

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



LAS CABRAS NACIDAS EN EL MES DE ENERO EN CONTACTO
RESTRINGIDO CON MACHOS ADELANTAN EL INICIO DE LA PUBERTAD

POR:

LUIS ANTONIO CORTÉS MARTÍNEZ

TESIS:

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



LAS CABRAS NACIDAS EN EL MES DE ENERO EN CONTACTO
RESTRINGIDO CON MACHOS ADELANTAN EL INICIO DE LA PUBERTAD

POR:

LUIS ANTONIO CORTÉS MARTÍNEZ

DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA
ASESOR PRINCIPAL

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MC RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

DRA. ILDA GRACIELA FERNÁNDEZ GARCÍA

PRESIDENTE

DR. HORACIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

VOCAL

DR. JOSÉ ALFREDO FLORES CABRERA

VOCAL

DR. JESÚS VIELMA SIFUENTES

VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2014

DEDICATORIA

*A mis padres Margarita Martínez Hernández y Zeferino Cortés
Hernández*

Por darme la vida, por ser unos padres excepcionales y un ejemplo de vida. Por apoyarme incondicionalmente en cada una de mis decisiones, por ser unos padres de gran valía y ejemplo de vida, por todos los consejos recibidos a diario. Por brindarme la confianza y apoyo necesario durante toda esta etapa de mi vida, por el amor, cariño, esfuerzo, paciencia y todas aquellas enseñanzas que me dieron, por los valores que permitieron formarme como una persona íntegra. Por enseñarme a ser persistente y continuar luchando hasta alcanzar mis metas y sueños. Y sobre todo por siempre haber creído en mí. Mejores padres que ustedes no pude tener o haber pedido, LOS QUIERO Y AMO.

A mis hermanos Zeferino y Samuel

Por su apoyo incondicional, palabras de aliento a diario, por los momentos vividos, sobre todo por estar cuando los he necesitado y por creer en mí. LOS QUIERO.

A mi novia Susana

Por siempre apoyarme, darme palabras de aliento, compartir momentos buenos y malos en mi vida durante este tiempo que hemos compartido y estado juntos, por soportar; entender; ser paciente y apoyar mis decisiones a pesar de ser complicadas o difíciles para ti, porque a pesar de la distancia que nos separa siempre estas presente dándome apoyo y recordarme que siempre hay alguien con quien puedo compartir muchas cosas hermosas de esta vida, pero sobre todo por ese amor incondicional que a diario me has demostrado. TE AMO.

A toda mi familia

En general a mis tíos y abuelos, gracias por sus palabras de aliento, consejos y porque de una u otra manera me han apoyado.

¡A TODOS GRACIAS, MUCHAS GRACIAS POR TODO!

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Unidad Laguna

Por haberme dado la posibilidad de adquirir conocimientos, habilidades y aptitudes necesarias para una formación profesional íntegra y de calidad. Por haberme acogido durante 5 años donde me pude formar como profesionista y por darme las herramientas necesarias para afrontar la vida.

A la doctora Ilda Graciela Fernández García

Por haberme brindado la oportunidad de realizar mi servicio social en su proyecto de investigación en el Centro de Investigación de Reproducción Caprina (CIRCA) de la UAAAN.

Un agradecimiento aún más especial a ella por dirigir este trabajo de tesis, por compartir su enorme experiencia de conocimientos adquiridos durante toda su vida profesional, por haberme brindado todas las facilidades para llevar a cabo el mismo, y sobre todo, por haberme brindado su amistad; haciendo más ameno la realización de este trabajo y mi estancia en esta universidad.

A mi Honorable Jurado Examinador:

Los doctores Horacio Hernández Hernández, José Alfredo Flores Cabrera y Jesús Vielma Sifuentes, por sus revisiones, acertadas correcciones y disponibilidad para poder elaborar un buen trabajo.

A mis catedráticos:

MC Juan Luis Morales de la Cruz, MVZ Alejandro Ernesto Cabral Martel, MC José Luis Covarrubias Castro, por brindarme su amistad, sus consejos y enseñanzas.

A todos los catedráticos de esta Universidad por haberme ayudado en el aprendizaje y adquisición de nuevos conocimientos.

Al MVZ Ramiro López Rincón

Por haber sido un gran amigo, compañero, compadre y un hermano, por siempre haber estado en las buenas y en las malas brindándome su apoyo, palabras de aliento y consejos.

A la MVZ Xóchitl Hernández Peña

Por ser una gran amiga, compañera y hermana. Por su apoyo incondicional en todo momento, por todos sus consejos, palabras de aliento, regaños y permitirme conocerla mucho más de un aula de clases, además de haber sido una persona excepcional conmigo.

A la MVZ Brenda Cote Cuapio

Por ser una gran amiga, compañera, por su apoyo incondicional en todo momento, por todos sus consejos y palabras de aliento.

A mis amigos

Los MVZ Noé Aguilar de la Rosa, Jorge Guillermo Gómez Pérez, Enrique Basilio Velasco, Roberto Miguel Silva, Hugo Zuriel Guerrero Gallego, Víctor Daniel Cruz Mena, Edgar Díaz Rojas, Erik Alejandro Cortés Ruiz, Ana Karent Gómez Pérez, José Luis Martínez Santiago; por su apoyo en todo momento, por compartir estos años de formación académica y brindarme su amistad.

Al MVZ Juan Carlos López Hernández

Por su amistad durante todos este tiempo, consejos y apoyo, por haberme abierto las puertas de su casa en el momento que lo requerí.

A todos mis amigos de otros semestres y otras carreras, al grupo Maayus y a todos sus integrantes.

¡A TODOS MUCHAS GRACIAS!

ÍNDICE

	Página
Resumen	XI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 La pubertad en hembras caprinas y ovinas	3
2.2 Bases neuroendocrinas y fisiológicas en el inicio de la pubertad	3
2.2.1 Cambios en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas que indican la pubertad	4
2.3 Factores que participan en el inicio de la pubertad en las hembras	5
2.3.1 Razas	5
2.3.2 Época de nacimiento	6
2.3.3 Fotoperiodo	7
2.3.4 Nutrición	9
2.3.5 Relaciones socio-sexuales	10
2.3.6 Influencia de la presencia del macho y de las señales que emiten sobre el inicio de la pubertad de las hembras	11
OBJETIVO	12
HIPÓTESIS	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar del estudio	13
3.2. Manejo de las hembras caprinas	13
3.3. Inicio de la pubertad determinada por los niveles de progesterona plasmática	14
3.4. Análisis estadísticos	15
IV. RESULTADOS	16
4.1. Edad a la pubertad en cabras	16
V. DISCUSIÓN	18
VI. CONCLUSIONES	20
VII. LITERATURA CITADA	21

