



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA-IZTAPALAPA**

DIVISION DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y DE LA SALUD

EFECTO DE LA EPOCA DEL AÑO SOBRE LA  
PUBERTAD EN NOVILLAS SUIZO - PARDO  
MANTENIDAS BAJO CONDICIONES DEL  
TROPICO DE MEXICO \\\

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN BIOLOGIA DE LA  
REPRODUCCION ANIMAL

PRESENTA

**JESUS RICARDO AKE LOPEZ**

ASESOR

M. en C. JORGE I. OLIVERA LOPEZ

MEXICO, D. F., NOVIEMBRE DE 1992.

5-XII-58-11X-5

DEDICO ESTA TESIS A:

MIS PADRES:  
ALBERTO AKE  
Y  
TERESA LOPEZ

MIS HERMANOS:  
WILBERT  
SILVIA  
ROGER

EN ESPECIAL Y CON TODO MI AMOR A:

153874

MI ESPOSA:

LUCELLY VILLANUEVA

MIS HIJOS:

ADRIANA

RICARDO

NARDA

CINTYA

QUE POR ELLOS LA VIDA TIENE SENTIDO.

EL AMOR, POR SU PRESENCIA, AL IGUAL QUE DIOS CON LA  
SUYA, HACE QUE TODAS LAS COSAS SEAN, NO  
NECESARIAMENTE CLARAS O JUSTAS Y NI SIQUIERA  
BUENAS, SINO ACEPTABLES.  
ASI QUE EN SU AUSENCIA, COMO EN LA DEL SENOR, NO  
HAY ESPERANZA.

VIRGILIA PETERSON.

## INDICE

I.-Introducción.....	1
II.- Revisión bibliográfica.....	8
1.- Establecimiento de la pubertad.....	8
2.- Criterios de la pubertad.....	17
3.- Factores que afectan la present. de la pubertad.	23
4.- Influencia nutricional.....	23
5.- Influencia genética.....	31
6.- Influencia del medio ambiente.....	38
7.- Influencia del manejo.....	47
7.1.-Bioestimulación.....	47
7.2.-Influencia de la presencia del macho sobre la presentación de la pubertad de la hembra.....	47
7.3.-Efecto de la orina del toro sobre la presentación de la pubertad de la hembra.....	48
7.4.-Influencia de la presencia de la vaca madura sobre la presenta- ción de la pubertad.....	49
7.5.- Influencia de la estimulación - eléctrica sobre la presentación de la pubertad.....	50
III.- Material y Métodos.....	51
1.- Ubicación del área de estudio.....	51
2.- Animales .....	53

3.- Alimentación.....	54
4.- Procedimiento y detalles de manejo.....	54
5.- Criterio de pubertad.....	57
6.- Análisis estadístico.....	57
IV.- Resultados.....	58
V.- Discusión.....	66
VI.- Conclusión.....	74
VII.- Bibliografía.....	75

## INDICE DE TABLAS

- Tabla II-1.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas alimentadas en dos planos nutricionales. HH= Hereford; AA= Angus; AH y HA= cruzas. (Wiltbank et al., 1969).....pag. 26
- Tabla II-2.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas de diferente raza, alimentadas en forma controlada (grupo 1) y a pastoreo (grupo 2). (Stewart et al., 1980).....pag. 27
- Tabla II-3.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas de diferente raza, en dos estudios diferentes. (Nelsen et al., 1982 y Baker et al., 1989) .....pag. 34
- Tabla II-4.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas de 3 razas de ganado, mantenidas a diferentes temperaturas ambientales (OC). No se especifica la temperatura del grupo control. (adaptado de Dale et al., 1959).....pag. 39
- Tabla II-5.- Edad y peso a la pubertad en novillas Holstein y Hereford, nacidas en dos estaciones diferentes del año en 2 niveles de alimentación. (Grass et al., 1982).....pag. 42
- Tabla II-6.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas de diferente fecha de nacimiento y que fueron expuestas a diferentes condiciones ambientales (cámaras climáticas) después de los primeros 6 meses de vida. (Shillo et al., 1983) .....pag. 43
- Tabla II-7.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas Angus y sus cruzas, expuestas a 18 horas luz y a fotoperíodo natural. (Hansen et al., 1983) .....pag. 44
- Tabla III-1.- Datos meteorológicos observados durante los períodos correspondientes a las épocas de muestreo. (Comisión Nacional del Agua- delegación Yucatán-comunicación personal).....pag. 52

Tabla III-2.- Distribución de las novillas de diferentes edades en las dos épocas estudiadas.....pag. 53

Tabla IV-1.- Promedios ( $\pm$  D.E.) de las características de las novillas, en sus diferentes edades en las dos épocas estudiadas. No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).....pag. 60

Tabla IV-2.- Características observadas en las novillas púberes y no púberes en ambas épocas en conjunto. Las diferencias entre las características de las novillas púberes y no púberes no fue significativa ( $P > 0.05$ ).....pag. 61

Tabla IV-3.- Promedios ( $\pm$  D.E.) de las características de las novillas púberes y no púberes, así como el promedio global para cada época. No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre ninguna de las características de las novillas púberes y no púberes.....pag. 62

Tabla IV-4.- Número y porcentaje (entre parentesis) de novillas púberes y no púberes para cada época.....pag. 63

Tabla IV-5.- Porcentaje de novillas púberes al momento del muestreo para cada grupo de edad en las dos diferentes épocas estudiadas. No se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los porcentajes totales de cada época.....pag. 64

## INDICE DE FIGURAS

Figura II-1.- Ontogenia de la maduración del sistema de retroalimentación negativa y cambios en el punto de graduación del gonadostat hipotalámico desde el feto hasta el estado adulto. En la parte central de la figura se indican los eventos que acompañan a la disminución de la sensibilidad del gonadostat a la influencia inhibitoria de los esteroides sexuales. (adaptado de Styne y Grumbach, 1986).....pag. 10

Figura II-2.- Cambios en la sensibilidad del gonadostat hipotalámico. La concentración de esteroides sexuales y de gonadotropinas es baja antes de la pubertad. El gonadostat hipotalámico es funcional y altamente sensible a las bajas concentraciones de los esteroides sexuales. Con la presentación de la pubertad decrece la sensibilidad del hipotalámico hacia la retroalimentación negativa que ejercen los esteroides sexuales, incrementándose la liberación de LRF y el incremento de la secreción de gonadotropinas. En el estado adulto el hipotalámico es menos sensible al mecanismo de retroalimentación negativa y existen niveles adecuados de gonadotropinas y esteroides sexuales. (Styne y Grumbach, 1986).....pag. 11

Figura II-3.- Fechas de nacimiento (triángulos) y del primer estro (círculos) en las novillas expuestas a 18 horas luz (18L:6D) después de los primeros 5 meses de edad, o expuestas a fotoperíodo natural. (Hansen et al., 1983).....pag. 43

Figura II-4.-Efecto del fotoperíodo (horas luz) y del plano nutricional, sobre la presentación de la pubertad en novillas. (Petitclerc et al., 1983).....pag. 45

Figura II-5.- Distribución del primer estro en novillas. Se indica el fenomeno de estros no puberales (sin ovulación-ENP) y del fotoperíodo. (Nelsen et al., 1985).....pag. 45

Figura III-1.- Distribución de las medias mensuales de temperatura (OC) y humedad relativa (%) en el período comprendido de Enero de 1980 a Diciembre de 1987. (Comisión Nacional del Agua-delegación Yucatán-comunicación personal) .....pag. 52

Figura III-1.- Distribución (en porcentaje) de las novillas púberes y no púberes en cada época de acuerdo con su edad y promedio global para cada época.....pag. 65

" EFECTO DE LA EPOCA DEL AÑO SOBRE LA PUBERTAD EN NOVILLAS SUIZO-PARDO MANTENIDAS BAJO CONDICIONES DEL TROPICO DE MEXICO.

RESUMEN

Se estudió un total de 55 novillas de la raza Suizo Pardo (Bos taurus), con el objeto de analizar el efecto que ejerce la época del año (E. de lluvia vs E. de seca), sobre el porcentaje de novillas que presenta pubertad y también sobre algunas de sus características morfométricas. La edad de los animales fluctuó entre 10 y 14 meses y su peso entre 100 y 220 Kg. Se formaron 5 grupos de edad para cada época, de tal forma que en cada una se contaba con animales de cada edad (Epoca de seca- 5 animales de 10 meses; 6 de 11 m; 5 de 12 m; 5 de 13 m y 5 de 14 meses;- Epoca de lluvia- 6 animales de 10 meses; 6 de 11 m; 6 de 12 m; 6 de 13 m y 5 de 14 meses). La alimentación fue a base de pastoreo en zacate Estrella de Africa (Cynodon plectostachyus- bajo riego), más 5 kg/anim/día de pulpa de Henequén (Agave fourcroydes), sales minerales y agua ad libitum' en la época de seca se suministró alimento balanceado de elaboración comercial (16% de Proteína cruda) para reducir la variación estacional. Las características que se registraron para cada época fueron: Peso corporal (PC), circunferencia torácica (CT), longitud corporal (LC), longitud de la vulva (LV) y diámetro isquiático (D I). Se definió que la pubertad se había alcanzado cuando el nivel de progesterona plasmática fue igual o superior a 1 ng/ml, lo cual es indicativo de que el animal tiene un cuerpo lúteo funcional. Se observó un total

de 41 novillas púberes y 14 novillas impúberes en las 2 épocas estudiadas, no hubo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre las características observadas de los animales púberes y las no púberes. En la época de lluvia el porcentaje de animales púberes fue de 82.75 y para la época de seca de 65.38 % de, sin embargo esta diferencia no fue significativa ( $P > 0.05$ ). tampoco se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre las características (PC;CT;LC;LV;D I) de los animales púberes de una y otra época (lluvia vs seca). Se concluyó que si bien no hay diferencia significativa entre el porcentaje de animales púberes entre ambas épocas, si existe una clara tendencia a incrementarse este porcentaje en o durante la época de lluvia.

EFECTO DE LA EPOCA DEL AÑO  
SOBRE LA PUBERTAD EN NOVILLAS  
SUIZO PARDO MANTENIDAS BAJO  
CONDICIONES DEL TROPICO DE  
MEXICO.

I. - INTRODUCCION

Un simple examen del mapamundi revela que un tercio de las extensiones continentales se encuentra situadas entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio. Esta área está caracterizada por un clima cálido, que alcanza su máximo en las regiones cortadas por el ecuador (Alves, 1967). Economistas y zootecnistas han demostrado la disparidad entre una gran producción agrícola y una pequeña producción pecuaría (ganadera), que existe en las regiones tropicales, como si el clima dificultase las altas producciones de carne, leche, lana y otros derivados pecuarios (Villares et al., 1937. citados por Alves, 1967).

A pesar de esto McDowell (1972), Padilla-Ramírez y Román-Fonce (1982), mencionan que las áreas tropicales, que en su gran mayoría se utilizan en forma ineficiente, representan la mejor reserva y oportunidad para obtener el alimento que la humanidad requiere. Sin embargo esta zona

territorial (los trópicos), se caracteriza por poseer temperatura, humedad relativa y radiación solar altas, lo cual propicia condiciones ambientales desfavorables para el buen desarrollo de los animales con alto potencial de producción (Payne, 1970; Thatcher, 1974; De Tena, 1975; Padilla Ramírez y Román ponce, 1982).

En los últimos años se ha planteado la necesidad de hacer más eficiente la producción de proteínas de origen animal o para decirlo de otra manera sería "Mejorar la Producción Animal". Esto último, debido a la necesidad de proporcionar proteínas de origen animal a una población que crece desmesuradamente día con día y cuyas necesidades aumentan en consecuencia. Para poder lograr esto, primero hay que conocer adecuadamente los aspectos involucrados en dicha producción, como son: el medio ambiente, la nutrición, la sanidad, la reproducción, etc. Entre estos aspectos la reproducción juega un papel fundamental, ya que sin ella, no se contaría con la descendencia para poder elegir a los animales que se utilizarán para engordar, futuros sementales o vaquillas de remplazo.

El aspecto reproductivo es muy amplio y cada uno de sus componentes es de gran importancia, sin embargo uno de los primeros aspectos a considerar es la pubertad.

La necesidad de conocer el momento del inicio de la función reproductiva (PUBERTAD), en los bovinos y en

especial de las hembras, tiene importancia desde varios puntos de vista:

Se considera como una de las características de mayor importancia económica, ya que de manejarse adecuadamente, las novillas que son apareadas tempranamente (antes de los 2 años), producen más becerros en su vida productiva o reproductiva, que cuando la reproducción comienza más tarde (Preston y Willis, 1980; Dow et al., 1982; Holy, 1983; Deutscher et al., 1986). Así mismo se ha visto que conforme aumenta la duración del período prepuberal (anestro prepuberal), la eficiencia reproductiva de la vaca disminuye, lo cual a su vez reduce la eficiencia productiva de las vacas y vaquillas a lo largo de su vida, resultando en un aumento de los costos de producción de la proteína utilizable por el hombre (Kinder et al., 1988)

También se ha demostrado que cuando las novillas conciben tempranamente en la estación de empadre, paren y continúan pariendo más tempranamente en la estación de partos a lo largo de su vida reproductiva (Short y Bellows, 1971; Lemeister et al., 1973; Price y Wiltbank, 1978; Salisbury et al., 1978).

Otra ventaja, es que se puede acortar el intervalo entre generaciones, lo que puede propiciar (con un manejo adecuado), un mayor avance genético (González-Padilla, 1978). Además se debe considerar la importancia de realizar a una edad temprana la selección con base en algunos

parámetros o indicadores relacionados con la reproducción o producción, lo que podría ahorrar tiempo y dinero (Morrison et al., 1986), o bien aumentar los beneficios netos (Baker y Morrison, 1982).

Independientemente de lo anterior un punto importante a considerar, es el referente a la información que se puede generar, ya que el comportamiento reproductivo de este tipo de animales (Bos taurus - Suizo Pardo), se encuentra muy poco estudiado en las condiciones del trópico de México.

