulsos de LH está inversamente relacionada con la edad (Galina y Valencia, 2006), indicando una disminución en la respuesta

inhibitoria conforme se acerca el inicio de la pubertad. La descarga preovulatoria de LH es generada por un efecto de retroalimentación positiva del estradiol, el cual se ve incrementado durante la fase de maduración folicular, pudiendo ser artificialmente inducida por la aplicación exógena de estradiol en vaquillas prepuberes desde los 3 meses de edad, comprobando que la hipófisis es funcional desde muy temprana edad. Resultados similares fueron obtenidos en ovejas prepuberes por Foster (1984); en esta especie la sensibilidad a la acción estimuladora del estradiol es funcional desde 12 semanas antes de la primera ovulación. El modelo de control endocrino de la pubertad, desarrollado por Day *et al.* (1987), está sustentado en la concentración de receptores para estradiol en el hipotálamo y la hipófisis, los cuales declinan conforme la pubertad se acerca. De esta forma, el estradiol reduce su efecto inhibitorio en la secreción de LH, incrementándose la frecuencia de pulsos de LH, la cual estimula el desarrollo folicular y por consiguiente la producción de estradiol, alcanzando la concentración umbral para desencadenar descarga preovulatoria de LH y producir la primera ovulación (Camacho *et al.*, 2008).

3.5.7. La progesterona en el inicio de la pubertad.

Al caracterizar los cambios endocrinos asociados con la pubertad, Gonzalez-Padilla *et al.* (1975a) observaron dos incrementos en la concentración sérica de progesterona que fueron precedidas de dos elevaciones de LH. Desde estas observaciones iniciales, varios autores (Dobson *et al.*, 1988) han confirmado el fenómeno y se cree que la progesterona tiene una función reguladora en el establecimiento del ambiente endocrino característico del animal adulto. Sin embargo, Keisler *et al.* (1983) sugirieron que la primera elevación

de progesterona no es imprescindible para alcanzar la madurez sexual. Se encuentra bien establecido que estos cambios transitorios en progesterona son de origen ovárico (Calderón-Robles *et al.*, 1998) y no de origen adrenal como antiguamente se creía (González-Padilla *et al.*, 1975). Existen informes en los que se sugiere que la progesterona desempeña una función reguladora importante en la secreción de gonadotropinas (Goodman y Karsh, 1980). No obstante, existe una serie de factores que determinan la magnitud de estos efectos como son la especie y el estado fisiológico prepuberal (Coy, 1988), anestro postparto (Walters *et al.*, 1984). La secreción tónica de LH es el resultado de una interrelación entre efectos estimulatorios del cerebro y efectos inhibitorios de las gonadas (Goodman y Karsh, 1980). En el ciclo estral, las concentraciones séricas de LH y progesterona están inversamente relacionadas, lo cual sugiere un efecto inhibitorio de la progesterona en dicha secreción (Karsh *et al.*, 1987). Durante la fase lútea de la vaca, la frecuencia de pulsos de LH es baja, pero al declinar las concentraciones séricas de progesterona como consecuencia de la luteolisis, la secreción pulsátil se incrementa alcanzando frecuencias de hasta 1 pulso por hora. Los efectos negativos de la progesterona en la secreción de LH, no son operativos durante la etapa preovulatoria y hasta el reinicio de la función lútea. No obstante, la aplicación exógena de progesterona durante este tiempo puede bloquear la descarga preovulatoria de LH y por consiguiente la ovulación. En otro aspecto, se han utilizado progestágenos en vaquillas prepuberes acelerando el inicio de la pubertad. Sin embargo, estos animales se encontraban en una etapa cercana al inicio de la misma. Lo anterior se corrobora con el estudio realizado por Hall *et al.*, (1997), en el cual la edad es un factor crítico que influye en la eficacia de los progestágenos para inducir pubertad en vaquillas.