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	Página
Figura 1. Figura 1. Variaciones anuales del fotoperiodo (a) y variaciones estacionales de la actividad ovulatoria en las hembras caprinas de la Comarca Lagunera ubicada en el subtrópico mexicano (b, Adaptado de Duarte <i>et al.</i> , 2008).	8
Figura 2. Porcentaje de hembras que ovularon de acuerdo a los días después del nacimiento. El nacimiento de todas las hembras ocurrió en el mes de enero. Un grupo de hembras fue aislado de machos (■); en el segundo grupo de hembras tuvieron contacto restringido con los machos durante todo el estudio en (●); en el tercer grupo, las hembras tuvieron en contacto total con machos (○). ^{a, b} Literales diferentes entre grupos difieren significativamente (P < 0.05).	17
Tabla 1. Edad al inicio de la pubertad y rango en días en las cabras aisladas, en contacto restringido y total de machos (media ± e.e.).	16

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar si las cabras nacidas en enero en contacto restringido o total de machos adelantan el inicio de la pubertad. Se utilizaron 29 cabritas, cuya fecha promedio de nacimiento fue el 10 de enero (± 2.0 días), se separaron de sus madres a los 3 días y se criaron artificialmente con leche de cabra hasta los 40 días. Posteriormente, fueron asignadas al azar a 3 grupos. Un grupo de hembras ($n = 9$) se mantuvo aislado de machos cabríos. En el segundo grupo ($n = 10$), las hembras tuvieron contacto restringido con 2 machos adultos vasectomizados. Estas hembras percibieron señales visuales, auditivas, olfativas y táctiles restringidas de los machos vasectomizados. Las hembras y los machos estaban separados por una malla ciclónica. En el tercer grupo ($n = 10$) las hembras tuvieron contacto permanente total con 2 machos vasectomizados, percibiendo las señales visuales, auditivas, olfativas y táctiles. El inicio de la pubertad se consideró cuando las concentraciones plasmáticas de progesterona alcanzaran ≥ 1 ng/ml, en al menos dos muestreos sanguíneos consecutivos. Las cabras en contacto restringido y total con los machos iniciaron la pubertad a los 277 ± 5 y 280 ± 8 días, respectivamente ($P = 0.9$). Mientras que las hembras aisladas de los machos el inicio de la pubertad fue a los 300 ± 5 días ($P \leq 0.05$). Se concluye que en las hembras caprinas el inicio de la pubertad es adelantada ya sea si se mantienen en contacto restringido o total con machos.

PALABRAS CLAVE: Pubertad, cabras, señales sensoriales, fotoperiodo, época reproductiva.

I. INTRODUCCIÓN

México posee un inventario de 8, 700, 000 cabezas de ganado caprino, con una producción anual de carne de 39,567 toneladas y una producción láctea de 152,332 toneladas (SIAP, 2013). La mayoría de la producción caprina se lleva a cabo en población rural, el 73% de las unidades de producción caprina la tienen el 84% de los campesinos ejidales (Hernández, 2000). El 75% de la producción de leche de cabra está concentrada en dos regiones: en la Comarca Lagunera (Coahuila y Durango) y en Celaya, Guanajuato (SIAP, 2013).

El inicio de la pubertad en las hembras caprinas y ovinas es el momento cuando se detecta su primera ovulación o su primer comportamiento estral (Joubert, 1963; Foster, 1994; Delgadillo *et al.*, 2007). El comportamiento sexual de las hembras repercute en la productividad de los hatos caprinos.

La transición de la etapa pre-púber a púber, está influenciada por diversos factores como la época de nacimiento, el fotoperiodo, la masa corporal, la nutrición y las relaciones socio-sexuales, entre otros (Shelton, 1978; Foster, 1994; Delgadillo *et al.*, 2007). El inicio de la pubertad es el resultado de una serie de eventos complejos que se llevan a cabo en el eje endocrino reproductivo, donde se observa un incremento en los pulsos de la GnRH y de la LH, y en consecuencia de la ovulación (Foster, 1994).

En la mayoría de los mamíferos, la presencia del macho influye en el inicio y en la duración de la época de actividad reproductiva anual de las hembras (Shelton, 1960; Craig, 1981; Hemsworth *et al.*, 1982). Existe poca información en

relación al inicio de la pubertad en las hembras caprinas cuando son expuestas a diferentes grados de contacto con el macho. Por ello, el presente estudio fue diseñado para determinar si las hembras caprinas en contacto restringido con el macho adelantan el inicio de la pubertad, o si es necesario el contacto total con el mismo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 La pubertad en hembras caprinas y ovinas

En la presente tesis se define el inicio de la pubertad, cuando las hembras caprinas muestran su primer comportamiento estral o cuando se detecta su primera ovulación (Kinder, 1987; Foster y Jackson, 2006; Delgadillo *et al.*, 2007). La gran variabilidad racial, así como, las diferentes áreas geográficas donde se encuentran las hembras influye en el inicio de la pubertad (Valasi *et al.*, 2012). El inicio de la pubertad no se presenta en función de la edad cronológica, sino más bien, es un proceso complicado donde participan un gran número de factores tanto internos como externos, que dependen de la jerarquía y de las interacciones de las diferentes señales que permiten o inhiben dichos procesos (Meza-Herrera, 2008; Valasi *et al.*, 2012).

2.2 Bases neuroendocrinas y fisiológicas en el inicio de la pubertad

Previo a la pubertad, el sistema de retroacción negativa de los esteroides ováricos está presente. Por el contrario, conforme avanza el estado puberal, la señal de retroacción positiva de los esteroides ováricos se torna activa y eficiente, estableciendo una ciclicidad normal al final de dicha etapa. En el inicio de la pubertad, el eje hipotálamo-hipófisis disminuye su sensibilidad a los efectos inhibitorios de los esteroides gonadales, lo cual permite un incremento en la frecuencia de pulsos de GnRH y LH (Foster, 1984; Olster y Foster, 1986). Los pulsos de la GnRH y por consiguiente de la LH ocurren a intervalos de 2 a 3 h (Foster y Jackson, 2006). La transición completa de un estado pre-puberal a otro de madurez sexual, es un prerrequisito en el establecimiento de la función

reproductiva en los animales domésticos (Apter, 1997; Roth *et al.*, 2001; Teresawa, 2005; Clarkson y Herbison, 2006).

2.2.1 Cambios en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas que indican la pubertad

Durante la transición del estado pre-púber al púber se detectan cambios en el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas. Antes del inicio de la pubertad, la secreción de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH) es significativamente inactiva. La GnRH inicia primeramente la secreción masiva de los niveles de las hormonas gonadotrópicas folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH), mismas que se incrementan gradualmente cuando se inicia la pubertad, estimulando la maduración de folículos y la producción de estrógenos en los ovarios (Huffman *et al.*, 1987; Teresawa, 2005; Clarkson y Herbison, 2006; Ojeda *et al.*, 2006). A medida que estos folículos crecen, se vuelven cada vez más sensibles a la LH y a su vez secretan más cantidades de estradiol que provocan el pico preovulatorio de LH y, finalmente la ovulación (Foster y Ryan, 1981). En las cabras es frecuente la manifestación de la actividad estral asociada a la primera ovulación. Por ejemplo, en el 60% de las hembras caprinas de Marruecos, el primer estro se acompaña de actividad ovulatoria (Chentouf *et al.*, 2011). De igual manera, Chemineau (1986) reportó que el 50% de las cabras de la isla Guadalupe ovularon manifestando actividad estral, mientras que el 36% presentaron estro sin ovulación. Otra característica del inicio de la pubertad en las cabras es la manifestación de ciclos cortos o ciclos estrales irregulares (Chemineau *et al.*, 2006).