El clima del estado de Yucatán se encuentra clasificado como tropical, en cuanto al tipo de ganado que más se explota en la región es principalmente Bos indicus (Cebú), de las razas Brahman, Indobrasil, Nelore, Guzerat y Gyr, así como el cebú comercial, el cual es resultado de las diversas cruzas de las razas puras. En menor cuantía se explota el ganado Bos taurus (ganado europeo), principalmente de las razas Holstein y Suizo Pardo, la primera raza para la producción de leche y la segunda para la producción de leche o/y de carne (doble propósito). En los últimos años ha cobrado creciente interés la utilización del ganado europeo, en particular de la raza Suizo Pardo por su mayor capacidad de aclimatación y mas resistencia al medio. Este tipo de ganado se utiliza como raza pura y más satisfactoriamente en sus cruzas con ganado cebú como una alternativa para mejorar la eficiencia productiva del ganado

cebú que se utiliza en las explotaciones tropicales (Duarte Ortuño, 1985).

Sin embargo es bien sabido que el ganado Bos taurus es menos resistente a las altas temperaturas y humedades que el ganado Bos indicus (Stott y Williams, 1962; Johnston et al., 1965; Kiber y Brody, 1950. citados por De Tena, 1975), y que su adaptación es más deficiente cuando se utiliza el tipo de explotación extensiva (Alves, 1967; Stott y Wiersma, 1973; Carmona, 1980).

Entre los principales problemas que se mencionan, es el hecho de que los animales europeos (Holstein y Suizo Pardo), en clima tropical, gastan una mayor cantidad de los nutrientes que consumen en los procesos de termoregulación. Es probable que bajo condiciones de clima tropical, los requerimientos nutricionales de los bovinos de razas lecheras, sean diferente a los de clima templado (Contreras, 1978; Padilla-Ramírez y Román-Ponce, 1982).

Así también la temperatura en los trópicos puede actuar incidiendo directamente sobre la digestibilidad de la materia seca (Mison y McLeod, 1970), reduciendo el consumo voluntario, cuando sobrepasa los 25 °C, limitando así la producción (Hafez, 1973).

Se reporta que las temperaturas elevadas y humedad relativa alta, afectan los procesos reproductivos de los bovinos. Johnston et al. (1962), mencionan que las

temperaturas y humedades elevadas afectan la calidad del semen en toros. También se ha reportado que la prolongada exposición de novillas al calor incrementa la concentración de progesterona sanguínea (Abilay et al., 1975; Wolff et al., 1979). El stress térmico tiene influencia negativa sobre la función ovárica, el desarrollo embrionario, la gestación y el transcurso del postparto en las vacas. (Tatcher, 1974; Zacari et al., 1981; Lewis et al., 1984; Armstrong, 1986; Thatcher et al., 1988).

Se han realizado muchas investigaciones sobre la edad y el peso a la pubertad en ganado Bos taurus y Bos indicus bajo la influencia de diversos factores, tales como los nutricionales, genéticos, de manejo y climáticos. En este último punto destaca la influencia de la estación del año, del fotoperíodo, la temperatura, etc., (Dow et al., 1982; Grass et al., 1982; Petitclerc et al., 1983; Schillo et al., 1983; Nelsen et al., 1985). Sin embargo la gran mayoría de los estudios se han realizado bajo influencia de clima templado.

El efecto de las temperaturas y humedades variables sobre la presentación de la pubertad también se ha estudiado, pero muchos de estos estudios se han realizados en cámaras climáticas que simulan las condiciones de temperatura y humedad similar al del clima tropical y/o que son consideradas stresantes (Dale et al., 1959; De Alba y Riera, 1966). En estos trabajos los animales son expuestos a

condiciones de temperatura y humedad controlada de forma muy precisa y no se consideran otros factores climáticos (Ejemp. Radiación solar , Velocidad del viento, etc.), que están presentes en el ambiente natural, donde se da la interacción de todos los factores Climáticos (De Tena, 1975). Por lo tanto es probable que los animales estudiados en cámaras climáticas no se comporten de la misma manera que los animales expuestos a condiciones naturales.

Si bien es cierto que los estudios realizados en cámaras climáticas son importantes por que individualizan la influencia de uno u otro factor climático, también lo es de gran importancia conocer el comportamiento de los bovinos, en especial del ganado europeo (Bos taurus), bajo las condiciones naturales de temperatura y humedad que se presentan en los climas tropicales.

El objetivo del presente estudio fue investigar el efecto que ejerce la época del año (época de seca vs época de lluvia), sobre la presentación de la pubertad en novillas de la raza Suizo Pardo (Bos taurus) mantenidas en condiciones del trópico de México y determinar algunas características morfométricas de las novillas púberes en las dos épocas estudiadas.

## II. - REVISION BIBLIOGRAFICA

### 1.- ESTABLECIMIENTO DE LA PUBERTAD.

En términos generales la pubertad no es otra cosa que el reflejo de cambios endocrinos y/o funcionales que ocurren en el eje Hipotálamo-Hipófisis-gónadas, los cuales no se dan de una forma abrupta sino que se desarrollan gradualmente (Pelletier et al ., 1981).

La hipótesis del " GONADOSTAT " emerge alrededor de los años 50 y a la fecha es la más aceptada en cuanto a la explicación de los cambios endocrinos que ocurren durante el período peripuberal. De acuerdo con ésta, el eje Hipotálamo-Hipófisis-Gónadas es funcional en los animales prepúberes, pero a un umbral más bajo que en los animales adultos. Las gonadotropinas (LH y FSH), se mantienen en bajas concentraciones a causa también de los bajos niveles de esteroides sexuales (Estrógenos o Andrógenos), los cuales ejercen una retroalimentación inhibitoria o negativa (Feedback negativo) sobre el eje Hipotálamo-Hipófisis, por lo que tanto las gonadotropinas como los esteroides sexuales se mantienen a bajas concentraciones antes de la pubertad (Ramirez y MacCann, 1963).

Al transcurrir la maduración sexual y al acercarse la pubertad, la sensibilidad del eje Hipotálamo-Hipófisis hacia

los esteroides sexuales decrece, por lo que el feedback negativo que éstos ejercían es incapaz de frenar la liberación de las gonadotropinas (LH principalmente), por la hipófisis, llegando a un punto que estas estimularían a las gónadas. El resultado de estos cambios es una mayor concentración sanguínea tanto de esteroides sexuales como de gonadotropinas, lo que entonces ejerce un mayor estímulo sobre las gónadas y las impulsa hacia una mayor y mejor funcionalidad y desarrollo del crecimiento folicular, los folículos responderían liberando mayores cantidades de esteroides sexuales, las que a su vez volverían a ejercer un Feedback negativo hacia el eje Hipotálamo-Hipófisis, esto evitaría de nuevo la liberación de las gonadotropinas hasta que de nuevo el umbral de los esteroides sexuales sea incapaz de inhibir la liberación de las gonadotropinas. Este proceso (estimulación negativa-positiva en el eje Hipotálamo-Hipófisis-Gónadas), continua hasta que las concentraciones de hormonas circulantes alcanzen niveles similares al del adulto y por lo tanto serían capaces de desarrollar su función completa. En el caso de la hembra la la presentación de estro acompañado de la ovulación representa la principal característica de pubertad. (Ramirez and MacCann, 1963 y 1965; Debeljuk et al., 1972; Gorski and Lawton, 1973; Steele y Weiz, 1974; Andres and Ojeda, 1978; Swanson and MacCarthy, 1978; Staigmiller et al., 1979; Ojeda et al., 1980; Andrews et al., 1981; Day et al., 1984; Moseley et al., 1984; Matsumoto, 1986; Kinder et al., 1987;

Dodson *et al.*, 1988; Wolfe *et al.*, 1989). Figuras II-1 y II-2.

La o las causas que determinan el descenso de la sensibilidad del eje Hipotálamo-Hipófisis hacia los estrógenos en el período prepuberal, no está bien entendido,

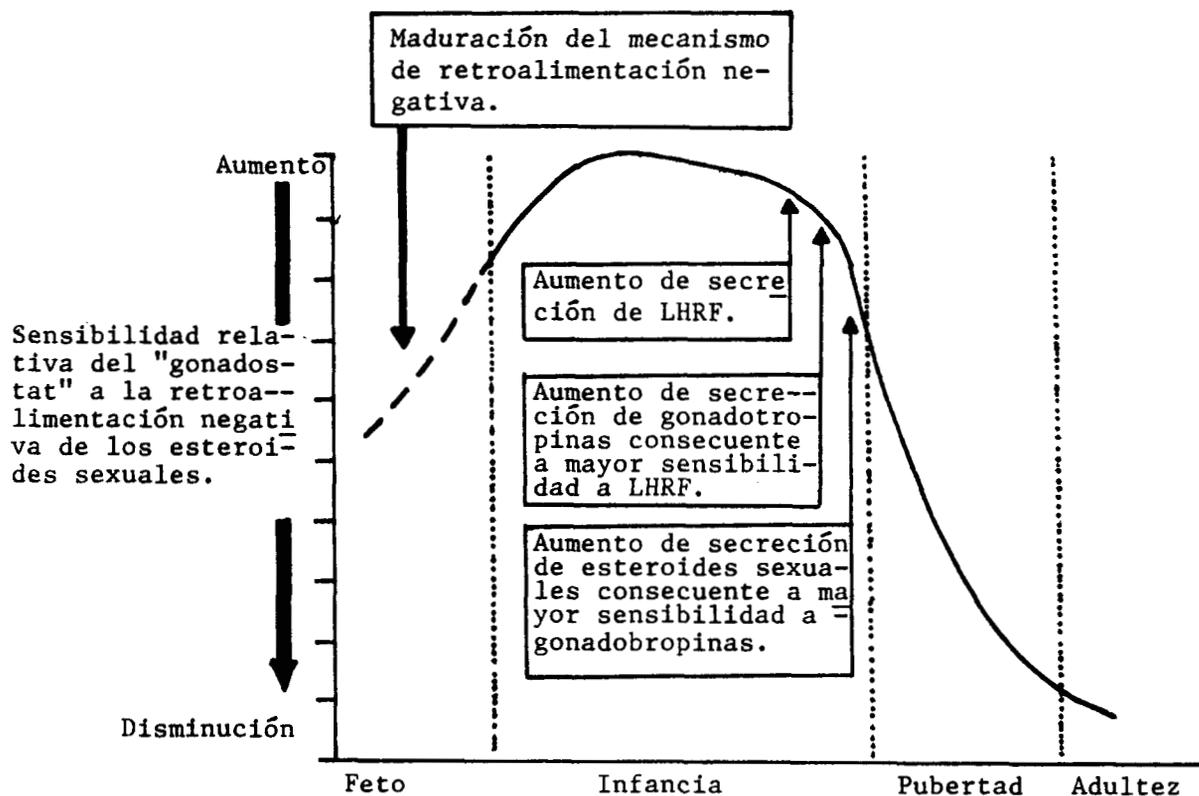


Figura II-1.- Ontogenia de la maduración del sistema de retroalimentación negativa y cambios en el punto de graduación del gonadostato hipotalámico desde el feto, hasta el estado adulto. En la parte central de la figura se indican los eventos que acompañan a la disminución de la sensibilidad del gonadostato a la influencia inhibitoria de los esteroides sexuales. (adaptado de Styne y Grumbach, 1986).

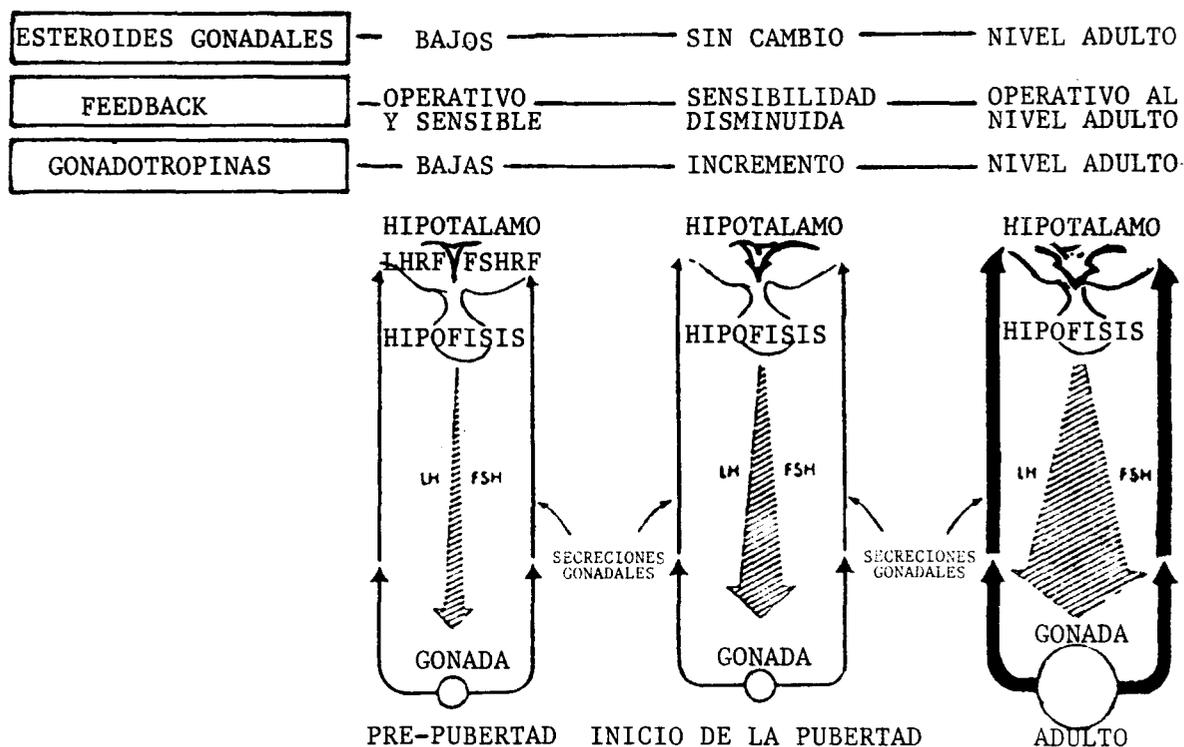


Figura II-2.- Cambios en la sensibilidad del gonadostato hipotalámico. La concentración de esteroides sexuales y de gonadotropinas es baja antes de la pubertad. El gonadostato hipotalámico es funcional y altamente sensible a las bajas concentraciones de esteroides sexuales. Con la presentación de la pubertad decrece la sensibilidad del hipotálamo hacia la retroalimentación negativa que ejercen los esteroides sexuales, incrementándose la liberación de LRF y el incremento de la secreción de gonadotropinas. En el estado adulto el hipotálamo es menos sensible al mecanismo de retroalimentación negativa y existen niveles adecuados de gonadotropinas y esteroides sexuales. (Styne y Grumbach, 1986).

sin embargo se postula que se debe a la disminución de los receptores para los estrógenos en el conjunto formado por las estructuras del sistema nervioso central (Day et al 1987).