3.6. Regulación de la Actividad Ovárica después de la Pubertad.

El control de la retroalimentación de los esteroides en la secreción de LH, cambia de estradiol a progesterona durante la transición a la pubertad (Foster *et al.*, 1986). Después de la primera ovulación, el estradiol por si solo, no es capaz de inhibir la secreción de GnRH, en cambio la progesterona provoca que disminuya la frecuencia en la secreción pulsátil de LH (Caraty *et al.*, 1999). Normalmente, después cinco días de la ovulación, aumenta la concentración de progesterona y disminuye a partir del día 15 del ciclo estral (Zarco *et al.*, 1988). En ovejas Pelibuey, se ha encontrado que la concentración de progesterona durante el ciclo estral se mantienen por encima de 1 ng ml^{-1} durante diez días (González-Reyna *et al.*, 1991). Este patrón, es similar a lo encontrado en borregas productoras de lana, donde se elevan las concentraciones de progesterona superiores a 1 ng ml^{-1} en el día cinco y declinan por el día 16 del ciclo estral (Zarco *et al.*, 1988).

Durante la fase lútea, la baja frecuencia de secreción de LH resulta de la alta concentración de progesterona, lo que inhibe el desarrollo del folículo y por consecuencia no se produce el estradiol necesario para inducir el pulso preovulatorio de gonadotropinas (Galina y Valencia 2006). Posteriormente, ocurre la regresión lútea y la secreción de progesterona disminuye, lo que permite un incremento de los pulsos de LH, que estimulan el desarrollo de los folículos en el ciclo reproductivo postpuberal. El hipotálamo de ratas

prepúberes es hipersensible a los efectos inhibitorios ejercidos por los estrógenos, producidos por los ovarios inmaduros. Esta teoría llamada “gonadostática” fue apoyada en vaquillas (Day *et al.*, 1984), en ovejas y en cerdas (Berardinelli *et al.*, 1984), y sugirieron que el principal factor que regula la pubertad en la hembra es la hiper-sensibilidad del hipotálamo al estradiol (Galina y Valencia, 2006) .

Al acercarse el inicio de la pubertad, disminuye la cantidad de receptores a estrógenos en hipotálamo (Day *et al.*, 1984) y el efecto inhibitorio de los opiodes endógenos en la secreción de LH (Foster *et al.*, 1986). Después de la pubertad, la oveja presenta periodos de actividad ovárica cíclica, caracterizada por la presentación de ciclos regulares con ovulación en promedio cada 17 días. De estos se considera que 12-13 días corresponden a la fase lútea y 3-4 días a la fase folicular (Martínez *et al.*, 1995). En esta última se produce una fase de receptividad sexual denominada estro, con una duración aproximada de 36 horas. La oleada preovulatoria de LH se presenta aproximadamente 48 h antes de la ovulación (Kinder *et al.*, 1995). A estos periodos de actividad ovulatoria cíclica se suceden otros denominados periodos de anestro que se caracteriza por ausencia de estros y cambios en la dinámica folicular, donde los folículos han alcanzando el tamaño de preovulatorios, pero no llegan a ovular. En hipófisis, la baja frecuencia en la pulsatilidad de LH, determinada a su vez por la secreción de hormonas hipotalámicas, es un buen indicador de las diferencias en cada situación fisiológica (Cook and Nordlund 2009).

El anestro puede ser de origen fisiológico, como el periodo prepúber, la gestación y el postparto, pero existen otros tipos de factores como el ambiental y el manejo que también pueden ocasionarlo.

En la actualidad, es necesario analizar las señales neuroendócrinas relacionadas con el cerebro, para que éste reconozca el momento adecuado para iniciar la liberación de GnRH con frecuencia alta; así también, es importante esclarecer la intervención de hormonas metabólicas como; la hormona del crecimiento, las tiroidéas, la leptina, el neuropéptido Y, la glucosa, aminoácidos, las somatomedinas, con la finalidad de conocer su influencia en los mecanismos reguladores de la pubertad (Caraty *et al.*, 1999).

3.7. Manejo Reproductivo en la Oveja

El concepto clásico de manejo reproductivo, como conjunto de sistemas, técnicas y manipulaciones tiene como objetivo mejorar la productividad, dentro de este se pueden diferenciar dos campos; uno relacionado con la eficiencia reproductiva de la hembra, que afecta la fertilidad y prolificidad y otro el de tecnologías de la reproducción aplicadas a la selección y mejora genética (López Sebastián, 2001). En la práctica el uso de inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE) es más eficiente cuando se realiza la inducción y sincronización del estro y la ovulación. La importancia del control de la reproducción en la oveja, radica principalmente en el ahorro de tiempo que esto puede generar, se agrupan actividades importantes como la época de empadre, de partos, manejo nutricional y sanitario y disponibilidad de corderos en un tiempo predeterminado. Sin embargo, es necesario considerar varios factores como: estación del

año, edad, peso y estado fisiológico; ya que, estos pueden afectar la repuesta (Robinson, 1988). Actualmente los programas de manejo reproductivo se enfocan a aplicar técnicas que además de inducir la actividad ovárica, mejoren la fertilidad y prolificidad mediante la aplicación de hormonas exógenas que, aunque a mayor costo que los métodos biológicos, generan mejores resultados y por ende más utilizados (González de Bulnes *et al.*, 1999).