2.3 Factores que participan en el inicio de la pubertad en las hembras

El inicio de la pubertad en las hembras caprinas y ovinas, está influenciado por diversos factores como: la raza, la época de nacimiento, con el fotoperiodo y/o la estacionalidad reproductiva, la nutrición y la presencia del macho (Foster *et al.*, 1985; Foster *et al.*, 1986; Greyling y van Niekerk, 1990; Delgadillo *et al.*, 2007).

2.3.1 Razas

La mayoría de las cabras inician la pubertad relativamente a edad temprana, aunque hay diferencias entre genotipos (Shelton, 1977). Por ejemplo, se ha observado que las cabras de la raza Pygmy inician la actividad sexual a los 3 meses de edad. Mientras que las cabras de la raza Shiba y las cabras de la isla Guadalupe en el Caribe, la pubertad inicia de los 5.6 a los 6.7 meses de edad. En las cabras de la raza Saanen la pubertad inicia a los 7.8 meses de edad (Amoha y Bryant, 1984; Chemineau, 1993; Sakurai *et al.*, 2004). Así mismo, la edad a la pubertad en la cabra enana de Pakistán inicia entre los 3 y 6 meses, con un promedio de 4 meses (Khanum *et al.*, 2000). Las cabras de la raza Hebsi y Zomri originarias de Arabia Saudita, inician la pubertad a los 366 ± 2 y 374 ± 2 días de edad, respectivamente. En un estudio realizado en India, indica que las cabritas de razas enanas que reciben buen cuidado y manejo, inician la pubertad a los 5 meses (rango de 150 a 247 días). En cambio, las razas de talla mediana y grande, inician la pubertad a una edad más tardía en un rango 325-550 días (Agrawalt *et al.*, 1992).

2.3.2 Época de nacimiento

En las especies estacionales, como es el caso de algunas razas de hembras caprinas, la época de nacimiento tiene un efecto marcado en la edad de inicio de la pubertad, sobre todo en condiciones extensivas (Wilde y María, 2008). Las corderas nacidas en otoño-invierno inician la pubertad antes, en comparación con las nacidas en primavera-verano (Foster, 1994). Este mismo patrón se observó en las cabritas Serranas de España, donde las crías que nacen entre diciembre-febrero, inician antes la pubertad, en comparación con las crías nacidas entre julio-agosto (Zarazaga *et al.*, 2005).

En un estudio realizado en Zacatecas, México (23°), las cabritas que nacen entre enero-marzo, inician su ciclicidad a finales de agosto o principios de septiembre del mismo año (González, 2012). Así mismo, en la Comarca Lagunera de México (26°), un estudio muestra el efecto del mes de nacimiento sobre el inicio de la pubertad en las cabritas Criollas de esta región. Dicho estudio menciona que las cabritas nacidas en los meses de enero, mayo y octubre, inician la pubertad a los 264 ± 5 , 201 ± 3 y 344 ± 5 días, respectivamente (Delgadillo *et al.*, 2007). De igual manera, se observó que las hembras que nacen en enero y en mayo, inician la pubertad en septiembre y diciembre del mismo año que nacieron (Delgadillo *et al.*, 2007). En los ejemplos antes mencionados el inicio de la pubertad fue siempre durante la época natural de reproducción (agosto-marzo; Duarte *et al.*, 2008).

Greyling y van Niekerk (1990), reportan que las cabritas de la raza Boer nacidas en Sudáfrica que son destetadas en la época reproductiva (abril), inician

la pubertad más temprano en comparación con las hembras destetadas en la época no reproductiva (diciembre).

2.3.3 Fotoperiodo

De los factores ambientales, el fotoperiodo es el más repetible y con variabilidad nula entre un año y el siguiente. Está reportado que las horas luz, sincroniza el ciclo reproductivo anual de los ovinos y en los caprinos. Estas especies detectan las variaciones anuales en la duración del fotoperiodo, utilizando una compleja red neural a nivel central donde se transforma la señal luminosa a una señal hormonal a través de la síntesis y secreción de melatonina (Malpaux *et al.*, 1997, 1999; Barrell *et al.*, 2000).

También las cabras originarias o adaptadas a regiones subtropicales muestran estacionalidad de su actividad sexual a través del año, misma que está asociada con los cambios en el fotoperiodo (Restall, 1992; Delgadillo *et al.*, 2004; Duarte *et al.*, 2008; Figura 1). En la Comarca Lagunera el fotoperiodo natural varía de 13:41 horas de luz, en el solsticio de verano a 10:19 horas de luz, en el solsticio de invierno (Delgadillo *et al.*, 1999). El fotoperiodo es el factor ambiental primario que regula estos eventos. Está reportado que el origen de la raza determina el comportamiento reproductivo estacional. Por lo tanto, las razas originarias de latitudes altas ($>35^\circ$) presentan una marcada estacionalidad reproductiva (Karsch *et al.*, 1984; Robinson y Karsch, 1984; Robinson *et al.*, 1985; Malpaux *et al.*, 1987). Mientras que los ovinos de origen mediterráneo o ecuatorial expresan estacionalidad reproductiva reducida y en ocasiones inexistente (Porrás, 1999; Cerna *et al.*, 2000; Valencia *et al.*, 2006; Arroyo *et al.*, 2007).