La hipótesis del "GONADOSTAT" explica los cambios que ocurren en cuanto a las hormonas directamente involucradas en el proceso reproductivo (LH, FSH, Estrogenos, Progesterona), por lo que la explicación es sólo parcial, ya que se sabe que la presentación de la pubertad puede estar influenciada por otros componentes del sistema endocrino (por ejemplo adrenales), o del Sistema Nervioso Central (sistema límbico).

Un punto que es necesario considerar es el referente a la información con que se cuenta. La mayoría de este tipo de estudios, se ha realizado en animales de laboratorio especialmente ratas y ratones, por lo que no debe de extrañar que en esta revisión referida a bovinos, se presenten referencias de trabajos realizados en estos animales y que por lo tanto su aplicación al ganado bovino debe de hacerse con reservas.

Entre los principales aspectos que se relacionan con la presentación de la pubertad se mencionan los siguientes:

**Crecimiento y Pubertad:** Se ha observado una interrelación entre la talla del cuerpo, el crecimiento y/o el metabolismo con la presentación de la pubertad. Frisch (1972) menciona que la presentación de la pubertad (en mujeres) ocurre con un determinado peso y/o con cierto grado de desarrollo del cuerpo, lo que también se ha propuesto para los bovinos (Kinder et al., 1988).

El mecanismo por el cual el estado nutricional se relaciona con la presentación de la pubertad es todavía muy dudoso. Sin embargo, en estudios realizados con bovinos (Day et al., 1986) se observó que cuando se restringe la alimentación de los animales, existe un retraso paralelo tanto en la presentación de la pubertad como en el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH. Estos pulsos (LH) se incrementan al acercarse el momento de la primera ovulación (Day et al., 1984; Day et al., 1987), o en el período periovulatorio de las novillas (Imakawa et al., 1986a).

Imakawa et al. (1987) observaron una menor frecuencia de los pulsos secreción de LH en las novillas alimentadas con restricción energética que en las alimentadas con la dieta control (dieta balanceada). La restricción de nutrientes (Energía principalmente) parece disminuir la frecuencia de la secreción de LHRH por la eminencia media Hacia el sistema portal-hipofisiario de las vacas (Imakawa et al., 1986b; Imakawa et al., 1987), o en el período prepuberal de las novillas (Day et al., 1986), así mismo se ha visto que el eje Hipotálamo-Hipófisis se vuelve suprasensible a las bajas concentraciones del estradiol durante el período prepuberal en las vaquillas, esto como consecuencia en la restricción del consumo energético en la ración (Day et al., 1984)

**Adrenales:** Condiciones medioambientales Stresantes tales como las altas temperaturas, pueden afectar la presentación de la pubertad (Dale et al 1959), esto tal vez mediado por las Adrenales, ya que se a visto que la ACTH y los glucocorticoides a dosis farmacológicas, puede retardar la presentación de la pubertad (Ramaley, 1976; Cohen y Mann, 1979).

Peterson et al. (1980) concluyen que la adrenalectomía practicada a los becerros antes de la pubertad, retarda la elevación puberal de testosterona, al menos por 10 semanas. Ramaley y Campbell (1977) observaron un retraso en la apertura vaginal y ovulación en ratas adrenalectomizadas y que cuando se administraba la terapia de reemplazo con corticosteroides, resulta en una apertura vaginal y ovulación en un tiempo normal.

**Progesterona:** Se ha observado que la o las elevaciones de progesterona antes de la presentación de la pubertad funcionan como una preestimulación (PRIMING) que incrementa la respuesta de las novillas, al estímulo ovulatorio (González-Padilla et al., 1975a,b,c,; Baker et al., 1976; Sheffield y Ellicott, 1982).

**Prolactina:** La información referente a la participación de la prolactina en el establecimiento de la pubertad es muy confusa, ya que en algunos estudios se encuentra influencia positiva y en otros no se observa esto.

Ramaley y Campbell (1977) observaron en ratas intactas una elevación de la prolactina en suero, entre los 28 y 30 días de edad y cuando las ratas estaban adrenalectomizadas, no se observó ninguna elevación de la prolactina. Asociado con la ausencia de la Prolactina se observó un retraso en la apertura vaginal y en la primera ovulación, cuando a las ratas adrenalectomizadas se les dio terapia de reemplazo con corticosterona, se presentó la pubertad a un tiempo normal sin haberse observado ninguna elevación en la concentración de la prolactina.

Ojeda et al. (1976) reportan que la prolactina se eleva en el 100 % de los animales (18/18) durante el proestro tardío (poco tiempo antes de la apertura vaginal) y que posteriormente al estro, estos niveles declinan. Wuttke et al. (1976), mencionan que el tratamiento con prolactina ovina a ratas, adelanta la presentación de la pubertad (hasta por 6 días) comparandolas con las ratas control. Advis et al. (1981) concluyen que la presentación de la pubertad fue marcadamente retrasada en las ratas deficientes de prolactina (HPO) y que este efecto inhibitorio fue prevenido por la administración concomitante de prolactina.

En novillas se reporta que cuando se incrementa el fotoperíodo a 16 horas luz/8 oscuridad, también se incrementa la prolactina (en suero), además hay un incremento (que puede ser proporcional) a temperaturas elevadas, los datos concernientes a la progesterona,

sugieren que durante el período comprendido de Nov. 11 a Marzo o a un fotoperíodo 16 h, luz/8 obs., pueden inducir pubertad temprana en novillas (Peters y Tucker, 1978), lo cual podría asociarse con los niveles de prolactina.

Critser et al. (1987) reportan que la concentración de Prolactina fue más alta en novillas prepuberales que estaban expuestas al incremento del fotoperíodo que las novillas expuesta al decremento del mismo, la LH mostró un comportamiento similar al de la Prolactina. Tucker (1982) reporta un incremento en la concentración de la Prolactina de acuerdo al incremento del fotoperíodo, tanto en novillas prepuberales como puberales, sin embargo esta influencia no ha sido bien documentada para la LH, pero se a observado que la pubertad se alcanza más temprano en novillas nacidas en primavera y que se les incrementa el fotoperíodo (Menge et al., 1960; Roy et al., 1980)

## 2.-CRITERIOS DE PUBERTAD.

La pubertad en terminos generales, se puede considerar como el conjunto de eventos ANATOMOFISIOLOGICOS (de duraci3n variable), que tienen la finalidad de preparar al individuo para la expresi3n de la funci3n reproductiva.

La pubertad ha sido definida como la fase del desarrollo corporal durante la cu3l las g3nadas secretan hormonas en cantidades suficientes para causar un crecimiento acelerado de los 3rganos genitales y la aparici3n de las caracter3sticas sexuales secundarias (Donovan y van der Werff ten Bosch, 1965, cit. por Macmillan y Hafs, 1968), o como el per3odo de transici3n entre la etapa juvenil y la etapa adulta de un individuo (Foster y Ryan, 1979; Styne y Grunbach, 1986), pubertad tambien puede definirse como el momento en que un animal alcanza la capacidad de reproducirse (Sorensen, 1979; Kaltenbach, 1980; Holy, 1983; Kaltenbach y Dunn, 1984), mencionandose desde un punto de vista pr3ctico, es cuando un animal ya sea hembra o macho es capaz de liberar gametos (Ovulos y/o Espermatozoides), y de manifestar secuencias completas de comportamiento sexual (Levasseur y Thibault, 1984).

Los criterios para definir la pubertad en las diferentes especies varían con el sexo y con la misma especie en cuesti3n y casi siempre si no en todas las

ocasiones , se toman características típicas de éste período.

En el caso de las hembras bovinas o novillas, en general se considera que es cuando se presenta el primer estro acompañado de ovulación, esta última confirmada por palpación rectal (Wiltbank et al., 1966; Wiltbank et al., 1969; Arije y Wiltbank, 1971; Short y Bellows, 1971; Berardinelli et al., 1978; Stewart et al., 1980; Dow et al., 1982; Grass et al., 1982; Moseley et al., 1982; Deutscher et al., 1986), o solamente con la presentación del primer estro (Desjardins y Hafs, 1968; Laster et al., 1972; Ferrell, 1982; Steffan et al., 1985), o con la presentación de estro o la presencia de un cuerpo lúteo a la palpación (Short et al., 1976), o por el primer estro determinado por los patrones de helecho que presenta la secreción (moco) cervical seca (Shotton et al., 1978), criterios basados en la sola presencia de estructuras ováricas (folículos o cuerpos lúteos), han sido utilizados por Dale et al. (1959), Plasse et al. (1968), Stewart et al. (1976), Izard y Vanderberg (1982) y Dyedipe et al. (1982). Kinder et al. (1987), consideran a las novillas púberes, cuando se presenta su primer estro acompañado por el desarrollo de un cuerpo lúteo que es mantenido por un período de tiempo, característico de la especie.

La determinación de la progesterona también ha formado parte de los criterios utilizados para la determinación de

la pubertad, así tenemos por ejemplo: Hansen et al. (1983), Nelsen et al. (1985), Byerley et al. (1987), Roberson et al. (1987), consideran que una novilla es púber, cuando presenta estró con ovulación y la concentración de progesterona se eleva por encima de 1 ng/ml en suero (esto entre el cuarto y quinceavo día del ciclo), la ovulación se confirma por palpación y la funcionalidad del cuerpo lúteo por la elevación en la concentración de la progesterona. Rutter y Randel (1986), utilizan el criterio de pubertad cuando la novilla presenta estró y la concentración de progesterona se eleva por encima de 1 ng/ml en suero, en 2 muestras consecutivas (no se palpo cuerpo lúteo). Otro de los criterios utilizados está basado únicamente en la elevación de la concentración de progesterona por arriba de 1 ng/ml en suero (Heitzman et al., 1979; Little et al., 1981; Sejrson et al., 1982; Petitclerc et al., 1983; Schillo et al., 1983; Zinn et al., 1986; Dodson et al., 1988), esto en base de que si se dio la ovulación, los niveles de progesterona se incrementan por la presencia de un cuerpo lúteo funcional. Como lo demuestran Oyewale-Adeyemo y Everett-Heath (1980) y Humprey et al. (1983) que reportan concentraciones menores de 1 ng/ml. de progesterona, un día antes y 2-3 días después del estró y estos valores ( $P_4$ ), se incrementan por arriba de 1 ng/ml. desde el cuarto día del ciclo, como consecuencia de la funcionalidad del cuerpo lúteo.

Los resultados presentados por González-Padilla et al. (1975), apoyan los criterios que utilizan la

elevación de la progesterona por arriba de 1 ng/ml, como criterio de pubertad, los autores antes mencionados trabajando con novillas de la raza Brahman, observaron que las concentraciones de progesterona se encuentran en niveles bajos (menores a 300 pg/ml), antes del día - 20 (día 0 se considera como día de pubertad), entre los días - 20 y 0, las novillas mostraron 2 períodos de elevación en la concentración de la progesterona, pero menores a 900 pg/ml (339 y 876 pg/ml), y no fue sino hasta después del día 4, en que las concentraciones de la progesterona se elevaron por arriba de 1 ng/ml (1825 pg/ml), esto debido al funcionamiento del cuerpo lúteo de las novillas.

Dodson et al. (1988) mencionan que los niveles de progesterona no son detectables hasta justo antes del primer estro, en donde se encuentra una pequeña elevación de progesterona menor a 1 ng/ml., con aproximadamente 6 días de duración, que precedió al primer estro en 10/12 novillas, se presume que ocurrió una ovulación cuatro días antes de esta elevación y es tomada como representativa de pubertad. Esta primera elevación de progesterona fue precedida por una fase lútea de duración normal. Los hallazgos en cuanto a las concentraciones de la progesterona antes y después de la pubertad, también han sido mencionados por otros autores (McLeod et al. ., 1985; MacDonald y Page, 1986)

Un aspecto interesante es el hecho de que se menciona que la progesterona antes de la pubertad, puede ser de

origen adrenal (Resko, 1969; Piva et al ., 1973), la posibilidad de que las adrenales participen en el pool de progesterona antes de la pubertad no se puede negar, sin embargo es necesaria más información al respecto.

Berardinelli et al. (1979), investigando sobre el origen de los incrementos, en la concentración de la progesterona previos al establecimiento de la pubertad, sometió a estudio a novillas Angus X Hereford, las cuales fueron ovariectomizadas despues del primer incremento de progesterona (grupo 1), o despues del segundo incremento de progesterona (grupo 2), el grupo control fue un grupo de novillas que no mostraron ningún incremento en la concentración de la progesterona.

Las novillas del grupo 1 y 2 , despues de que fueron ovariectomizadas, sus niveles de progesterona, regresaron a niveles basales ( $0.6 \pm 0.2$  ng/ml), no mostrando ningún incremento posterior. Los autores concluyen que el primer incremento de la progesterona, previo a la pubertad, es pruducido por tejido lúteal embebido en el ovario, el cuál no fue palpable ni observable en la superficie del mismo. El segundo incremento de la progesterona, es probablemente originado de igual manera al primer incremento.