3.7.1. Sincronización del estro

Esta práctica de manejo reproductivo se realiza en animales que están ciclando, en ovejas y cabras se efectúa desde 1940. Actualmente con el uso de IA, TE y épocas definidas de empadre, es indispensable controlar el ciclo estral, sincronizando la presentación de estros en un periodo corto de tiempo que puede ser de 24 a 48 horas, lo que facilita el control de empadres, el manejo durante la gestación y época de pariciones (López-Sebastián, 2001).

En México, el uso de productos hormonales para el control del ciclo sexual y la mejora de parámetros reproductivos en ovinos, inició hace más de treinta años. La mayoría de los productos hormonales comercializados hasta la fecha actúan fundamentalmente en el ovario, de manera que su eficacia se sustenta en su acción directa en el folículo o el cuerpo lúteo o bien en la retroalimentación positiva o negativa que ejercen los esteroides ováricos en el eje hipotálamo-hipofisiario. En la oveja, si se obtiene una estrecha sincronía del estro y la ovulación; se espera obtener una buena tasa de concepción al usar IA o monta natural (Leyva *et al.*, 2000).

En la actualidad existen dos métodos básicos para sincronizar el estro; el primero consiste en simular artificialmente la actividad normal de un CL, al mantener la concentración de progesterona por 12 a 14 d, con la finalidad de inhibir el desarrollo folicular y el pulso preovulatorio de LH, al retirar la fuente de progesterona se desarrollan folículos, se observa conducta de estro y posteriormente se presenta la ovulación (Zarco, 1988). La progesterona o progestágenos se pueden administrar por vía oral, intramuscular, subcutánea o intravaginal, su aplicación práctica se desarrolla a partir del uso, en ovinos, por vía intravaginal (esponjas de poliuretano impregnadas con un progestágeno, el segundo consiste en la aplicación de prostaglandina (PGF₂α). El conocimiento del efecto luteolítico de la PGF₂α generó avances en el manejo reproductivo de los animales domésticos, después de su aplicación entre el día 5 a 13 del ciclo, genera la regresión del CL como sucede naturalmente. Una sola aplicación puede ser suficiente para sincronizar el estro hasta en un 60 % de los animales cuando están ciclando. Con una segunda dosis entre los días 10 a 14 después de la primera, se puede obtener hasta 100 % de sincronización de estros (Leyva *et al.*, 2000).

3.7.2. Sincronización e inducción del estro con progestágenos

Los métodos para sincronizar el estro y la ovulación en la oveja durante la época de anestro o reproductiva, se basan en simular la actividad de un CL normal, mediante la liberación de progesterona por medio de esponjas intravaginales, CIDR (Controlador Interno Liberador de Droga), implantes subcutáneos, o bien por vía oral; los periodos de tratamientos varían de 9 a 12 días, el estro se presenta en un lapso corto de tiempo después de retirar el estímulo hormonal (Martínez, 1999).

Robinson (1964) demostró, que el uso de progesterona por medio de esponjas es un método adecuado para el control del estro en ovejas y que el mayor éxito se obtiene en animales con buena alimentación, manejo, sanidad y servicio en el momento adecuado. A partir de 1980 se empieza a utilizar el CIDR que libera progesterona (Cook and Nordlund 2009). En estudios realizados en Nueva Zelanda este método mostró efectividad en el control del estro y ovulación (Gordón, 1997).