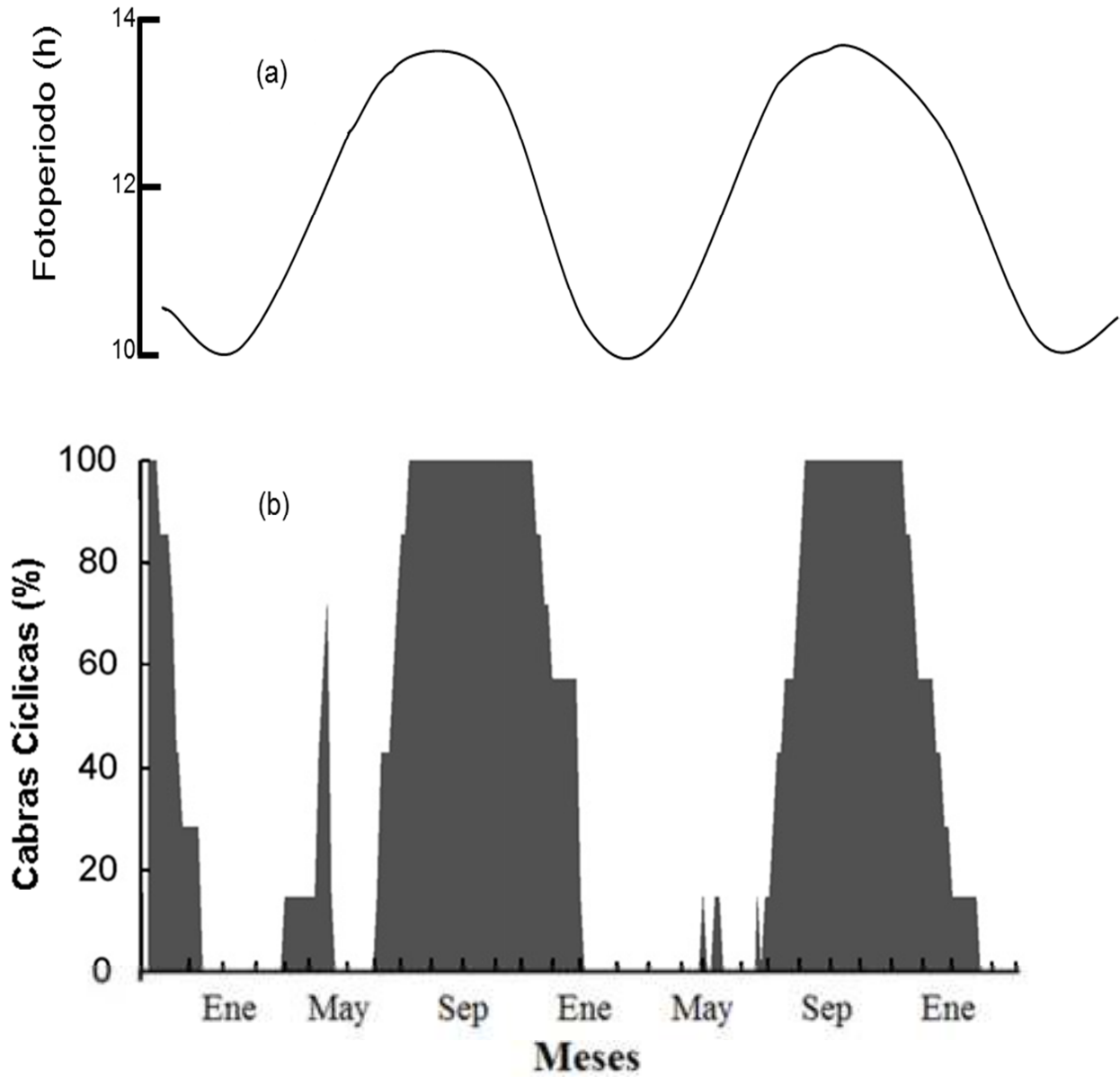


Figura 1. Variaciones anuales del fotoperiodo (a) y variaciones estacionales de la actividad ovulatoria en las hembras caprinas de la Comarca Lagunera ubicada en el subtrópico mexicano (b, Adaptado de Duarte *et al.*, 2008).

2.3.4 Nutrición

El inicio de la actividad sexual, así como, la madurez del aparato reproductivo, depende en gran medida del grado de desarrollo corporal, donde la alimentación juega un papel fundamental. Tanto el estado metabólico de la hembra como la disponibilidad de nutrientes participan en el inicio de la función reproductiva (Meza-Herrera, 2008; González-Bulnes *et al.*, 2011). Si las hembras han recibido un adecuado aporte nutricional es muy probable que inicien su actividad sexual a edad temprana (5 meses; Zamora, 2009). También se ha reportado que las hembras pueden iniciar la pubertad entre los 3 y 4 meses de edad, si reciben un adecuado aporte nutricional (Santiago, 2006). Reportes previos indican que si la hembra alcanza entre un 70 a 75% de su peso corporal adulto, es más factible que inicie su pubertad (Daza *et al.*, 2004).

Por el contrario, estudios previos indican que niveles bajos de proteína en la dieta promueven la disminución de la ganancia diaria de peso, ejerciendo un efecto inhibitorio en la síntesis y en la secreción de la LH. Ello sugiere que el nivel de proteína en la dieta es considerado como un modulador de los procesos neuronales que promueven la GnRH cuando inicia la pubertad (Meza-Herrera, 2008).

2.3.5 Relaciones socio-sexuales

La sociabilidad la definen Rodero *et al.* (2005) “.....como la tendencia a formar relaciones cooperativas interdependientes que permiten una comunicación recíproca que trasciende la mera actividad sexual.....”. Estas relaciones socio-sexuales son características en especies domésticas como la cabra, la oveja y la cerda, donde las hembras modifican su comportamiento ante dichas relaciones (Hemsworth *et al.*, 1982; Hawken *et al.*, 2007; Delgadillo *et al.*, 2009).

Bronson y Heideman (1994), reportan que el fotoperiodo puede interactuar con las señales sociales, con la temperatura ambiental o con la disponibilidad de alimentos para desencadenar en el inicio o con la finalización de la estación sexual reproductiva. Además, estudios recientes indican que las "señales socio-sexuales" y los conductuales proporcionadas por el macho pueden actuar por diferentes vías sensoriales (visuales, táctiles, auditivas, olfativas), para modular algunos de los procesos reproductivos específicos de la hembra, como es el estro y la ovulación (Bedos *et al.*, 2014; Delgadillo *et al.*, 2014; Martínez-Alfaro *et al.*, 2014).

También se ha observado que las interacciones socio-sexuales pueden originar un estado de estrés, mismo que es capaz de alterar la actividad reproductiva (rivalidad social; Bronson y Heideman, 1994).

En conjunto, estos estudios sugieren que actividad reproductiva de las hembras es modulada por las señales sensoriales emitidas durante la interacción con sus congéneres y por el comportamiento sexual de los machos.

2.3.6 Influencia de la presencia del macho y de las señales que emiten sobre el inicio de la pubertad de las hembras

La presencia de otros individuos y su interacción con ellos influyen en el comportamiento sexual y reproductivo de los animales domésticos (Ungerfeld, 2007). Está reportado que la presencia del macho influye en el comportamiento estral de la hembra, en la frecuencia y en la duración del cortejo (Dukes y Swenson, 1978).

Greyling y van Niekerk (1990), indican que una mayor proporción de cabras pre-púberes en contacto permanente con el macho vasectomizado adelantan su primer comportamiento estral en relación a las hembras que se les ha reducido el tiempo de permanencia con el macho cabrío (24 h y 30 min/día; 93.3 vs 48.3%, respectivamente).

En otras especies se observa similitud, por ejemplo, en la cerda (*Sus scrofa*) las emisiones sonoras de los verracos hacen sinergia con el sentido de la vista, de tal manera que perciben olores del macho permitiendo posturas sexuales de inmovilización que facilitan que la hembra sea montada y penetrada por el verraco (Signoret, 1974). Así mismo, las cerdas jóvenes que no han socializado o interactuado con los verracos durante la etapa pre-púber disminuyen su comportamiento sexual cuando están en contacto por primera vez con él (Hemsworth *et al.*, 1982). También en el venado rojo (*Cervus elaphus*), la exposición de las hembras a las vocalizaciones (señal auditiva) de machos sexualmente activos adelanta la fecha de inicio de la actividad sexual (McComb, 1987).

OBJETIVO

Determinar si las cabras nacidas en enero en contacto restringido o total de machos adelantan el inicio de la pubertad.