Como se puede observar, los criterios antes mencionados, de una u otra forma expresan la idea de que la pubertad es el momento en que el animal alcanza la capacidad de reproducirse, evaluado o representado por la ovulación o

actividad ovárica, así como también por el comportamiento sexual. Sin embargo el hecho de que un animal haya llegado a la pubertad o madurez sexual, no significa, que sea apto para la reproducción o que convenga dedicarlo ya a una edad temprana a procrear. (Ostrowski, 1981).

### 3.- FACTORES QUE AFECTAN LA PRESENTACION DE LA PUBERTAD

#### 4.-INFLUENCIA NUTRICIONAL.

El nivel nutricional es probablemente el factor más importante que está involucrado con la aparición de la pubertad (González-Padilla, 1978), la pubertad generalmente tiene lugar cuando el animal alcanza entre un 40 y 70 % de su peso adulto (Hafez, 1952; Roy y col. 1975. citados por Levasseur y Thibault, 1984). Si la cantidad de alimento es limitada durante el desarrollo prepuberal, la edad a la pubertad en novillas se retrasa (Wiltbank et al., 1969; González-Padilla et al., 1975; Yeates et al., 1975; Grass et al., 1982; Day et al., 1984).

En bovinos, el alcanzar un peso crítico parece necesario para que la pubertad se manifieste (Kinder et al., 1988), sin embargo existen evidencias que sugieren una relación entre la edad y el peso, para que se pueda manifestar la pubertad (Arije y wilbank, 1971; Dunn, 1980), además es posible observar variación tanto del peso como de la edad, cuando intervienen otros factores como son la estación, el fotoperíodo, la temperatura, etc. (Dale et al., 1959; Grass et al., 1982; Hansen et al., 1983; Petitclerc et al., 1983; Schillo et al., 1983). Lo que nos puede estar indicando que por sí solo el peso, no representa un dato confiable para predecir la pubertad, ya que ésta, como se

mencionó anteriormente, se encuentra influenciada por diversos factores y que éstos, actúan integradamente.

Otro aspecto a considerar es que el peso por sí solo, no refleja una condición del animal, ya que animales con gran estructura corporal, pueden tener gran peso pero pocas reservas corporales, mientras que animales con pequeña estructura corporal pueden tener abundantes reservas corporales (Nicholson y Butterworth, 1986), y que como menciona Yeates et al. (1975), la pubertad no es una función simple de edad, talla o peso actuando independientemente, sino más bien se debe dar una interacción entre ambas.

Shotton et al. (1978) evaluando el efecto que ejerce el nivel de alimentación después del nacimiento, sometió a dos grupos de novillas a diferente tipo de alimentación hasta el destete, el tratamiento 1, consistió en proporcionar a las novillas (n=5) un sustituto de leche alto en grasa ad libitum hasta la 12 va semana de edad y posteriormente leche desnatada suplementada con minerales y vitaminas hasta la semana 20 en forma ad libitum, reduciéndose gradualmente hasta el destete que se realizó a la semana 26 de edad. El tratamiento 2, consistió en que las novillas (n=9) recibieron sustituto de leche alto en grasa en forma ad libitum hasta la 8 va semana de edad y posteriormente se redujo hasta el destete, el cuál se realizó en la semana 12 de edad, estos autores reportan que la edad y el peso a la pubertad no se afectó grandemente en sus promedios (249 ±

4.7 y  $237 \pm 10.9$  días y  $281 \pm 13.49$  y  $269 \pm 10.5$  kg. para los tratamientos 1 y 2 respectivamente).

Shipp et al. (1976) estudiaron el efecto nutricional en 207 novillas Santa Gertrudis. De 7 a 10 meses de edad las novillas se agruparon para proporcionarles por un período de 6 meses diferentes dietas, de tal forma, que al final del período de alimentación se formaron los siguientes grupos de peso.- Grupo 1-  $328 \pm 27$ ; G.2-  $340 \pm 25$ ; G.3-  $356 \pm 33$ ; y Grupo .4-  $367 \pm 25$  Kg. Después de éste período se les alimento a todas, para una ganancia estimada de 0.68 Kg./día, hasta que alcanzaron la pubertad. El promedio de edad a la pubertad fue de  $464 \pm 56$ ;  $449 \pm 63$ ;  $442 \pm 57$ ;  $442 \pm 64$  días y el peso de  $356 \pm 39$ ;  $355 \pm 40$ ;  $367 \pm 38$  y  $371 \pm 57$  Kg. para los grupos 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Los autores concluyen , que mientras que la alimentación si produjo diferencias al final de los 6 meses de alimentación ( $P < 0.01$ ), tanto la edad como el peso a la pubertad, no se afectó significativamente ( $P < 0.15$ ).

Wiltbank et al. (1969) sometieron a novillas de la raza Hereford (HH), Angus (AA), y sus cruzas HA y AH, a 2 planos de nutrición, el plano ALTO consistió en concentrado ad libitum mas 1.3 a 1.8 Kg. de heno de trigo, y el plano BAJO en proporcionar heno ad libitum y 0.2 a 0.4 Kg. de concentrado ( con 40 % prot/día). el promedio diario de ganancia de 6 a 12 meses fue de 0.78 Kg/novilla en el nivel alto y de 0.33 Kg/novilla en el nivel bajo de alimentación.

las novillas en el nivel alto alcanzaron la pubertad con una menor edad y con mayor peso, que las novillas que se encontraban en el plano bajo de alimentación. Tabla II.1.

Tabla II.1 .- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas alimentadas en dos planos nutricionales HH= Hereford; AA= Angus; AH y HA= cruzas. (Wiltbank et al., 1969).

NIVEL	HH		AA		AH		HA	
	edad	peso	edad	peso	edad	peso	edad	peso
Alto	387	294	372	305	384	331	367	329
Bajo	660	279	483	257	416	270	402	238

En otro estudio, realizado por Stewart et al. (1980) trabajando con novillas de diferente raza, estas fueron lotificadas en dos grupos de alimentación, en donde al grupo 1, se le dió una ración con 72 % de TDN ad libitum y se mantuvieron en corraletas, el grupo 2 fue mantenido en pastoreo y se le ofreció sal y un suplemento para reducir la variación estacional y que garantice un crecimiento normal de los animales. Para las novillas mantenidas en corral (grupo 1) se encontró una media de  $328 \pm 12$  días de edad y  $246 \pm 9$  Kg. de peso y para el grupo en pastoreo (grupo 2) una edad de  $403 \pm 4$  días y un peso de  $237 \pm 2$  kg. (Tabla II.2.).

Otro estudio que también demuestra la importancia del nivel de alimentación sobre la aparición de la pubertad fue realizado por Shorth y Bellows (1971), los cuales trabajaron con 50 novillas Angus X Hereford y 39 novilla

Tabla II-2 .- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas de diferente raza, alimentadas en forma controlada (grupo 1) y en pastoreo (grupo 2) (Stewart *et al.*, 1980).

Raza	Grupo 1		Grupo 2	
	edad	peso	edad	peso
Angus	303 ± 27	230 ± 20	385 ± 14	225 ± 8
Brahman	382 ± 29	275 ± 22	479 ± 14	299 ± 8
Hereford	300 ± 26	197 ± 19	454 ± 10	235 ± 5
Holstein	288 ± 29	242 ± 21	361 ± 13	223 ± 7
Jersey	331 ± 30	164 ± 22	387 ± 19	167 ± 11

Hereford X Angus, a las cuales se les asignó una de tres dietas, Baja - Media y Alta en donde las ganancias diarias de peso fueron 0.23, 0.45 y 0.68 Kg. respectivamente, los requerimientos de proteína y energía fueron tomados del NRC (1963), el efecto del nivel alimenticio fue importante ya que conforme el nivel alimenticio aumentó, el peso a la pubertad aumentó y la edad fue menor. Las novillas registraron las siguientes edades y pesos, 433 días y 238 Kg., 411 días y 248 kg., 388 días y 259 kg. para el plan nutricional bajo, medio y alto respectivamente.

Grass et al. (1982) encontraron resultados similares cuando sometieron a novillas Holstein y Hereford a 2 niveles de alimentación, alto y bajo, el nivel alto de alimentación recibió 66.4 % de 210 a 364 días, 63 % de 365 a 449 días y 54 % de TND después del día 449 de edad., el nivel bajo de alimentación recibió dietas conteniendo 52.4 %, 52.2 % y 50.3 % de TND para los mismos períodos que en la dieta alta. Los resultados muestran que las novillas con dieta alta alcanzaron más tempranamente la pubertad que las alimentadas con el nivel bajo ( tabla II.5).

En un segundo experimento siempre Grass et al. (1982) con novillas cruzadas obtuvo que las novillas alimentadas con dieta alta (las dietas son iguales a las del primer experimento) alcanzan la pubertad más tempranamente que aquellas alimentadas con dietas bajas.

Tambien Little et al. (1981) nos muestran la influencia del plano nutricional, los cuales trabajaron con novillas British Friesian a las cuáles agruparon en tres planos de nutrición. Las ganancias de peso de 91 a 365 días fue de 0.58 kg./día (trat. 1 y 2), 0.68, 0.75, 0.82 y 1.06 kg./día para los tra. 3, 4, 5, y 6 respectivamente. Las novillas en el trat. 1 y 2, fueron mas viejas que las novillas de los trat. 3, 4 y 5 ( $P < 0.001$ ) y éstas a su vez, más viejas que las novillas del tratamiento 6 ( $P < 0.001$ ). En cuanto al peso a la pubertad ( $x = 242$  kg.), no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

Sejrsen et al. (1982) también reporta que animales con más ganancia de peso (1218 gr/día) son más jóvenes y pesadas a la pubertad, que las novillas alimentadas con dieta restringida (613 gr/día), en novillas holstein ( $9.7 \pm .3$  meses y  $278 \pm 11$  kg. vs  $10.8 \pm .8$  meses y  $258 \pm 19$  kg. respectivamente).

Con el fin de evaluar el contenido de proteína en la dieta, sobre la edad y el peso a la pubertad en novillas, Oyedipe et al. (1982), dividieron a 60 novillas cebú en tres grupos iguales con dietas isocalóricas y con diferente nivel de proteína, siendo 19.17 % (nivel alto), 13.37 % (nivel medio, recomendación del NRC) y 8.3 % (nivel bajo). La media de edad a la pubertad para las novillas en el nivel alto fue de 570.4 días, el grupo en nivel medio 640.8 días y el grupo en el nivel bajo fue de 704.2 días, difiriendo entre ellos significativamente ( $P < 0.05$ ). El peso a la pubertad para las novillas en el nivel alto, medio y bajo en proteína fue de 207.1, 187 y 161.7 Kg. respectivamente ( $P < 0.05$ ).

En otro experimento en donde se estudiaba la proteína, Rhodes et al. (1978) encontraron que un bajo porcentaje de las novillas alimentadas con PPL (proteína-protegida con lípidos) alcanzaron la pubertad, comparadas con las novillas control (35 vs 80 %) ( $P > 0.005$ ) los parámetros de crecimiento no fueron analizados, sin embargo las novillas alimentadas con PPL pesaron más al principio y al final del experimento ( $P < 0.005$ ) depositaron más grasa

intramuscularmente ( $P < 0.01$ ), depositaron mas grasa subcutánea ( $P < 0.005$ ) y presentaron más alta condición corporal que las controles ( $P < 0.005$ ).

## 5.- INFLUENCIA GENETICA

La influencia genética juega un papel importante en la presentación de la pubertad, si bien se encuentra poca información acerca de la heredabilidad de la aparición de la pubertad, es innegable que existe gran variación en la edad y en el peso a la que ésta se presenta en las diferentes razas de bovinos, comenzando desde diferencias entre los Bos taurus y Bos indicus, así también como entre sus cruzas (entre el mismo ganado europeo, como entre el cebú, y también entre la craza del cebú y el ganado europeo), lo cual puede estar indicando que la genética juega un papel muy importante en este período (Wiltbank et al., 1966; Arije y Wiltbank, 1971; Laster et al., 1972; Gregory et al., 1979; Dow et al., 1982; Grass et al., 1982; Holy, 1983).

Arije y Wiltbank (1971) realizaron un estudio donde uno de sus propósitos, fue el de evaluar la influencia del padre (heredabilidad) sobre la edad y el peso a la pubertad de las novillas. Para esto, en un período de 2 años estudiaron un total de 310 novillas Hereford, las cuales fueron procreadas de 27 toros (9 de los cuales sirvieron en los 2 años), se encontraron valores de heredabilidad de  $.20 \pm .16$  para edad y  $1.09 \pm 0.27$  para peso. La correlación genética entre edad y peso no fue particularmente alta, siendo  $.36 \pm .30$ .

153874

Laster et al. (1979) en un estudio utilizando novillas cruzadas (Hereford y Angus como madres y Hereford, Angus, Red Poll, Brown Swiss, Gelbvieh, Maine Anjou y Chianina como padres) encontrarón que la pubertad esta influenciada por la raza del padre y por el padre mismo, así como también por la raza y edad de la madre ( $P < 0.01$ ). La heredabilidad estimada fue de  $.41 \pm .17$  para edad y  $.40 \pm .17$  para peso a la pubertad. La correlación genética entre edad y peso a la pubertad fue de  $.52 \pm .23$ , este valor es intermedio a los presentados por Arije y Wiltbank (1971) ( $.36 \pm .30$ ) y Smith et al. (1976) ( $.67 \pm .24$ ). Este último autor menciona que la heredabilidad para edad a la pubertad fue de  $.64 \pm .31$ .

Warwick y Legates (1986) mencionan que la edad en que se alcanza la pubertad, es un carácter reproductivo con una heredabilidad, cuando menos intermedia (entre .20 y .40); entonces en las razas en que la pubertad es un obstáculo que impide que se crucen por primera vez las vaquillas a una edad deseable, se puede ejercer una presión de selección encaminada a desarrollar la pubertad temprana, con grandes posibilidades de que ésta resulte efectiva en cierto grado.