Diversas investigaciones han demostrado la efectividad de la progesterona para suprimir el estro y retrasar la ovulación. Sin embargo, con la finalidad de administrar dosis bajas, se han creado progestágenos sintéticos los cuales son más potentes debido a su composición química, que, además, permiten su aplicación por diferentes vías (Keisler, 1992). Los principales progestágenos usados en el control del estro y la ovulación en la oveja son; Acetato de medroxiprogesterona (MPA), Acetato de Fluorogestona (FGA) y Norgestomet. La efectividad que se obtiene con el uso de éstos en la incidencia de estro y ovulación en aspectos atribuibles al fármaco son la potencia y concentración de éste, la vía de administración y etapa del ciclo estral en que se administra (Keisler, 1992). Son varias las alternativas para inducir y sincronizar el estro, pero independientemente de la técnica utilizada, ésta debe ser eficiente, confiable y económica (Rangel, 2001).

3.7.3. Sincronización e inducción del estro con esponjas intravaginales

La estrategia más confiable hasta el momento en la sincronización de estros en ovinos es el uso de esponjas intravaginales de poliuretano impregnadas con progestágeno. Los más usados son FGA y MAP. La duración que estas permanecen insertadas dentro de la

vagina es de 12 a 14 días (Rangel, 2001). El cuadro 2 muestra los resultados obtenidos mediante el uso de progestágenos.

Cuadro 2. Efecto del tipo de progestágeno en el porcentaje de pariciones ovejas cruzadas con Suffolk

Tipo de progestágeno	Ovejas tratadas	Ovejas gestantes	% de pariciones
CIDR	25	14	56
FGA	25	22	88
MAP	25	20	80

Tomado de Crosby *et al.* (1991)

CIDR = Controlador Interno Liberador de Droga.

FGA = Acetato de Flurogestona.

MAP = Actetato de Medroxiprogesterona.

Las variaciones en el porcentaje de pariciones en parte se pueden explicar debido a variaciones en el momento en que ocurre la ovulación, ya que éste es diferente según el progestágeno empleado.

El FGA fue desarrollado en Australia en los años 60's, posteriormente se usó en Francia, actualmente es uno de los progestágenos más usado en la sincronización de estros, mediante la presentación de esponjas intravaginales impregnadas con FGA (Cuadro 3; Keisler, 1992).

Cuadro 3. Sincronización e inducción del estro con esponjas de FGA

	Estación	FGA (mg)	Duración del
reproductiva		tratamiento (d)	
Ovejas adultas	Anestro	30	12
	Estro	30 – 40	12 - 14
Primalas	Anestro	40	14
	Estro	40	14
FGA = Acetato de Fluorogestona			Tomado de Neils (1997)

El manejo de las esponjas es sencillo, la colocación debe ser cuidadosa; ya que de lo contrario se reflejará en un porcentaje de pérdida que puede ser mayor al 5 % y existe la posibilidad de perforar la mucosa vaginal, lo que es más común en corderas primalas. El porcentaje de respuesta no siempre es del 100 %, ya que, algunos factores como:

raza, edad, época del año, condición corporal y alimentación, influyen en la respuesta. Sin embargo, esta técnica es económica y confiable, pues entre 80 a 85 % de los animales tratados en época reproductiva muestran estro 2-3 días después del retiro de las esponjas (Rangel, 2001).

3.7.4. Sincronización de estros con prostaglandinas

La PGF₂ tiene efecto luteolítico, ésta se origina a partir del ácido araquidónico y se produce en el endometrio uterino, llega al CL a través de la vena uterovárica y su acción la ejerce a través de receptores específicos que se encuentran en la membrana plasmática del CL, durante la fase lútea se observa un incremento en el número de receptores, esto explica la baja eficiencia de las prostaglandinas cuando se aplican en la fase temprana del CL. McCracken *et al.* (1999) sugirieron dos mecanismos mediante los cuales las prostaglandinas disminuyen la concentración de progesterona; el primero es al acelerar su catabolismo y el segundo es por que disminuye su síntesis.

3.7.5. Gonadotropina coriónica equina en la inducción y sincronización de estros

Esta hormona se obtiene de suero de yeguas con 60-120 d de gestación. La aplicación de PMSG al retirar el tratamiento con progestágenos ha generado un aumento en la fertilidad, debido a un incremento en la tasa ovulatoria y una mejor sincronización del estro y la ovulación. En ovejas prepúberes es fundamental su aplicación pues eleva la concentración de FSH y LH circulante y aumenta las contracciones uterinas y la posibilidad de sobrevivencia de los espermatozoides (Rangel, 2001).