HIPÓTESIS

Las cabras nacidas en enero en contacto permanente restringido con machos adelantan el inicio de la pubertad de manera similar a las cabras que están en contacto total de machos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar del estudio

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en el municipio de Torreón Coahuila. Este municipio forma parte de la Comarca Lagunera, misma que se ubica a una latitud de 26° 37'N y a una altitud de 1100 msnm. En esta región, el clima es semi-desértico con temperaturas promedio máximas y mínimas de 40° C y 6° C que se registran en el mes de junio y diciembre, respectivamente (INEGI, 2011). El fotoperiodo natural en esta región varía de 13:41 h de luz en el solsticio de verano a 10:19 h de luz en el solsticio de invierno (Delgadillo *et al.*, 1999).

3.2. Manejo de las hembras caprinas

Se utilizaron 29 cabritas locales de la Comarca Lagunera, cuya fecha promedio de nacimiento fue el 10 de enero (± 2.0 días). Las hembras nacieron durante la época natural reproductiva en hembras adultas en esta región (Duarte *et al.*, 2008). Las cabritas fueron separadas completamente de sus madres a los 3 días de edad y se criaron artificialmente con leche de cabra hasta los 40 días. Posteriormente, y hasta el final del estudio, se les proporcionó alfalfa henificada (18% de PC y 1.95 Mcal/kg de energía) y concentrado comercial (18% de PC y 2.05 Mcal/kg de energía) de acuerdo a sus requerimientos nutricionales. El agua y los minerales se les proporcionaron *ad libitum*. A los 41 días de edad, las hembras fueron asignadas al azar a tres grupos. Un grupo de hembras (n = 9) se mantuvo

aislado de cualquier señal visual, auditiva, olfativa y táctil de machos cabríos y de otras hembras de su misma especie. En el segundo grupo (n = 10), las hembras fueron puestas en un corral y tuvieron contacto permanente restringido con 2 machos adultos vasectomizados que estaban en un corral adyacente. La separación de este grupo de hembras con los machos fue a través de una malla de acero, con la finalidad de no permitir la cópula, cuando iniciaran su actividad sexual. En el tercer grupo (n = 10) las hembras fueron puestas en un solo corral y tuvieron contacto permanente total con 2 machos vasectomizados de 7 meses de edad. Así, las hembras percibieron señales visuales, auditivas, olfativas y táctiles con los machos vasectomizados. Las hembras de los 3 grupos fueron mantenidas en estas condiciones a partir del desde (febrero) hasta que finalizó el estudio (diciembre).

El manejo de las cabritas en el presente estudio cumplió con la Norma Oficial Mexicana, según las especificaciones para la producción, el cuidado y el manejo de los animales de laboratorio (SAGARPA-NOM-062-ZOO-2001). El destete precoz y su alimentación artificial no perturbaron su crecimiento y desarrollo normal de esta especie.

3.3. Inicio de la pubertad determinada por los niveles de progesterona plasmática

La concentración plasmática de progesterona (indicativo de ovulación), se determinó en las hembras de los tres grupos. Para ello, cada semana se tomaron muestras sanguíneas de la vena yugular desde el mes de mayo hasta diciembre

de 2012. En cada ocasión, la sangre fue obtenida mediante venopunción y una vez colectada se depositó en tubos conteniendo heparina sódica como anticoagulante. Las muestras se centrifugaron a 3500 rpm durante 30 min y el plasma recuperado se almacenó a -20°C hasta que se determinó la concentración de la progesterona plasmática mediante un radioinmunoanálisis (RIA). La concentración de progesterona en el plasma se determinó utilizando la técnica descrita por Grajales *et al.* (2010). El coeficiente de variación intra e inter-ensayo fue de 4.7% y 1.6%, respectivamente. La sensibilidad del ensayo fue de 0.02 ng/ml.

El criterio utilizado para indicar que una hembra inició su pubertad fue el momento cuando se determinó la primera ovulación (Delgadillo *et al.*, 2007). Por ello, se consideró que en las hembras la primera ovulación ocurrió cuando la concentración plasmática de progesterona fue ≥ 1 ng/ml, en al menos dos muestreos sanguíneos consecutivos.

3.4. Análisis estadísticos

La edad cuando las hembras iniciaron la pubertad se analizó con un ANOVA a un factor (tratamiento). La proporción de hembras que iniciaron la pubertad se compararon entre los 3 grupos con una prueba Chi-cuadrada. Cuando se detectaron diferencias entre los grupos, estas variables se compararon mediante con la prueba de Fisher. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico SYSTAT 13 (2009).

IV. RESULTADOS

4.1. Edad a la pubertad en cabras

La edad cuando se presentó la primera ovulación en las cabras y, en consecuencia cuando inició la pubertad no difirió significativamente entre las cabras en contacto restringido y aquellas en contacto total con machos ($P = 0.9$, Tabla 1). En cambio, en las cabras del grupo aislado la pubertad inició 23 días después de las cabras en contacto restringido y aquellas en contacto total con machos ($P \leq 0.05$, Tabla 1).

Tabla 1. Edad al inicio de la pubertad y rango en días en las cabras aisladas, en contacto restringido y total de machos (media \pm e.e.).

Grupo	n	Edad a la pubertad (días)	Rango (días)
Aislado	9	300 \pm 5 ^a	276 – 375
Total	10	280 \pm 8 ^{ab}	248 – 318
Restringido	10	277 \pm 5 ^b	255 – 297

^{a, b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia significativa entre grupos ($P < 0.05$).