Una de las primeras diferencias que se observan, es que las novillas Bos taurus llegan a la pubertad más tempranamente que las novillas Bos indicus, como lo demuestran los estudios de Dale et al. (1959), Stewart et al. (1980) y Nelsen et al. (1982)

Dale et al. (1959), trabajando con novillas Brahman, Shorthorn y Santa Gertrudis, demuestran que las novillas Shorthorn (Bos taurus) son más jóvenes y más livianas a la pubertad que las novillas Brahman (Bos indicus), cuando estas se encontraban en cobertizos (En Missouri) Tabla II.4, sin embargo la edad y el peso varió entre los animales, cuando se sometieron a diferente tratamiento de temperatura, en donde con muy poca variación, las novillas Brahman presentaron la pubertad a mayor edad y con más peso.

Resultados similares encontraron Stewart et al. (1980), los cuáles comparan la edad y el peso a la presentación de la pubertad en novillas Brahman (Bos indicus), Angus, Hereford, Holstein y Jersey (Bos taurus) lotificadas en 2 grupos de alimentación. En ambos grupos de alimentación, las novillas Brahman promediaron una mayor edad y peso que las novillas Europeas. Tabla II.2.

Nelsen et al. (1982), También reportan que las novillas Brahman presentan la pubertad a mayor edad y peso, comparadas con novillas Angus (A), Hereford (He), Holstein (Ho) y Jersey (J). (Tabla II.3.). Las novillas Angus, Holstein y Jersey son más jóvenes y livianas a la pubertad, que las novillas Brahman y Hereford, estos resultados son similares a los de Stewart et al. (1980) y los de Baker et al. (1989), estos últimos, trabajando también con novillas Brahman, Angus, Hereford, Holstein y Jersey, concluyen que a la pubertad las novillas Jersey fueron más jóvenes, ligeras

y pequeñas, mientras que las novillas Brahman fueron más viejas, pesadas y grandes. (tabla II.3.)

Estos tres autores concuerdan en que las novillas Brahman presentan la pubertad a más edad y peso que las novillas Europeas (A. He. Ho. y J.), y que son seguidas de cerca por las novillas Hereford.

Tabla II.3.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas de diferentes razas, en 2 estudios diferentes (Nelsen et al., 1982; y Baker et al., 1989).

Raza	Nelsen <u>et al</u>		Baker <u>et al</u>	
	Edad	Peso	Edad	Peso
Angus	343 ± 14	227 ± 9	418.6	273.8
Brahman	428 ± 16	287 ± 10	537.0	341.2
Hereford	407 ± 10	232 ± 6	466.3	283.6
Holstein	328 ± 15	237 ± 10	281.7	249.7
Jersey	363 ± 20	168 ± 13	254.7	171.8

Por otra parte, también se encuentra variación en un mismo grupo de ganado, así tenemos entre los mismos Bos taurus se dan diferencias entre el peso y la edad a la que se presenta la pubertad, como se puede apreciar en los resultados de Stewart et al. (1980); Grass et al. (1982); Nelsen et al. (1982) y Baker et al. (1989) Tablas II.2., II.3., y II.5., Siendo las novillas Hereford las de mayor

edad y peso a la pubertad y las novillas Jersey las más jóvenes y ligeras. En el estudio de Grass et al. (1982), las novillas Holstein fueron las más jóvenes y ligeras.

Así también Ferrel (1982) reporta variación en la edad y el peso a la pubertad y que estos dos caracteres, son afectados por la raza del semental y la raza y edad de la vaca, este autor da los siguientes valores: Angus 410 días y 309 Kg., Hereford 429 d. y 302 Kg., Red Poll 355 d. y 270 Kg., Brown Swiss 317 d. y 305 Kg., Charolais 388 d. y 355 Kg. y Simental 348 d. y 328 Kg.

Burfening et al. (1979) investigando el efecto que produce el cruzamiento cerrado de líneas de la raza Hereford sobre la edad a la pubertad, encontraron que la línea del padre o semental, afectó el peso al primer estro (Pubertad) ( $P < .05$ ), y que la línea de la madre afectó la edad y el peso al primer estro ( $P < .01$ ).

En cuanto a las variaciones entre los animales Bos indicus, se encuentra menor información, sin embargo, también existen diferencias en cuanto a la edad y el peso a la pubertad (Galina y Arthur, 1989).

La heterosis o vigor híbrido (entendiendo este como la mayor productividad de los individuos híbridos, comparados con el promedio de las líneas progenitoras; Warwick y Legates, 1986; Lasley, 1982), es también un factor a considerar en la presentación de la pubertad.

Laster et al. (1976) evaluaron la tasa de crecimiento postdestete y la pubertad en 945 novillas (producto de los cruzamientos de vacas Hereford y Angus y sementales de la raza Hereford, Angus, Jersey, South Devon, Limousin, Charolais y Simental), sus resultados indican que la edad y el peso a la pubertad fue afectado por la raza del semental, la raza y edad de la vaca. La heterosis en el presente estudio en las cruzas de Hereford por Angus fue de 19.5 días más jóvenes ( $P < .05$ ) comparadas con las razas puras, la heterosis tuvo poco efecto sobre el peso a la pubertad en este estudio.

Gregory et al. (1978) encontraron que las novillas cruzadas fuerón en general 6.8 Kg. más pesadas ( $P < .05$ ) y 9.4 días más jóvenes ( $P < .10$ ) a la pubertad, que las novillas puras. En este estudio se incluyeron las razas Red Poll, Brown Swiss, Hereford y Angus. La raza Brown Swiss y sus cruzas, alcanzaron la pubertad más tempranamente que las otras razas y sus cruzas y fuerón más pesadas que las Red Poll y Hereford y cruzas, pero no más que la raza Angus y sus cruzas ( $P < .05$ ).

En cuanto a la heterosis como resultado del cruzamiento del ganado Bos taurus y Bos indicus, Stewart et al. (1980) reportan una edad y peso a la pubertad para la raza Angus de  $385 \pm 14$  días y  $225 \pm 8$  Kg. y para la raza Brahman (B) de  $479 \pm 14$  días y  $299 \pm 8$  Kg., la cruce de esta dos razas promedió una edad de 399 días y un peso de 262 Kg.,

mejorando la media de sus progenitores. En este mismo trabajo se puede observar a otras razas como son la Hereford (He), Holstein (Ho) y Jersey (J) las cuáles tuvieron una edad y peso de  $450 \pm 10$  d., 235 Kg.;  $361 \pm 13$  d.,  $223 \pm 7$  Kg.; y  $387 \pm 19$  d.,  $167 \pm 11$  Kg. respectivamente, y las cruzas de B x He de  $425 \pm 12$  d. y  $272 \pm 7$  Kg.; las cruzas de B x Ho de  $404 \pm 14$  d. y 277 Kg., las cruzas de B x J de  $395 \pm 13$  días y  $299 \pm 8$  Kg., en todos los casos la edad a la pubertad se reduce y el peso no se afecta grandemente. Resultados similares reportan Baker et al. (1989) los cuáles trabajaron con las mismas razas.

En la revisión de Galina y Arthur (1989) se reporta que la presentación de la primera actividad ovárica en ganado Cebú, ocurre alrededor de los 22 meses de edad y que las cruzas de estos animales (cebú) con ganado Europeo, especialmente con toros Jersey, reduce esta edad a 15 meses aproximadamente.

## 6.- INFLUENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

La influencia del medio ambiente sobre la presentación de la pubertad ha sido estudiada por diversos autores, uno de los primeros trabajos realizados es reportado por Dale et al. (1959), los cuáles condujeron un experimento para determinar los efectos de la exposición prolongada a una temperatura stresante (80 °F/26.66 °C), sobre la actividad ovárica (pubertad), de novillas de carne.

En este trabajo se utilizarón novillas de la raza Brahman, Santa Gertrudis y Shorthorn, las cuáles fueron criadas a partir de un mes de edad bajo temperatura ambiental (cámaras climáticas) de 50 °F (grupo 1) y 80 °F (grupo 2) con una humedad relativa de 50-70 % y períodos iguales de luz/obscuridad, el grupo control fue mantenido en cobertizos abiertos, expuestos a las condiciones climáticas de Missouri (Columbia, USA)

La pubertad (estimada por el tamaño y persistencia de las estructuras foliculares o por la presencia del cuerpo lúteo en la superficie del ovario), fue retrazada (edad), en las novillas Brahman a 80° F y es en éstas novillas en donde se observó un crecimiento corporal más rápido a 80° F que a 50° F. En las novillas Shorthorn se observó un efecto similar, pero menos pronunciado (Tabla II.4).

El tiempo a la pubertad en las novillas Santa Gertrudis, no pareció afectarse por las condiciones climáticas stresantes, lo que probablemente indique diferencias de adaptación entre razas.

Tabla II.4.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas de 3 diferentes razas, mantenidas a diferentes temperaturas ambientales ( $^{\circ}\text{C}$ ). No se especifica la temperatura del grupo control (adaptado de Dale *et al*, (1959).

ITEM	Brahman			Sta. Gertrudis			Shorthorn		
	10 $^{\circ}$	26.6 $^{\circ}$	CONT	10 $^{\circ}$	26.6 $^{\circ}$	CONT	10 $^{\circ}$	26.6 $^{\circ}$	CONT
# Anim	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Edad	307	463	397	290	290	306	303	440	280
Peso	261	357	296	295	269	243	263	267	219

Plasse *et al*. (1968), realizaron un estudio en donde el objetivo fue el de determinar la edad a la pubertad y la variación estacional en la actividad sexual en novillas Brahman y sus cruzas, para esto alojó a un grupo de novillas bajo condiciones de clima subtropical (Florida, USA), éstas se encontraban en pastoreo y se les suministró un suplemento durante el invierno, para mantener un adecuado plano nutricional.

La pubertad en este estudio se consideró alcanzada cuando se detectó cuerpo lúteo a la palpación (palpaciones

mensuales), aunque estos autores mencionan que la estación de nacimiento no afectó la edad a la pubertad, si encontraron una depresión de la actividad ovárica durante el invierno en las novillas Brahman (la actividad ovárica fue medida por la frecuencia de los cuerpos lúteos, talla y tono del útero). La fluctuación estacional no se observó en las novillas cruzadas (Brahman X British).

La estación del año en que nacen las novillas ha sido estudiada por Grass et al. (1982), los cuáles también determinaron la influencia de la raza de la novilla, raza del padre, y el nivel de alimentación, sobre la edad a la pubertad (el criterio de pubertad fue cuando se determinó el estro visualmente y a la palpación rectal se confirmó la ovulación por presencia de cuerpo lúteo, esto del 7° al 15° día después de presentado el estro). Los autores mencionados, observaron que las novillas nacidas en primavera llegan a la pubertad a una edad más temprana que las nacidas en invierno (experimento 1 y 2), Tabla II.5.

Schillo et al. (1983), midiendo los efectos de los cambios estacionales (ambientales), durante los primeros y segundos 6 meses de vida, sobre la presentación de la pubertad en novillas, seleccionaron a 28 novillas Angus X Holstein, nacidas en Marzo (M) o Septiembre (S), estos animales fueron criados bajo condiciones naturales los primeros 6 meses de vida y de los 6 a los 12 meses de edad, fueron criados en cámaras climáticas programadas para

simular las condiciones de fotoperíodo y temperatura de primavera, verano y otoño temprano (Grupo Sp-F), y de otoño, invierno y primavera temprana (Grupo F-Sp). los resultados indican que las novillas nacidas en Septiembre (S), presentan a una edad más temprana la pubertad, que las nacidas en Marzo (M), ( $P < 0.06$ ), y que el grupo Sp-F fúe más jóven ( $P < 0.08$ ), que el grupo F-Sp, tanto para el grupo M como para el grupo S. (Tabla II.6.)

Schillo et al. (1983) concluyen, que aunque el ganado no es un reproductor estacional, los resultados demuestran que la estación de nacimientos y la estación a la que alcanzan la pubertad, tiene influencia sobre la edad a la pubertad.

Hansen et al. (1983), realizaron 2 experimentos para probar si la suplementación de luz (18/luz/día vs fotoperíodo natural), a las 22 o 24 semanas de edad, reduce la edad a la pubertad en bovinos. Para comprobar esto, sometieron a un grupo de novillas de la raza Angus y sus cruza, a 18 Hrs/luz por 6 Hrs/obscuridad (L), y otro grupo (control) fue sometido a fotoperíodo natural (N), experimento 1. Los resultados muestran que las novillas expuestas a 18 Hrs/luz/día, fueron más jóvenes ( $P < 0.01$ ) al primer estro y a la primera ovulación (pubertad) que las expuestas al fotoperíodo natural (318-312 días vs 367 días), y con un peso menor (286 vs 326 Kg. -  $P < 0.05$ ). (fig. II-3)

Tabla II.5.- Edad y peso corporal a la pubertad en novillas Holstein y Hereford nacidas en dos estaciones diferentes del año y mantenidas en 2 niveles de alimentación (Grass et al., 1982).

Raza	Dieta	Est. Nac.	Edad-días	Peso-Kg.
Holstein	Alta	Invierno	362 ± 15	314 ± 11
Holstein	Alta	Primavera	297 ± 15	274 ± 11
Holstein	Baja	Invierno	349 ± 18	282 ± 13
Holstein	Baja	Primavera	359 ± 10	264 ± 7
Hereford	Alta	Invierno	426 ± 10	331 ± 10
Hereford	Alta	Primavera	392 ± 10	309 ± 8
Hereford	Baja	Invierno	439 ± 18	283 ± 13
Hereford	Baja	Primavera	467 ± 13	265 ± 10

Estos autores concluyen que la edad a la pubertad en las hembras bovinas, puede ser alterada por influencia del fotoperíodo, aun cuando se considere que no son animales estacionales, Tabla II.7.