Definir cuando aplicar la eCG depende de la respuesta que se desee. Si la finalidad es incrementar la incidencia de estros y el grado de sincronización debe administrarse al momento de la remoción de la esponja. Por otro lado, si además hay interés por incrementar la prolificidad, reflejo de un incremento en la tasa de ovulación, entonces debe administrarse dos días antes de remover la esponja (Rangel, 2001).

Precisar la dosis para administrarla es complejo; ya que, son múltiples, los factores que influyen en la respuesta como son; raza, edad y época del año. En consideración a lo anterior, se recomiendan dosis de 400 a 500 UI dos días antes de retirar la esponja, no obstante, se continúa en la búsqueda de la estrategia más adecuada (Rangel, 2001). El cuadro 4 muestra un incremento del 10 % en la incidencia de estros al aplicar una dosis baja o alta de eCG.

Cuadro 4. Efecto de la dosis de eCG en la incidencia de estros en ovejas criollas

Dosis de PMSG (UI)	Ovejas tratadas	Ovejas en celo	% de celos
0	10	8	80
250	10	9	90
500	10	9	90

Tomado de Avila *et al.* (1997)

eCG= Gonadotropina Corionica Equina.

UI = Unidades Internacionales.

La eCG no solo incrementa la incidencia de estros, si no que también adelanta el momento del inicio del estro por un lado y por otro incrementa el grado de sincronización de los estros (Avila *et al.*, 1997). Otro efecto atribuible al uso de eCG, es el aumento en la tasa de ovulación que puede variar de 1.5 a 5 ovulaciones, según la dosis de eCG y el día de su aplicación (Rangel, 2001).

El establecimiento de la pubertad en la oveja, requiere de la interacción de varios factores que influyen como son; la raza, la edad, el peso, el fotoperíodo, y la nutrición entre otros; ya que, de no existir una adecuada interacción en los elementos que participan, el anestro prepuberal, continuaría, con lo que se genera diferencias en el comienzo de la pubertad, que varia desde siete meses hasta cerca de los dos años, y afecta la productividad de los ovinos (Santiago-Moreno, 2000). El conocimiento de la fisiología reproductiva, ha permitido generar técnicas para inducir la pubertad, sincronizar el estro y la ovulación, con el uso de hormonas exógenas como son; progestágenos, eCG y prostaglandinas, con el propósito de tener cierta seguridad en la predicción de la presentación del estro. Sin embargo, la fertilidad obtenida ha sido muy variable. Algunas investigaciones mostraron que con el uso de hormonas exógenas, se puede afectar la

motilidad y fertilidad espermática; así como, la calidad de los folículos (Kusina *et al.*, 2000). El uso de progestágenos, es posible el desarrollo anormal del oocito, con la subsecuente formación de un CL de vida media anormal, como sucede en la primera ovulación al llegar la pubertad, ovulaciones inducidas con GnRH o con gonadotropina coriónica humana (hCG) durante la época de anestro (Balcázar, 1995). Se requiere un esquema de tratamiento para inducir el estro, sin afectar la foliculogénesis, la vida media del CL y que garantice una fertilidad y prolificidad adecuada.

IV. CONCLUSIONES

El proceso de la pubertad es complejo, requiere la integración del eje hipotálamo, hipofisis y gonadas, mediante señales neuroendócrinas y metabólicas, su entendimiento permitirá desarrollar nuevas técnicas para el manejo reproductivo de la vaca y la oveja, no solo con el afán de reducir el tiempo en que la hembra produce su primera cría sino también proporcionar las condiciones de manejo, nutrición y sanidad que permitan mejorar la eficiencia reproductiva

V. LITERATURA CITADA

- Balcázar, S., J. A. 1992. Efecto de la suplementación alimenticia sobre la eficiencia reproductiva de corderas Pelibuey inducidas a la pubertad con acetato de melengestrol. Tesis profesional Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, México. D.F. 78 p.
- Camacho, R. J.C., Rodríguez, C. J, Hernández, H. J.E., Pró, M. A., Becerril, P.C.M., y Gallegos, S. J. 2008. Características reproductivas de ovejas sincronizadas e inducidas a la pubertad. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Vol. 16, número 1: 18 – 24. ISSN 1022-1301.
- Caraty A., 2001. The Neuronal Control of Ovulation in the Ewe. II Curso Internacional de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Montecillo, Texcoco, Edo, de México. 18 a 21 de Sep. 136-154.