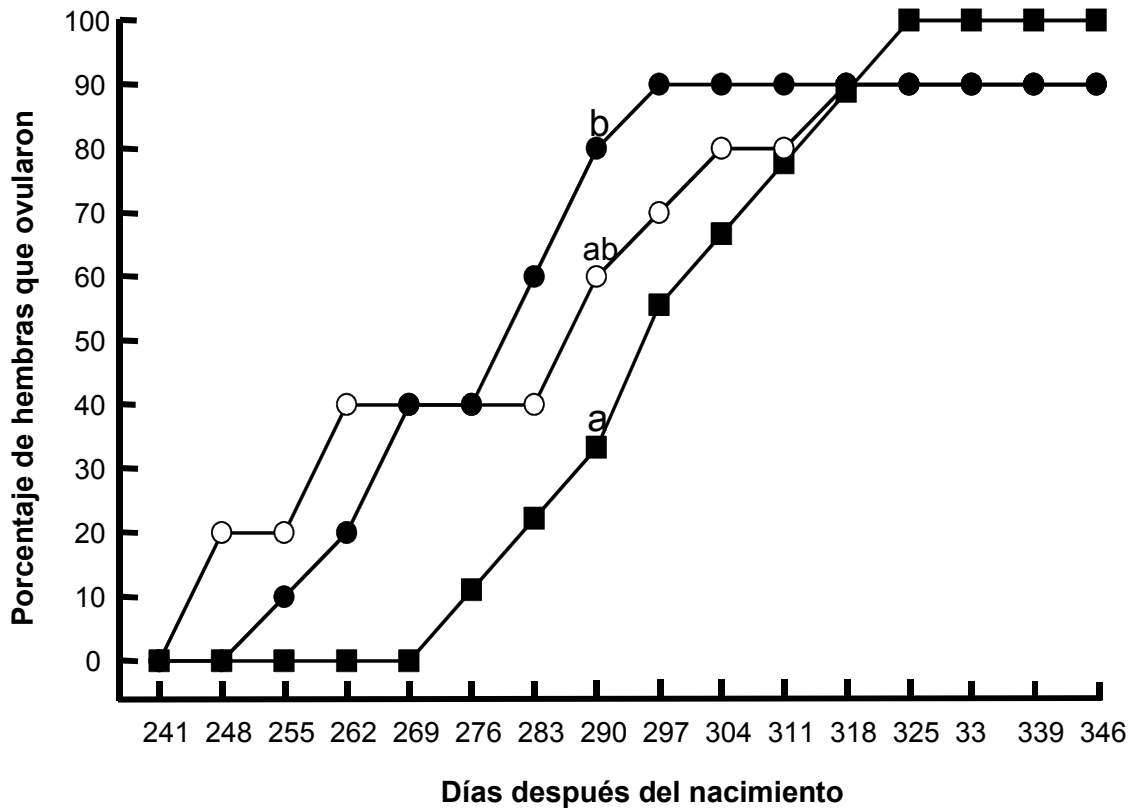


Figura 2. Porcentaje de hembras que ovularon de acuerdo los días después del nacimiento. El nacimiento de todas las hembras ocurrió en el mes de enero. Un grupo de hembras fue aislado de machos (■); en el segundo grupo de hembras tuvieron contacto restringido con los machos durante todo el estudio en (●); en el tercer grupo, las hembras tuvieron en contacto total con machos (○). ^{a, b} Literales diferentes entre grupos difieren significativamente ($P < 0.05$).

V. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente tesis indican que las cabras nacidas en el mes de enero que tuvieron contacto restringido de machos, así como, las cabras en contacto total con ellos adelantaron el inicio de la pubertad de manera similar. Mientras que las cabras aisladas totalmente de los machos el inicio de la pubertad fue con 23 días más de retraso. Los resultados del presente estudio confirman la hipótesis presentada anteriormente. Las cabritas utilizadas en el presente estudio nacieron durante los días cortos de invierno (enero) e iniciaron su pubertad durante los días largos del verano (septiembre) del mismo año, estos resultados muestran concordancia con el estudio realizado por Delgadillo *et al.* (2007) en hembras nacidas en enero en esta misma región. Así mismo, los actuales resultados coinciden con Duarte *et al.* (2008), quienes señalan que la época natural de reproducción es de agosto a marzo en cabras de esta región. Estos resultados sugieren que el principal modulador en sincronizar la actividad reproductiva de las hembras caprinas es el fotoperiodo (Delgadillo *et al.*, 1999).

Con relación a los días transcurridos para que las cabritas iniciaran la pubertad, los resultados del presente estudio muestran similitud con los hallazgos reportados por Delgadillo *et al.* (2007) en cabritas nacidas en el mes de enero, ya que dichas hembras iniciaron la pubertad a los 264 ± 5 días. Mientras que las cabras del presente estudio, mantenidas en contacto restringido y total con machos el inicio de la pubertad fue a los 277 ± 5 y 280 ± 8 , respectivamente. El inicio de la pubertad en estas cabras Criollas adaptadas al subtrópico mexicano también muestra concordancia con cabras de otras razas y de otras latitudes. Por

ejemplo, en las cabras de la raza Nubia, el inicio de la pubertad es los 275 días (El-Hassan El-Abid y Nikhaila, 2009). En el presente estudio muestra concordancia con cabras de la raza Red Sokoto, donde el inicio de la pubertad fue entre los 278–295 días (Pérez *et al.*, 1984). En el presente estudio el inicio de la pubertad en las cabras aisladas totalmente de machos fue con más días de retraso (300 ± 5 días), como se mencionó anteriormente, ello se debió muy probablemente a que este grupo fue privado de toda señal sensorial y de comportamiento sexual proporcionados por los machos cabríos. Estas hembras iniciaron la pubertad de manera natural, pero tardíamente. Los resultados del actual estudio muestra la importancia en el grupo de cabras que fue mantenido en contacto restringido los machos ya que adelantaron el inicio de la pubertad, de manera similar al grupo de cabras que tuvo contacto total con machos. Ello, debido a que ambos grupos percibieron un amplio repertorio de señales socio-sexuales y conductuales, expresados por los machos y, ellas fueron lo suficientemente sensibles a dichas señales. Aunque, el grupo de cabras en contacto restringido con los machos no percibieron la señal táctil totalmente, ya que fue mínimo este contacto a través de la malla de acero. Reportes previos señalan que el contacto total de machos con hembras, durante el reposo sexual para ambos sexos, participan señales sensoriales (visuales, táctiles, auditivas, olfativas) que influyen en el inicio de la actividad reproductiva de la hembra, como es el estro y la ovulación (Bedos *et al.*, 2014; Delgadillo *et al.*, 2009, 2014). Los resultados del presente estudio sugieren que el olor y el comportamiento sexual (señal visual) desplegado por los machos que tuvieron contacto restringido con las hembras son suficientes para iniciar la pubertad en las hembras caprinas.

VI. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten concluir que las cabritas nacidas en enero en contacto restringido con machos adelantan el inicio de la pubertad de manera similar a las cabras en contacto total de machos.

VII. LITERATURA CITADA

- Amoha, E.A., Briant, M.J. 1984. A note on the effect of contact with male goats on occurrence of puberty in female goat's kids. *Anim. Prod.* 38: 141-144.
- Agrawal, A.K., Shapiro, B.H., Pampori, N.A. 1995. Gender differences in drug metabolism regulated by growth hormone. *Int. J. Biochem. Cell. Biol.* 27: 9-20.
- Apter, D. 1997. Development of the hypothalamic pituitary-ovarian axis. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 816: 9-21.
- Arroyo, L.J., Gallegos-Sánchez, J., Villa-Godoy, A., Berruecos, J.M., Perera, G., Valencia, J. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Anim. Reprod. Sci.* 102: 24-30.
- Barrell, G.K., Thrun, L.A., Brown, M.E., Viguié, C., Karsch, F.J. 2000. Importance of photoperiodic signal quality to entrainment of the circannual reproductive rhythm of the ewe. *Biol. Reprod.* 73:769-774.
- Bedos, M., Duarte, G., Flores, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Hernández, H., Vielma, J., Fernández, I.G., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J. A. 2014. Two or 24 h of daily contact with sexually active males results in different profiles of LH secretion that both lead to ovulation in anestrus goats. *Dom. Anim. Endocrinol.* 48: 93–99.
- Bronson, F.H., Heideman, P.D. 1994. Seasonal regulation of reproduction in Mammals. In *The Physiology of Reproduction*. 2nd Edn. Ed: Knobil, E., Neill, J.D., editors. New York: Raven Press. Pp. 356-398.
- Chemineau, P. 1986. Influence de la saison sur l'activité sexuelle du cabrit créole male et female. These. Academie de Montpellier. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 105 pp.
- Chemineau, P. 1993. Reproducción de las cabras originarias de las zonas tropicales. *Rev. Latamer. Peq. Ruminantes.* 1: 2-14.