Petitclerc et al., (1983) , evaluaron la influencia del fotoperíodo y el nivel de nutrición sobre la presentación de la pubertad, en novillas Holstein. Las novillas fueron lotificadas en 2 regímenes de luz, el grupo 1 fue expuesto a 16 hrs/luz y 8 hrs/obs, el grupo 2 fue inverso, es decir 16 hrs/obscuridad y 6 hrs/luz, así mismo a estos grupos se les suministró un plano alto y un plano bajo de alimentación.

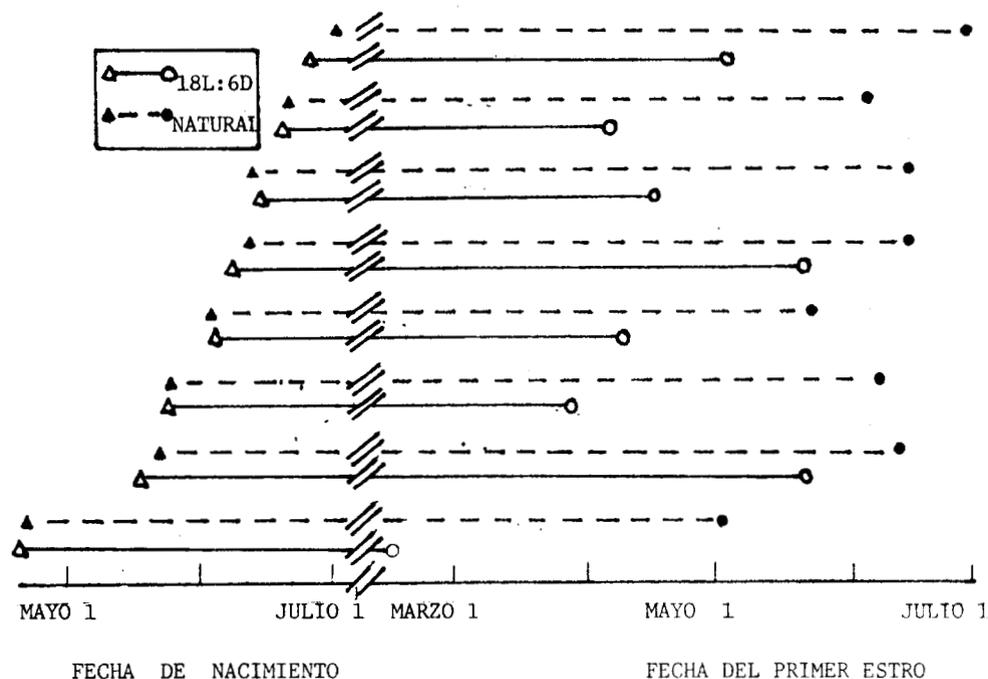


Figura II.3.- Fechas de nacimiento (triángulos) y del primer estro (círculos), en las novillas expuestas a 18 horas luz (18L:6D) después de los primeros 5 meses de edad o expuestas a fotoperíodo natural (Hansen *et al.*, 1983).

Tabla II.6.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas con diferente fecha de nacimiento y que fueron expuestas a diferentes condiciones ambientales (en cámaras climáticas), después de los primeros 6 meses de vida. (Schillo *et al.*, 1983).

Fecha de nacimiento	Condición ambiental	Edad a la pubertad		Peso a la pubertad	
		X	SD	X	SD
Marzo 21	Sp-F	321	29.5	281	39.0
Marzo 21	F-Sp	346	50.1	318	43.4
Sept. 23	Sp-F	295	12.6	268	9.9
Sept. 23	F-Sp	319	32.5	306	25.5

Tabla II.7.- Edad (días) y peso corporal (Kg.) a la pubertad en novillas Angus y sus cruzas, expuestas a 18 horas luz y a fotoperíodo natural. (Hansen et al., 1983).

ITEM	FOTOPERIODO	
	18 hr/luz	Natural
Edad 1 <sup>er</sup> estro	318 ± 9.3	367 ± 4.4
Edad 1 <sup>a</sup> ovulación	312 ± 12.4	367 ± 4.4
Peso 1 <sup>er</sup> estro	286 ± 8.5	326 ± 8.5

Los resultados encontrados, concuerdan con los de Hansen et al., (1983), en donde las novillas tendieron a alcanzar la pubertad a menor peso cuando fueron expuestas a 16 hrs/ luz ( $P < 0.19$ ), o en el plano bajo de nutrición ( $P < 0.19$ ), en comparación con 8 hrs/luz:16 hrs/obscuridad, o plano alto de nutrición. Sin embargo el intervalo del inicio del experimento a la pubertad fue más corto para los animales en el plano alto de nutrición ( $P < 0.01$ ), o, bajo el fotoperíodo de 16 hrs/luz:8 hrs/obscuridad ( $P < 0.07$ ), figura II.4.

Estos autores concluyen, que el fotoperíodo, puede ser una herramienta útil para la producción de ganado, fig. II.4.

En un experimento en donde el principal objetivo fue evaluar la influencia de la presencia de vacas maduras sobre la presentación de la pubertad, así como la frecuencia de estros anovulatorios o no puberales, Nelsen et al., (1985), los cuáles trabajando con novillas cruzadas,

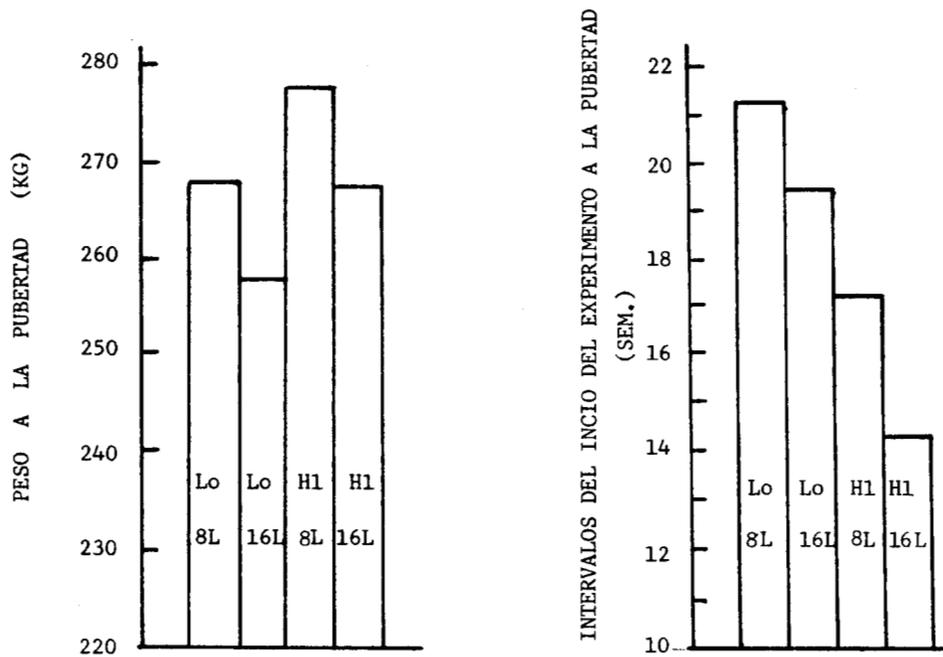


Figura II.4.- Efecto del fotoperíodo (horas luz) y del plano nutricional, sobre la presentación de la pubertad en novillas. (Petitclerc *et al.*, 1983).

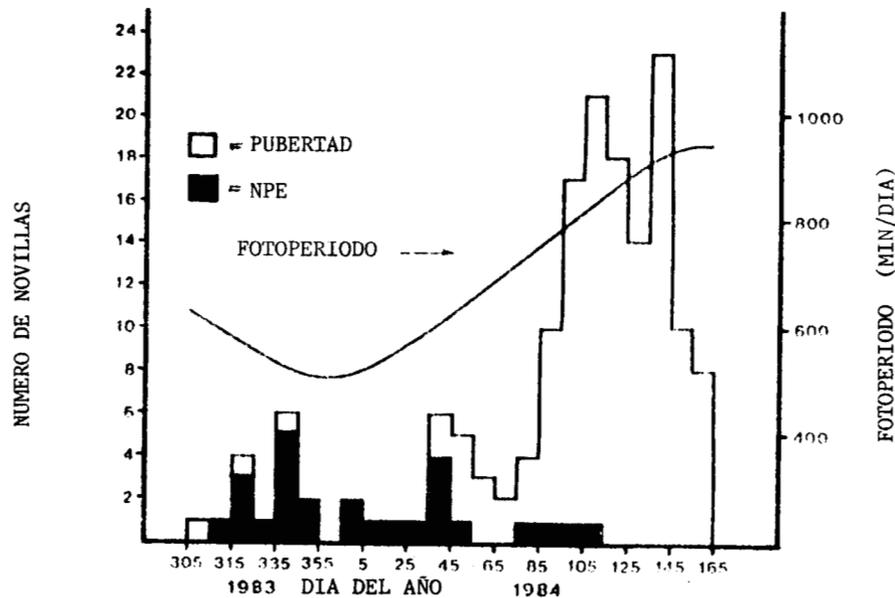


Figura II.5.- Distribución del primer estro en novillas. Se indica el fenómeno de estros no puberales (sin ovulación-ENP) y del fotoperíodo (Nelsen *et al.* 1985).

observaron una influencia estacional sobre la presentación de la pubertad. Estos autores concluyen que el efecto se debió probablemente al fotoperíodo, lo que concuerda con lo indicado por otros autores (Hansen et al., 1983 y Petitclerc et al., 1983), En el trabajo de Nelsen et al. (1985) la pubertad se definió por 3 criterios: 1.- Marcaje por el toro. 2.- Presencia de un cuerpo lúteo detectado por palpación. 3.- Elevación de la concentración de progesterona sérica por arriba de 1 ng/ml. La figura II-5 ilustra los resultados obtenidos por estos autores.

## 7.- INFLUENCIA DEL MANEJO

### 7.1.- BIOESTIMULACION.

La bioestimulación ha sido definida como los efectos estimulatorios del macho sobre el estro y la ovulación en la hembra, vía feromonas, estimulación genital u otras señales externas menos definidas (Chenoweth, 1986). Sin embargo la bioestimulación ejercida por el macho sobre la presentación de la pubertad en la hembra ha sido cuestionable.

### 7.2.- INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DEL MACHO SOBRE LA PRESENTACION DE LA PUBERTAD EN LA HEMBRA.

Los primeros trabajos que se hicieron sobre este tema fueron realizados en ratones y ratas. Vanderbergh (1967) es uno de los primeros en demostrar que la presencia del macho puede acelerar la presentación de la pubertad en hembras inmaduras (ratones). También se ha observado que la presencia del macho puede acelerar la presentación de la pubertad en cerdas (Brooks y Cole, 1970; Kirwood y Hudges, 1979) y en ovejas (Kassem et al., 1989).

En el caso de los bovinos los resultados no han sido muy satisfactorios. Berardinelly et al. (1978) sometieron a un grupo de novillas de la raza Hereford a la presencia de un toro celador (el grupo control sin toro), por un período de 3 semanas, estos autores observaron que la presentación

de la pubertad en las novillas no se modifica por la presencia del toro.

Roberson et al. (1987) trataron de determinar si la exposición por un período prolongado (152 días), a la presencia del toro, puede alterar la edad y el peso a la que alcanzan la pubertad las novillas, para esto sometió a un grupo de novillas de las razas Angus y Angus X hereford, a la presencia de toros maduros (celadores), y a otro grupo lo mantuvo sin toros. Los resultados demuestran que la presencia del toro no influyó sobre la presentación de la pubertad en las novillas ( $287 \pm 2$  días y  $230 \pm 3$  Kg. Vs  $286 \pm 2$  días y  $228 \pm 2$  Kg.  $P < .10$ ).

### 7.3.- EFECTO DE LA ORINA DEL TORO SOBRE LA PUBERTAD DE LAS NOVILLAS.

Izard y Vanderbergh (1982), sometieron a 52 novillas cruzadas (Angus, Charolais, Hereford o Simental), a uno de dos tratamientos. 1.- Aplicación oronasal de la orina del toro y 2.- aplicación oronasal de agua. La orina fue obtenida de un toro Angus fértil y mantenida a  $-16^{\circ}\text{C}$ , 15 semanas antes del primer tratamiento. La aplicación oronasal consistió en introducir 1 ml de la orina en cada fosa nasal y 1 ml en la boca de la novilla (abierta), el grupo control recibió 3 ml de agua, aplicados de la misma forma por un período de 8 semanas. Los resultados muestran que la presentación de la pubertad no se afecta (edad y peso) por la aplicación de la orina, comparado con el grupo al cuál

se le aplicó solamente agua ( $324 \pm 4.1$  días y  $222 \pm 4.9$  Kg. Vs  $318 \pm 3.8$  días y  $277 \pm 5$ . Palpación I) sin embargo, un aspecto interesante de éste estudio es que se observa una tendencia a incrementar el porcentaje de novillas que alcanzan la pubertad, cuando son expuestas a la orina del toro, que cuando son expuestas al agua (35 vs 27 %).

La duración de la exposición, el tipo o forma de las señales de la biostimulación, pueden ser importantes para determinar la respuesta de las novillas prepuberales, a los toros y/o a otras señales, como pueden ser los estímulos eléctricos o a la presencia de vacas maduras.

#### 7.4.- INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE LA VACA MADURA SOBRE LA PRESENTACION DE LA PUBERTAD.

Se menciona que la presencia de la vacas maduras en un lote de novillas puede influir sobre la presentación de la pubertad de éstas (Nelsen et al., 1985), reporta que las novillas Hereford en presencia de vacas maduras, alcanzan la pubertad 16 Kg. más ligeras y 26 días más jóvenes que las novillas del grupo control (que no tuvieron contacto con vacas), así mismo las novillas Tarentaise alcanzan la pubertad 26 Kg. y 40 días más ligeras y jóvenes cuando se encontraba en contacto con vacas que cuando no lo estaban, pero las novillas Charolais en presencia de vacas maduras son 19 Kg. más pesadas y 29 días más viejas que las novillas control. Este autor concluye que la ocurrencia de la pubertad puede estar más relacionada o influenciada por el

genotipo (raza del semental), y que puede estar ligado a la ganancia de peso, a la estación del año o al fotoperíodo.