- Ferrel, C.L. 1982. Effects post weaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. *J. Anim. Sci.* 55(6):1272.
- Foster, D. L. and Ryan, K. D. 1981. Endocrine mechanisms governing transition into adulthood in females sheep. *J. Reprod. Fert.* 30: 75-90.
- Karsch, F. J. and Foster, D. L. 1981. Enviromental control of ovarian ciclicity: A final common mechanism governing seasonal breeding and sexual maturation. In: *Enviromental factors in Mammalian Reproduction*. Edited by Gilmore, D. P. and Cook. Ed. Macmillian Press, London, 30-53.
- Shirley, K. L., Hernandez, J. A., Hallford, D. M., Thomas, M. G. 2001. Serum luteinizing hormone, growth hormone and insulin-like growth factor- I after releasing hormone challenge in prepubertal ewe lambs selected for twinning.
- Theriogenology*. 15 ; 56 (5): 867- 877.
- Campbell, B. K., Hengelhardt, H., McNeilly, A.S., Harkness, L. M., Fukuoka, M., Baird, D. T. 1999. Direct effects of ovine follicular fluid on ovarian steroid secretion and expression of markers of cellular differentiation in sheep. *J. Reprod. Fertil.* 117: 259-269.
- Caraty, A. and Skinner, D. C. 1999. Dynamics of steroid regulation of GnRH secretion during the oestrus cycle of the ewe. *J. Neuroendocrinology*. 11(8):637–641.
- Goodman, R. L. 1994. *Neuroendocrine Control of the Ovine Estrous Cycle. The Physiology of Reproduction*. Second Edition. Edited by E. Knobil and J. D. Neill. Raven Press. Ltd., New York. 659-693.

- I'anson, H., Terry, S. K., Lehman, M. N., Foster, D. L. 1997. Regional differences in the distribution of gonadotropin-releasing hormone cells between rapidly growing and growth-restricted prepuberal female sheep *Endocrinology*. 138: 230-236.
- Kinder, J.E., Bergfeld, M.E., Wehrman, K.E., Peters and F.N. Kojima. 1995. Endocrine basis for puberty in heifers and ewes. *Journal of Reproduction and Fertility* supplement 49, 393-407
- López-Sebastián A. 2001. Manejo reproductivo en pequeños rumiantes. Memoria II Curso Internacional de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, 18 a 21 de Sep. pp. 4-21.
- Nelsen, T.C., R.E. Short, D.A. Phels and R.B. Staigmiller. 1985. Nonpuberal estrus and mature cows influences on growth and puberty in heifers. *J. Anim. Sci.* 61:470.
- Rutter, L.M. and R.D. Randel. 1986. Nonpuberal estrus in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 63:1049.
- Santiago Moreno, J., Gómez Brunet A., González de Bulnes A., Villar, D., López Sebastián, A. 2000. Attainment of Puberty in the European Mouflon (*Ovis gmelini musimon*) and the Domestic Manchega Ewe (*Ovis aries*). *Small Ruminant Research*, 36: 49-52.
- Leyva, V., Buckrell, B. C., Walton J. S. 2000. Follicular activity and ovulation regulated by exogenous progestegen and PMSG in anestrus ewes. *J. Neuroendocrinology*. 12 (2):121-129.
- Foster, D. L., Karsch, F. J. Olster, D. H., Ryan, K. D. and Yellon, S. M. 1986. Determinats of puberty in a seasonal breeder. *Recent Progress In Hormone Research*. 42: 331-384.