- Chemineau, P., Pellicer-Rubio, M.T., Lassoued, N., Khaldi, G., Monniaux, D. 2006. Male-induced short estrous and ovarian cycles in sheep and goats: a working hypothesis. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 417-429.
- Chentouf, M., Bister, J.L., Boulanouar, B. 2011. Reproduction characteristics of North Moroccan indigenous goats. *Small Rumin. Res.* 98: 185-188.
- Cerna, C., Porras, A., Valencia, M.J., Perera, G., Zarco, L. 2000. Effect of an inverse subtropical (19°13' N) photoperiod on ovarian activity, melatonin and prolactin secretion in Pelibuey ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 511-525.
- Clarkson, J., Herbison, A.E. 2006. Postnatal development of kisspeptin neurons in 976 mouse hypothalamus; sexual dimorphism and projections to gonadotropin-releasing hormone neurons. *Endocrinology.* 147: 5817–5825.
- Craig, J.V. Socialization. 1981. Domestic animal behavior: causes and implications for animal care and management. New Jersey: Prentice-Hall. 110-125.
- Daza, A.A., Fernández, C., Sánchez, A. 2004. Ganado caprino. Producción, alimentación y sanidad. *Agrícola Española.* Madrid, España. Pp. 214.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology.* 52: 727-737.
- Delgadillo, J.A., Fitz-Rodríguez, G., Duarte, G., Véliz, F.G., Carrillo, E., Vielma, J., Flores, J.A., Hernández, H., Malpoux, B. 2004. Management of photoperiod to control goats reproduction in the subtropics. *Reprod. Fertil. Dev.* 16: 471-478.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, G., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Fernández, I.G. 2006. Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reprod. Nutri. Dev.* 46: 391-400.

- Delgadillo, J.A., M.A. De Santiago-Miramontes, E. Carrillo. 2007. Season of birth modifies puberty in female and male goats raised under subtropical conditions. *Animal*. 1: 858-864.
- Delgadillo, J.A., Gelez, H., Ungerfeld, R., Hawken, P.A.R., Martin, G.B. 2009. The male effect in sheep and goats—revisiting the dogmas. *Behav. Brain Res.* 200: 304–314.
- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Duarte, G., Vielma, J., Hernández, H., Bedos, M., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I.G., López-Sebastián, A., Gómez-Brunet, A., Santiago-Moreno, J., Zarazaga, L.A., Keller, M., Chemineau, P. 2014. Out-of-season of reproduction in subtropical goats without exogenous hormonal treatments. *Small Rumin. Res.* 10:1016- 1021.
- Duarte, G., Flores, J.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2008. Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability. *Dom. Anim. Endocrinol.* 35: 362–370.
- Duarte, G., Nava-Hernández, M.P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2010. Ovulatory activity of female goats adapted to the subtropics is responsive to photoperiod. *Anim. Reprod. Sci.* 120: 65-70.
- Dukes, H.H., Swenson, M.J. 1978. *Fisiología de los animales domésticos*. Tomo II. Capítulo 47. Edición Española. Pp. 358.
- El-Hassan, K., El-Abid, Nikhaila, A.M.A. 2009. A Study on Some Non- Genetic Factors and their Impact on Some Reproductive Traits of Sudanese Nubian Goats. *Int. J. Dairy Sci.* 4: 152-158.
- Escobar, M.F.J. 2003. Estacionalidad Reproductiva de la Cabra. *Revista Digital de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas.* 2: 1-27.

- Foster, D.L., Ryan, K.D. 1981. Premature seasonal inhibition of tonic LH secretion by oestradiol in the female lamb and its consequences. *J. Reprod. Fertil.* 63: 289–294.
- Foster, D. L., 1984. Preovulatory gonadotropin surge system of prepubertal female sheep is exquisitely sensitive to the stimulatory feedback action of estradiol. *Endocrinol.* 116: 375–381.
- Foster, D.L, Yellon, S.M., Olster, D.H. 1985. Internal and external determinants of the timing of puberty in the female. *J. Reprod. Fertil.* 75: 327-344.
- Foster, D.L., Karsch, F.J., Olster, D.H., Ryan, K.D., Yellon, S.M. 1986. Determinants of puberty in a seasonal breeder. *Rec. Progr. Horm. Res.* 42: 331- 384.
- Foster, D.L. 1994. Puberty in sheep. *The physiology of reproduction.* Raven Press, New York, USA. 2nd Ed. Vol. II: 411-492.
- Foster, D.L., Jackson, L.M., Padmanabhan, V. 2006. Programming of GnRH feedback controls timing puberty and adult reproductive activity. *Mol. Cell. Endocrinol.* 25: 109-119.
- Gatica, M.C., Celi, I., Guzmán, J.L., Zarazaga, L.A. 2012. Utilización de fotoperiodo e implantes de melatonina para el control de la reproducción en caprinos Mediterráneos. *REDVET.* 13:10; 1-15.
- González-Bulnes, A., Meza-Herrera, C.A., Rekik, M., Ben Salem, H., Kridli, R.T. 2011. Limiting Factors and Strategies for Improve Reproductive Outputs of Small Ruminants Reared in Semiarid Environments. In: *Semi-Arid Environments Agriculture, Water Supply and Vegetation.* Nova Science Publishers, Inc. USA. Chapter II: Pp. 22.
- González, B.S. 2012. Ganadería Caprina. Aplicación de Zootecnia-Ingeniería Agrónoma. Pp. 31-32.

- Grajales, H., Hernández, A., Prieto, E. 2006. Determinación de parámetros reproductivos basado en los niveles de progesterona en novillas doble propósito en el trópico colombiano. *Livest. Res. Rural Dev.* 18:144.
- Greyling, J.P.C., Van Niekerk, C.H. 1990. Puberty and the induction of puberty in female Boer goat kids. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 20:193- 200.
- Hawken, P.A.R., Beard, A.P., Esmaili, T., Kadokawa, H., Evans, A.C.O., Blache, D., Martin, G.B. 2007. The introduction of rams induces an increase in pulsatile LH secretion in cyclic ewes during the breeding season. *Theriogenology.* 68: 56-66.
- Hemsworth, P.H., Salden, N.T.C, Hoogerbrugge, A. 1982. The influence of the post-weaning social environment on the weaning to mating interval of the sow. *Anim. Prod.* 35: 41-48.
- Hernández, Z.J.S. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México); contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *Arch. Zootec.* 49: 341-352
- Huffman, L.J., Inskeep, E.K., Goodman, R.L. 1987. Changes in episodic luteinizing hormone secretion leading to puberty in the lamb. *Biol. Reprod.* 37: 755-761.
- Hulet, C.V., Wiggins, E.L., Ereanbrack, S.K. 1969. Estrus in range lambs and its relationship to lifetime reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 28: 246.
- INEGI. 2011. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Coahuila de Zaragoza. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/coah/Pers-coa.pdf. Fecha de acceso: 06/09/2014.
- Joubert, D.M. 1963. Puberty in female farm animals. *Anim. Breed. Abstr.* 31: 295.