#### 7.5.- INFLUENCIA DE LA ESTIMULACION ELECTRICA SOBRE LA PRESENTACION DE LA PUBERTAD.

Se ha observado que la estimulación eléctrica del cervix, decrece la edad a la pubertad en ratas (Swingle et al., 1951), y que incrementa el porcentaje de vacas (que estaban anéstricas) que presentan estró y ovulación post-tratamiento (Hays y Carlevaro, 1959), es por esto que se pensó que también la estimulación eléctrica pudiera disminuir la edad a la pubertad en las novillas.

Berardinelli et al. (1978) estudiaron este efecto en novillas Angus y Hereford, a las cuáles a un grupo se les estimuló el cervix y el útero eléctricamente a través del recto con un electro-eyaculador (este se colocó por sobre el tracto reproductivo), a otro grupo solamente se les insertó el electro-eyaculador por el mismo periodo, pero no se les estimuló. Estos autores concluyen que la estimulación eléctrica en novillas jóvenes de carne, no acelera la edad a la pubertad

### III. — MATERIAL Y METODOS

#### 1. — UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO.

El estudio se efectuó en el estado de Yucatán, éste se encuentra situado en el sureste de los Estados Unidos Mexicanos y al norte de la península del mismo nombre, entre los paralelos  $19^{\circ} 29'$  y  $21^{\circ} 37'$  de Latitud Norte y los Meridianos  $87^{\circ} 32'$  y  $90^{\circ} 25'$  de longitud Oeste. El clima del estado se encuentra clasificado como Bs y Awo (Gobierno del Estado de Yucatán, 1983).

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de un rancho situado en las inmediaciones de la ciudad de Motul, Yucatán, geográficamente el sitio se localiza a  $21^{\circ} 06'$  de Latitud Norte y  $89^{\circ} 18'$  de Longitud Oeste, con una altura de 11 metros sobre el nivel del mar. El clima de la zona está clasificado como tropical subhúmedo correspondiente al tipo Awo de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1973). La temp. promedio anual varía entre  $25^{\circ}$  y  $28^{\circ}\text{C}$  y la humedad relativa media anual es de alrededor de 78 %, la precipitación pluvial anual varía entre 400 y 1300 mm (Gobierno del Estado de Yucatán, 1983). Datos en cuanto a la temperatura y humedad relativa en los últimos 8 años se presentan en la figura III-1.

El estudio se realizó durante los períodos comprendidos entre los meses de Julio y Agosto de 1988, que

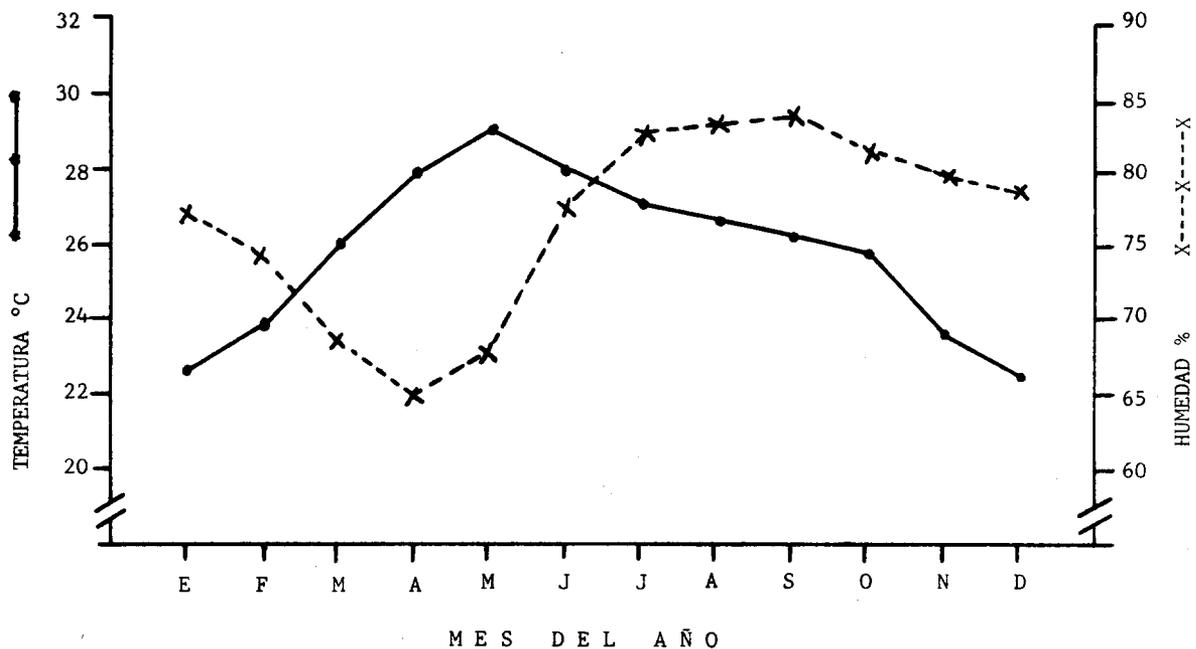


Fig III-1.- Distribución de las medias mensuales de temperatura (°C) y humedad relativa (%), en el periodo comprendido de Enero de 1980 a Diciembre de 1987 (Comisión Nacional del Agua, delegación Yucatán-comunicación personal)

Tabla III-1.- Datos metereológicos observados durante los periodos correspondientes a las épocas de muestreo (Comisión Nacional del Agua, delegación Yucatán-comunicación personal).

Factor Climatico	EPOCA DE LLUVIA JUL-AGOS. 1988	EPOCA DE SECA ABR-MAY. 1989
PRECIP. TOTAL	331.5 mm	26 mm
HUMEDAD RELATIVA	82.7 %	67.4 %
TEMPERATURA MEDIA	27.2 °C	28.6 °C
TEMPERATURA MAXIMA	35.7 °C	40.4 °C
TEMPERATURA MINIMA	19.5 °C	17.8 °C

(época de lluvia) y los meses de Abril y Mayo de 1989 (época de seca), éstas épocas se eligieron con base a los datos climatológicos de los últimos 8 años (fig. III.1), los datos climatológicos correspondientes a las épocas de estudio se presentan en la Tabla III.-1.

## 2.- ANIMALES.

Las novillas que se utilizaron fueron de la raza Suizo Pardo (Bos taurus), las cuáles tuvieron una edad que fluctuó entre 10 y 14 meses y un peso de entre 100 y 220 kilos. Estas novillas se consideran como animales representativos del tipo que se utilizan como pie de cría en la región.

Se utilizaron 29 novillas para la época de lluvia y 26 para la época de seca, siendo un total 55 novillas estudiadas, se formaron 5 grupos de edad para cada época con los animales distribuidos como se muestra en la tabla III-2.

Tabla III-2.- distribución de las novillas en sus diferentes edades para las dos épocas estudiadas.

Edad	E. de Lluvia	E. de Seca
Grupo 1.- 10 meses	6 novillas	5 novillas
Grupo 2.- 11 meses	6 "	6 "
Grupo 3.- 12 meses	6 "	5 "
Grupo 4.- 13 meses	6 "	5 "
Grupo 5.- 14 meses	5 "	5 "

La selección de los animales se realizó con base en la edad y se excluyó a los animales que presentaban alguna enfermedad o daño físico.

### 3.- ALIMENTACION.

La alimentación de los animales durante el estudio consistió en pasto estrella de Africa (Cynodon plectostachyus), bajo riego, en donde fueron pastoreados durante 6 horas diarias en promedio (por las mañanas), más aproximadamente 5 Kg./día/animal de pulpa de henéquen (Agave fourcroydes) teniendo libre acceso a agua y a sales minerales. En la época de seca se les suministró alimento balanceado de elaboración comercial con un 16 % de proteína cruda, para reducir la variación estacional, de tal forma que el ritmo de crecimiento no se vea afectado por la época.

### 4.- PROCEDIMIENTO Y DETALLES DE MANEJO.

Las variables a considerar fueron: edad, época, peso corporal (PC), circunferencia torácica (CT), longitud corporal (LC), diámetro isquiático (DI), longitud de la vulva (LV). La concentración de progesterona se utilizó como un indicador de la funcionalidad ovárica, así mismo se registraron los datos climáticos de la zona en los meses del muestreo. Ver Tabla III.1.

En cuanto a la época, como se mencionó anteriormente se muestreó en la época de seca (Abril-Mayo), y en la época

de lluvia (Julio-Agosto), respecto a la edad los animales éstos fueron distribuidos según el esquema planteado.

En lo referente a la toma de muestras y medidas, se realizó (para cualquiera de las 2 épocas), de la manera siguiente:

El primer día (día 0) se tomaron muestras de sangre, se pesaron y midieron a las novillas (ver los puntos de la A a la F); 8 días después (día 8) se repitió la toma de muestras de sangre; 18 días después del muestreo anterior (día 26), se volvió a tomar muestras sanguíneas, se pesaron y midieron a los animales (igual al día 0); 8 días después de este tercer muestreo (día 34), solo se tomaron muestras de sangre. Este manejo se realizó para cada época. Las mediciones se realizaron de la forma siguiente:

A.- PESAJE: Las novillas fueron pesadas por la mañana, antes de salir a pastorear y de que reciban su suplemento.

B.- CIRCUNFERENCIA TORACICA: Esta se midió con una cinta métrica blanda (no elástica), y se tomó a nivel de la 4 vértebra torácica y la parte interna de los codos, evitando realizar presión a la medición.

C.- LONGITUD CORPORAL: Igualmente que en la medida anterior, ésta se tomó con una cinta métrica, de la tuberosidad medial del Húmero a la tuberosidad Isquiática del lado contrario, pasando la cinta sobre el dorso del animal, esta operación se efectuó en ambos lados del cuerpo

y la media de las 2 mediciones fue la que se registró como la longitud corporal.

D.- DIAMETRO ISQUIATICO: Esta se midió con una cinta métrica rígida (metálica), y se tomó entre las 2 tuberosidades isquiáticas, previo levantamiento de la cola del animal.

E.- LONGITUD DE LA VULVA: Esta medida al igual que la anterior se midió con una cinta métrica rígida (metálica) y se tomó de la comisura dorsal de la vulva (donde se unen los labios vulvares), hasta donde termina la comisura ventral de ésta (por su parte externa o borde inferior de la vulva).

F.- SANGRADO Y DETERMINACION DE PROGESTERONA: La obtención de las muestras de sangre fue por punción de la vena yugular (previa limpieza y desinfección del área), se utilizarón tubos vacutainer no heparinizados, solamente se tomó una muestra de sangre por animal y se realizó entre las 9 y 11 horas del día. El suero fue separado por centrifugación (15 min., a 3000 rpm.), y se mantuvo a -20 grados centigrados hasta su análisis. La determinación de la concentración de progesterona en el suero, se realizó por la técnica de Radioinmunoensayo ( Abraham, 1975 ).

G.- DATOS METEREOLÓGICOS: Los datos metereológicos se obtuvieron del centro metereológico de la zona. Figura III-1, Tabla III.1 (Comisión Nacional del Agua-Del. Yucatán).

#### 5.- CRITERIO DE PUBERTAD.

El criterio para definir si una novilla llegó a la pubertad o no, fue el utilizado por Heitzman et al. (1979); Little et al. (1981); Sejrson et al. (1982); Petitclerc et al. (1983); Schillo et al. (1983); Zinn et al. (1986) y Dodson et al. (1988), es decir cuando el nivel de progesterona de la novilla sea igual o mayor a 1 ng/ml en suero, lo que indica la funcionalidad del cuerpo lúteo y que demuestra por lo tanto que la novilla ya ovuló y por consiguiente es capaz de reproducirse (Berardinelli et al., 1979; Kaltenbach y Dunn, 1984)

#### 6.- ANALISIS ESTADISTICO.

Los resultados fueron procesados mediante análisis de varianza para comparar las características observadas en los animales púberes y no púberes en las dos épocas de estudio y la prueba de chi cuadrada se usó para comparar los porcentajes de novillas púberes de las dos épocas (Downie y Heath, 1986).

#### IV. — RESULTADOS

Los promedios generales de las características observadas (Edad, Peso, Circunferencia torácica-CT, Longitud corporal-LC, Longitud de la vulva-LV, Diámetro isquiático-DI), a las novillas en las dos diferentes épocas se presentan en la tabla IV-1, al analizar los promedios obtenidos para cada época y edad, no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), para ninguna de las características estudiadas.

En la tabla IV-2 se presenta el total de las novillas que se encontraban púberes (ciclando) y las que no lo estaban (41 vs 14) del total de las 55 novillas estudiadas. En esta tabla se puede apreciar que no existe gran variación ( $P > 0.05$ ) en cuanto a las características observadas entre los animales púberes y no púberes, esto para las dos épocas en conjunto, el promedio de edad y peso encontrado para las novillas púberes fue de  $364.8 \pm 41.73$  días y  $157.6 \pm 25.98$  Kg. respectivamente. El nivel promedio de progesterona observada en las novillas púberes en la época de lluvia fue de  $3.8 \pm 1.3$  ng/ml y durante la época de seca de  $4.1 \pm 1.4$  ng/ml! Las diferencias no son significativas ( $P > 0.05$ )

Los promedios generales de las características de las novillas púberes y no púberes para cada época se muestran en la tabla IV-3, en ésta al igual que en las tablas anteriores se puede apreciar que no hay mucha diferencia cuando se

compara el promedio global, el promedio de las novillas púberes y de las no púberes dentro una época y entre épocas no existiendo diferencia significativa ( $P > 0.05$ ).