- McLeod, B. J. and Haresing, W. 1984. Evidence that progesterone may influence subsequent luteal function in the ewe by modulating preovulatory follicle development. *J. Reprod. Fert.* 71: 381-386.
- Caraty, A., Delaleu, B., Chesneau D., Deghenghi, R. and Fabre-Nys C. 1999. Sequential role of estradiol and the preovulatory GnRh secretion for the full expression of estrus behavior in the ewe. Annual Meeting of the Society of Neuroscience, 23-28 octobre, Miami-Beach, USA Abst.
- Zarco, Q. L., Stabenfeldt, G. H., Quirke, F. J., Kindahl, H. and Bradford, G. E. 1988. Release of prostaglandin F₂ α and the timing of events associated with luteolysis in ewes with oestrus cycles of different lengths. *J. Reprod. Fert.*, 83: 517-526.
- Karsch, F.J., Bowen, J. M., Caraty, A., Evans, N.P., Moenter, S. M. 1997. Gonadotropinreleasing hormone requirements for ovulation. *Biol. Reprod.* 56:303 – 309.
- Foster, D.L. and D.H. Olster. 1985. Effect of restricted nutrition on puberty in the lamb: Pattern of luteinizing hormone (LH) secretion and competency of the LH surge system. *Endocrinology.* 116 (1): 375.
- Bister, J. L., Paquay, R., 1983. Fluctuations in plasma levels of follicle-stimulating hormone during estrous cycle, anoestrus, gestation and lactation in the ewe: evidence for an endogenous rhythm of FSH release. *Theriogenology.* 4: 565-582.
- Foster, D.L. 1984. Preovulatory gonadotropin surge system of prepubertal female sheep is exquisitely sensitive to the stimulatory feedback action of estradiol. *Endocrinology.* 11 (3): 1186.

- Perón, N., Limas, T y Fuentes, J. L. 1991. El ovino Pelibuey de Cuba. Revisión bibliográfica de algunas características productivas. Rev. Mundial Zootecnia. 66: 32-39.
- Foster, D. L. and Nagatani, S. 1999. Physiological perspectives on leptin as a regulator Role in timing puberty. Biol. Reprod. 60: 205-215.
- Rodríguez, C. J., Gallegos, S. J. 2001. Leptina y el Control de la Pubertad. II Curso Internacional de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes Montecillo, Texcoco, Edo, de México. 18 al 21 de sep. pp. 115-120.
- Buskirk, D.D., D.B. Faulkner, and F.A. Ireland. 1995. Increased postweaning gain of beef heifers enhanced fertility and milk production. J. Anim. Sci. 73 (4): 937.
- Gonzalez-Padilla, E., J.N. Wiltbank and G.D. Niswender. 1975a. Puberty in beef heifers. 1. The interrelationships between pituitary, hypothalamic and ovarian hormones. J. Anim. Sci. 40(6):1091.
- Day, M. L., Imakawa, K., Zalesky, D. D. Schambacher, B. D. Kittok, R. J. and Kinder J. E. 1984. Endocrine mechanisms of puberty in heifers. Estradiol negative feedback regulation of luteinizing hormone secretion. Biol. Reprod. 31: 332.
- Day, M.L., K. Imakawa, D.D. Zalesky, R.J. Kittok and J.E. Kinder. 1986. Effects of restriction of dietary energy intake during the prepubertal period on the secretion of luteinizing hormone and responsiveness of the pituitary to luteinizing hormone releasing hormone heifers. J. Anim. Sci. 62:1641.
- Randel, R.D., L.M. Rutter and R.C. Rhodes III. 1982. Effects of monensin on the estrogen-induced LH surge in prepubertal heifers. J. Anim. Sci. 54: 806.

- Peters, R.R., L.T. Chapin, R.S. Emery and H.A. Tucker. 1980. Growth and hormonal response of heifers of various photoperiods. *J. Anim. Sci.* 51:1148.
- Hansen, P.J., L.A. Kamwanja and R.E. Huser. 1983. Photoperiod influences age at puberty of heifers. *J. Anim. Sci.* 57:985.
- Petitclerc, D., L.T. Chapin, R.S. Emery and H.A. Tucker. 1983. Body growth, growth hormone, prolactin and puberty response to photoperiod and plane of nutrition in Holstein heifers. *J. Anim. Sci.* 57: 892.
- Cook NB, Nordlund KV 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. *Veterinary Journal* 179: 360- 369pp
- Schillo, K.K , P.J. Hansen , L.A. Kamwanja , D.J. Dierschke and E.R. Hauser. 1983. Influence of season on sexual development in heifers: Age at puberty as related to growth and serum concentration of gonadotropins, prolactin, thyroxine and progesterone. *Biol. Reprod.* 28: 329.
- Roy, J.B.H., C.M. Gilles, M.W. Perfitt and I.J.F. Stobo. 1980. Effect season of the year and phase of the moon on puberty and on occurrence of oestrus and conception in dairy heifers reared on high planes of nutrition. *Anim. Prod.* 34: 13.
- Gallegos-Sánchez, J., Picard, S., Delaleu, B., Malpoux, B. and Thiery, J. C. 1996. Initiation of the oestradiol-induced inhibition of pulsatile secretion in ewes under long days, comparison of peripheral versus central treatment and neurochemical correlates. *Journal of Endocrinology.* 30: 149-162.
- Malpoux, B., Daveau, A., Maurice, F., Gayrard, V., and Thiéry, J. C. 1993. Short-day effects of melatonin on luteinizing-hormone secretion in the ewe : Evidence for

central sites of action in the mediobasal hypothalamus. *Biology of Reproduction* 48: 752-760.