- Karsch, F.J., Bittman, L.E., Foster, L.D., Goodman, L.R., Legan J.S., Robinson E.J. 1984. Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. *Rec. Prog. Horm. Res.* 40:185-231.
- Khanum, S. A., Hussain, M., Ali, M., Kausar, R., Cheema, A.M. 2000. Age at puberty in female dwarf goat kids and estrous cycle length on the basis of hormones. *Pakistan Vet. J.* 20: 71-76.
- Kinder, J.E., Day, M.L., Kittok, R.J. 1987. Endocrine regulation of puberty in cows and ewes. *J. Reprod. Fertil.* 34: 167-186.
- Malpoux, B., Robinson, J.E., Brown, M.B., Karsch, F.J. 1987. Reproductive refractoriness of the ewe to inductive photoperiod is not caused by inappropriate secretion of melatonin. *Biol. Reprod.* 36: 1333-1341.
- Malpoux, B., Thiéry, J.C., Chemineau, P. 1999. Melatonin and the seasonal control of reproduction. *Reprod. Nutr. Dev.* 39: 355-366.
- Martínez-Alfaro, J.C., Hernández, H., Flores, J.A., Duarte, G., Fitz-Rodríguez, G., Fernández, I.G., Bedos, M., Chemineau, P., Keller, M., Delgadillo, J.A., Vielma, J. 2014. Importance of intense male behavior for inducing the preovulatory LH surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats. *Theriogenology.* 82: 1028- 1035.
- Meza-Herrera, C.A. 2008. Mecanismos reguladores de la pubertad en la cabra: Actualización de Algunos Conceptos. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 9: 29–38.
- McComb, K. 1987. Roaring by red deer stags advances the date of oestrus in hinds. *Nature.* 330:648-649.
- Ojeda, S.R., Roth, C., Mungenast, A., Heger, S., Mastronardi, C., Parent, A.S., Lomniczi, A., Jung, H. 2006. Neuroendocrine mechanisms controlling female puberty: new approaches, new concepts. *Int. J. Androl.* 29: 286-290.
- Ojeda, S.R., Lomniczi, A., Mastronardi, C., Heger, S., Roth, C., Parent, A.S., Matagne, V., Mungenast, A.E. 2006. The neuroendocrine regulation of

- puberty: Is time ripe for a systems biology approach?. *Endocrinol.* 147:1166-1174.
- Olster, D.H, Foster, D.L. 1985. Control of Gonadotropin Secretion in the Male during Puberty: A Decrease in Response to Steroid Inhibitory Feedback in the Absence of an Increase in Steroid-Independent Drive in the Sheep. *Endocrinol.* 118: 2225–2234.
- Pérez, M. P., Santa-María S., Alejandro, B., Arturo, S. 1984. Características Reproductivas de los Caprinos. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. Pp. 85-110.
- Porras, A.I. 1999. Efectos del fotoperiodo artificial sobre la actividad reproductiva de la oveja Pelibuey. Tesis de Doctorado en Ciencias Veterinarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. Pp. 35
- Restall, B.J. 1992. Seasonal variation in reproductive activity in Australian goats. *Anim. Reprod. Sci.* 27: 305-318.
- Robinson, J.E., Karsch, F.J. 1984. Refractoriness to inductive day lengths terminates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol. Reprod.* 31: 656 - 663.
- Robinson, J.E., Wayne, N.L., Karsch, F.J. 1985. Refractoriness to inhibitory day lengths initiates the breeding season of the Suffolk ewe. *Biol. Reprod.* 32: 1024–1030.
- Rodero, S.E., Herrera, G.M., Peña, B.F. 2005. Comportamiento Social. *Etología II Aplicada, Protección Animal y Etnología.* Pp. 340- 368.
- Rosa, H.J.D., Bryant, M.J. 2002. The ram effect as a way of modifying the reproductive activity in the ewe: a review. *Small Rumin. Res.* 45:1-16.
- Roth, C., Schricker, M., Lakomek, M., Strege, A., Heiden, I., Luft, H., Munzel, U., Wuttke, W., Jarry, H. 2001. Autoregulation of the gonadotropin-releasing

- hormone (GnRH) system during puberty: effects of antagonistic versus agonistic GnRH analogs in a female rat model. *J. Endocrinol.* 169: 361-371.
- Sakurai, K., Ohkura, S., Matsuyama, S., Katoh, K., Obara, Y., Okamaru, H. 2004. Body growth and plasma concentrations of metabolites and metabolic hormones during the pubertal period in the female Shiba goats. *J. Reprod. Dev.* 50: 197-205.
- Santiago, G. 2006. Razas de cabras en producción en la Argentina. *Producción Ovina y Caprina. FAV-UNRC.* Pp. 1-4.
- Shelton, M. 1960. The influence of the presence of the male goat on the initiation of oestrous and ovulation in Angora does. *J. Anim. Sci.* 19:368-375.
- Shelton, M., Spiller, D. 1977. Breeding season variations of Spanish does Sheep and Goats wool and Mohair. Texas Agricultural Experimental Station. Pp. 3445.
- Shelton, M. 1978. Reproduction and breeding of goats. *J. Dairy Sci.* 61: 994–1010.
- SIAP. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Apartado Ganadería Producción Anual. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/poblacion-ganadera/>. Fecha de acceso: 05/09/2014.
- Signoret, J.P. 1974. Role des différentes informations sensorielles dans l'attraction de la femelle en oestrus par le male chez les porcins. *Ann Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 14:747-755.
- Teresawa, E. 2005. Role of GABA in the mechanism of the onset of puberty in non-human primates. *Int. Rev. Neurobiol.* 71: 113-129.
- Ungerfeld, R. 2007. Social factors and ovarian function. In A. González-Bulnes. *Novel Concepts in Ovarian Endocrinology.* Transworld Research Network, Kerala. Pp. 169–221.

- Ungerfeld, R. 2007. Socio-sexual signaling and gonadal function: Opportunities for reproductive management in domestic ruminants. *Reproduction in Domestic Ruminants* Nottingham University Press, Nottingham, UK. VI. Pp. 207-221.
- Valencia J., Porras, A., Mejía, O., Berruecos, J.M., Trujillo, J., Zarco, L. 2006. Actividad reproductiva de la oveja Pelibuey durante la época del anestro: influencia de la presencia del macho. *FCV-LUZ*. 16:136-141.
- Valasi, I., Chadio, S., Fthenakis, G.C., Amiridis, G.S. 2012. Management of pre-pubertal small ruminants: Physiological basis and clinical approach. *Anim. Reprod. Sci.*10: 10-16.
- Wilde, O., María, L.C. 2008. Actividad sexual en caprinos criollos machos: efecto de la época de nacimiento e indicadores de su inicio. *Vet. Arg.* 25:430-436.
- Zamora, P.N.D. 2009. Manejo y Conducta Sexual en un Rebaño Caprino en el Estado de Trujillo. *Mundo Pecuario*. V. N° 3: 273-295.
- Zarazaga, L.A., Guzmán, J.L., Domínguez, C., Pérez, M.C, Prieto, R. 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. *Anim. Reprod. Sci.* 87: 253–267.