Valencia, M y González Padilla, E. 1983. Pelibuey sheep in México. En *Hair sheep of western Africa and the Americas*. Fitzhugh, H. A. y Bradford, G. F., ad. Winrock Int. Study. Westview Press. 319 p.

Freetly H.C., and L.V. Cundiff. 1997. Postweaning growth and reproduction characteristics of heifers sired by bulls of seven breeds and raised on different levels of nutrition. *J. Anim. Sci.* 75 (11): 2841.

Foldager, J. 2000. High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. *Domest. Anim. Endocrin.* 19 (2) : 93.

Buskirk, D.D., D.B. Faulkner, and F.A. Ireland. 1995. Increased postweaning gain of beef heifers enhanced fertility and milk production. *J. Anim. Sci.* 73 (4): 937.

Calderon-Robles R.C., A. Villa-Godoy, y J.J. Lagunes. 1998. Frecuencia y origen de las elevaciones transitorias de progesterona en vaquillas cebu y suizo pardo prepuberes en condiciones tropicales. *Técnica Pecuaria en México*. vol. 36 (1) : 1.

Hall, J.B, R.B. Staigmiller, R.E. Short , R.A. Bellows , M.D. Macneil and S.E. Bellows. 1997. Effect of age and pattern of gain on induction of puberty with progestin in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 75 (6): 1606.

González de Bulnes, A., Santiago Moreno, J. y López Sebastián, A. 1999. Ecografía aplicada al control de la reproducción en ovino y caprino. *Ovis*. Marzo, No. 61. 13-19.

Galina C y Valencia J 2006 Reproducción de Animales Domésticos. Editorial Limusa. 577 p.

Leyva, V., Buckrell, B. C., Walton J. S. 2000. Follicular activity and ovulation regulated by exogenous progestagen and PMSG in anestrus ewes. J. Neuroendocrinology. 12 (2):121-129.

Rangel, S. R. 2001. Experiencias en Inseminación Artificial y Transferencias de Embriones en Ovinos en México. II Curso Internacional de Fisiología de la Reproducción en Rumiantes. Montecillo, Texcoco, Edo, de México. 18 al 21 de Sep. pp. 24-64.

Avila, O. J. G., Rangel, S. R., Echegaray, T. J. L., Apodaca, S. C. y Ayala, O. J. 1997. Efecto de dosis de PMSG en la sincronización de celos en ovejas Criollas. Reunión de la Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinos. Qro. 26 Junio. 65 p.

Kusina, N. T., Tarwirei, F., Hamudikuwanda, H., Agumba, G. and Mukwena, J. A. 2000. Comparison of the effects of progesterone sponges and ear implants, PGF $_{2\alpha}$, and their combination on efficacy of estrus synchronization and fertility of masai goats. Therio. 53: 1567 -1580.

Smith, B.A., J.S. Brinks and G.V. Richardson. 1989. Relationships of sire scrotal circumference to offspring reproductive and growth. J. Anim. Sci. 67: 2881.

Honaramooz, A., R.K. Chandolia, A.P. Beard and N.C. Rawlings. 2000. Opioidergic, dopaminergic and adrenergic regulation of LH secretion in prepubertal heifers. J. Repro. Fert. 119 (2): 207.

Grajales, H., Hernández A., y Prieto E. 2006. Edad y peso a la pubertad y su relación con la eficiencia reproductiva de grupos raciales bovinos en el trópico Colombia.

Livestock Research for Rural Development. Volmen 18, numero 10: 1204-1211

Vasquez, Y, C. 2017. Evaluacion de los diferentes factores que afectan la reproduccion bovina con relacion a bienestar animal. Tesis, Para optar al Grado Académico de Especialista en Reproducción Bovina. Universirad de Cordoba, Argentina. pp 22.