Los números y los porcentajes de novillas que se encontraron púberes (ciclando) para las diferentes épocas se presentan en las tablas IV-4 y IV-5. En esta última (IV-5) se puede observar con mayor detalle el porcentaje correspondiente para cada edad, así como el porcentaje global para cada época (82.75 % para la E. de lluvia y 65.38 % para la E. de seca). Aunque se observa diferencia entre estos porcentajes, ésta no fue significativa ( $P > 0.05$ ), sin embargo es claro que hay cierta tendencia a que en la época de lluvia se encuentren más animales púberes que en la época de seca.

Tabla IV-1.- Promedios ( $\pm$  D.E.) de las características de las novillas, en sus diferentes edades en las dos épocas estudiadas. No se encontro dif. signifiativa ( $P > 0.05$ )

CARACT. EPOCA	EDAD	PESO	C.T.	L.C.	L.V.	D.I.
Lluvia	419.40 ( 3.87)	180.80 (4.70)	129.20 (1.70)	124.00 (1.09)	5.70 (0.81)	11.10 (0.48)
Seca	425.80 (3.18)	180.20 (22.14)	128.80 (3.31)	124.80 (3.60)	5.20 (0.74)	11.40 (0.48)
Lluvia	395.50 (4.95)	160.33 (16.33)	125.00 ( 4.20)	119.16 (3.67)	5.91 (0.73)	11.16 (0.68)
Seca	398.16 (2.67)	166.83 (22.60)	125.83 (6.38)	123.66 (4.95)	5.00 (0.50)	10.83 (0.47)
Lluvia	361.50 (5.12)	156.33 (23.24)	124.00 (5.32)	117.16 (6.41)	6.16 (0.89)	11.00 (1.25)
Seca	367.60 (1.62)	152.80 (16.10)	122.80 (3.54)	155.60 (2.87)	4.70 (0.60)	9.50 (0.63)
Lluvia	331.16 (3.71)	147.33 (26.6)	120.91 (8.26)	115.50 (6.77)	6.00 (0.95)	10.25 (1.46)
Seca	334.00 (1.78)	141.60 (16.72)	121.60 (6.08)	115.40 (6.34)	5.10 (0.66)	10.10 (0.20)
Lluvia	296.16 (3.13)	141.16 (14.25)	118.16 (4.66)	116.00 (4.65)	6.08 (1.30)	9.91 (0.53)
Seca	305.4 (2.33)	133.40 (10.36)	117.60 (5.57)	108.80 (3.18)	4.70 (0.24)	9.30 (0.40)

(Edad en días; peso en Kg; CT,LC,LV y DI en cm.; C.T.= Circunferencia torácica; L.C.= Longitud corporal; L.V.= Longitud de vulva y D.I.= Diámetro isquiático)

Tabla IV-2.- Características observadas en las novillas púberes y no púberes de ambas épocas en conjunto. La diferencia entre las características de las novillas púberes y no púberes no fue significativa ( $P > 0.05$ ).

N		EDAD	PESO	CT	LC	LV	DI
PUBERES	MIN	426	100	106	105	4	7.5
	MAX	297	220	134	129	7.5	13
	$\bar{X}$	364.80	157.60	123.90	118.19	5.5	10.52
	D.S.	41.73	25.98	7.1	6.62	0.9	1.14
NO PUBERES	MIN	431	118	110	103	4	9.5
	MAX	297	176	128	127	8.5	11
	$\bar{X}$	358.35	151.00	121.64	117.00	5.46	10.32
	D.S.	46.01	15.29	4.40	7.43	1.17	0.61

(Edad en días; peso en Kg; CT, LC, LV y DI en cm.; C.T.= Circunferencia torácica; L.C.= Longitud corporal; L.V.= Longitud de vulva y D.I.= Diámetro isquiático)

Tabla IV-3.- Promedios generales ( $\pm$  D.E.) de las características de las novillas púberes y no púberes, así como el promedio global para cada época. No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), entre ninguna de las características de las novillas púberes y no púberes

E P O C A D E L L U V I A						
	EDAD	PESO	C.T.	L.C.	L.V.	D.I.
X PÚBERES	364.83	157.08	123.50	118.25	5.87	10.72
	(40.34)	(25.09)	(7.02)	(6.15)	(0.90)	(1.18)
X NO PÚBERES	333.00	153.00	122.00	115.8	6.50	10.72
	(43.97)	(6.26)	(2.28)	(7.16)	(1.14)	(0.58)
X GLOBALES	359.34	156.37	123.24	117.82	5.98	1.67
	(42.71)	(23.03)	(6.48)	(6.41)	(0.97)	(1.17)
E P O C A D E S E C A						
	EDAD	PESO	C.T.	L.C.	L.V.	D.I.
X PÚBERES	364.76	158.35	124.47	118.11	4.97	10.23
	(43.62)	(27.16)	(6.73)	(7.22)	(0.58)	(1.03)
X NO PÚBERES	372.44	149.88	121.44	117.66	4.88	10.27
	(40.78)	(18.40)	(5.29)	(7.49)	(0.60)	(0.62)
X GLOBALES	367.42	155.42	119.19	117.88	4.94	10.25
	(42.82)	(24.82)	(22.75)	(7.37)	(0.62)	(0.91)

(Edad en días; peso en Kg; CT,LC,LV y DI en cm.; C.T.= Circunferencia torácica; L.C.= Longitud corporal; L.V.= Longitud de vulva y D.I.= Diámetro isquiático)

Tabla IV-4.- Número y porcentaje (entre parentesis) de novillas púberes y no púberes para cada época.

	EPOCA DE LLUVIA	EPOCA DE SECA	
ANIMALES PUBERES	24 (82.75)	17 (65.38)	41 (74.55)
ANIMALES NO PUBERES	5 (17.25)	9 (34.62)	14 (25.45)
	29 (100)	26 (100)	55 (100)

Tabla IV-5.- Porcentaje de novillas púberes al momento del muestreo para cada grupo de edad en las dos diferentes épocas estudiadas. No se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre los porcentajes totales de cada época.

GRUPOS DE EDAD	EPOCA DE LLUVIA	EPOCA DE SECA
GRUPO 1: 10 meses	50%	80%
GRUPO 2: 11 meses	100%	60%
GRUPO 3: 12 meses	83%	60%
Grupo 4: 13 meses	83%	66%
Grupo 5: 14 meses	100%	60%
TOTAL	82.75%	65.38%

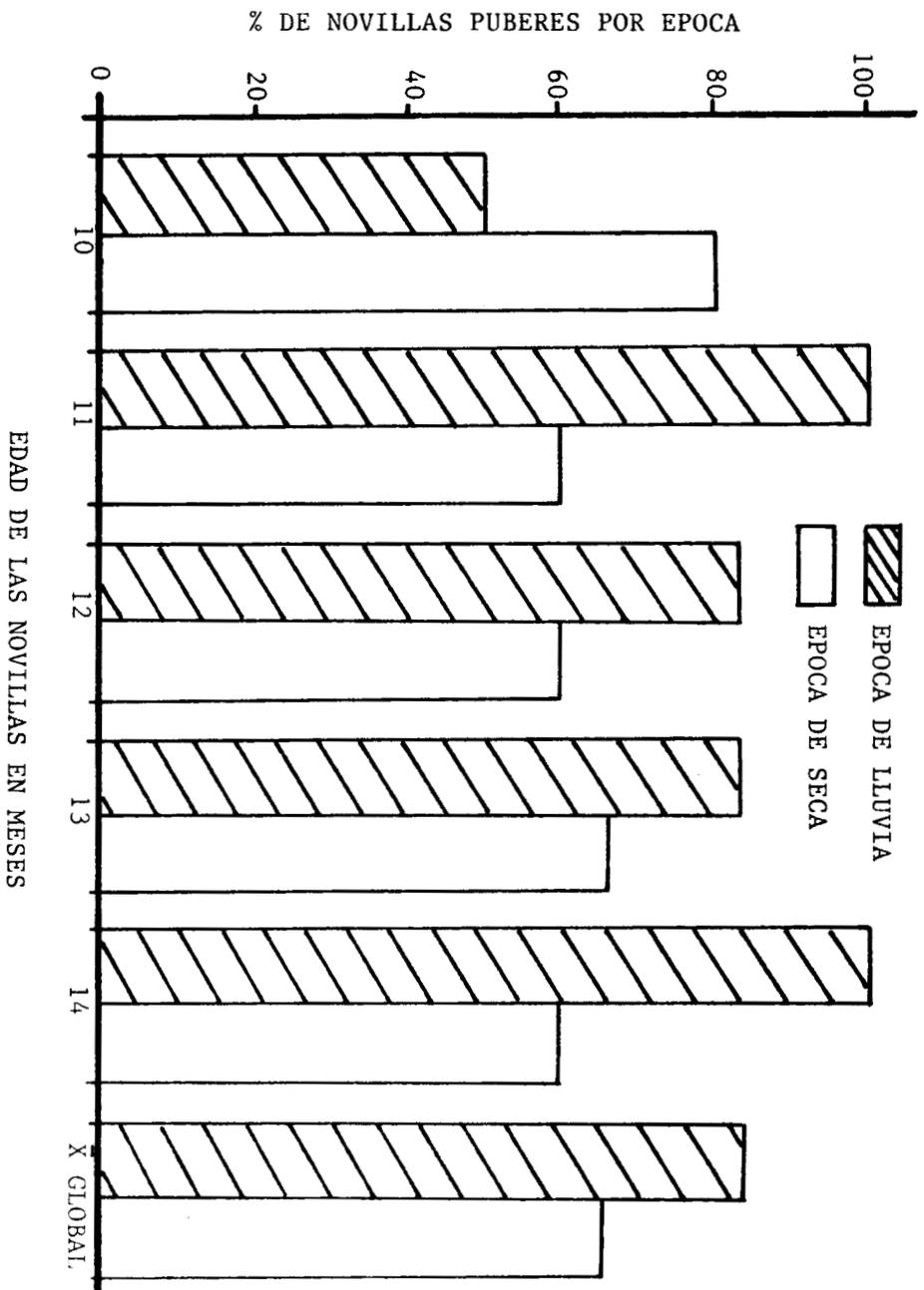


Figura IV-I.- Distribución (en porcentaje) de las novillas púberes en cada época de acuerdo con su edad y promedio global para cada época.

## V. -DISCUSION

La edad y el peso promedio de las novillas púberes para la época de lluvia fue de  $364.83 \pm 40.34$  días y  $157.08 \pm 25.09$  kg., y para la época de seca de  $364.76 \pm 43.62$  y  $158.35 \pm 27.16$  respectivamente, siendo un valor similar al promedio encontrado para ambas épocas de muestreo (lluvia vs seca), que fue de  $364.8 \pm 41.73$  días y  $157.6 \pm 25.98$  Kg.

La edad promedio a la pubertad observada en las novillas de este estudio, es ligeramente superior a la reportada por Ferrel (1982) para novillas de la misma raza, las cuales alcanzaron la pubertad a la edad de 317 días. Gregory et al., (1978) reportan una edad similar para animales de la misma raza ( $324.1 \pm 11.2$ ). Laster et al., (1979) reportan para novillas cruzadas con Suizo Pardo (X madres Hereford o Angus), una edad de  $349 \pm 4$  días, lo cuál es muy similar a los resultados de este estudio, así también Gregory et al., (1978) reportan edades similares para los diferentes cruzamientos con la raza Suizo pardo, siendo el resultado más parecido el de las cruzas con la raza Hereford ( $360.9 \pm 5.6$  días) y de edad menor con la raza Angus ( $336.3 \pm 5.8$  días) y la raza Red poll ( $337.1 \pm 10.6$  días). Sin embargo se reporta en otro estudio una edad de  $592 \pm 118$  días, para novillas cruzadas con Suizo Pardo (González-Stagnaro et al., 1988), lo que es muy superior a lo encontrado en las novillas de este estudio.

Un aspecto a considerar es que las novillas de este estudio fueron marcadamente menos pesadas, que las de los estudios anteriormente citados. Este menor peso podría explicar, al menos en parte, la mayor edad a la pubertad de las novillas del presente trabajo.

Comparando la edad de las novillas púberes de este estudio con las reportadas para otras razas Bos taurus, se nota que cuando se trata de razas productoras de carne, la edad a la pubertad esta por encima de la reportada en este estudio, así tenemos para la raza Hereford una edad de  $454 \pm 10$  días (Stewart et al., 1980),  $407 \pm 10$  d. (Nelsen et al., 1982), 466.3 d. (Baker et al., 1989). Para la raza Angus la edad a la pubertad reportada es de 418.6 días (Baker et al., 1989).

Cuando se compara con novillas de razas lecheras, la edad es muy parecida tendiendo siempre a ser ligeramente mayor las observadas en este estudio, reportandose para la raza Holstein (HO)  $328 \pm 15$  d. y para la raza Jersey (JE) de  $363 \pm 20$  d. (Nelsen et al., 1982), en otro estudio se reporta para la HO 281.7 d. y para la JE 254.7 d. (Baker et al., 1989), Stewart et al., (1980) reportan para la HO  $361 \pm 13$  d. y para la JE  $387 \pm 19$  d. , analizando detenidamente las edades reportadas en estos estudios se puede concluir que existe o se encuentra variación en las edades reportadas y que la edad de nuestras novillas se encuentra dentro de esta variación.

Cuando se compara la edad de las novillas de este estudio con las reportadas para novillas cebú (Bos indicus), siempre resultan inferiores las de este estudio, ya que para nuestras novillas reportamos una edad de  $364.8 \pm 41.73$  días y para la raza Brahman se reporta una edad de  $479 \pm 14$  días (Stewart et al., 1980),  $428 \pm 16$  días (Nelsen et al., 1982) y 537 días (Baker et al., 1989)

Cuando la comparación se realiza con novillas cebú comerciales que recibieron diferentes dietas (Alta-A; Media-M y Baja-B), se observa que conforme la dieta baja de nivel, la edad se incrementa siendo de 570.4 d., 640.8 d. y 704.2 días de edad para las dietas alta, media y baja respectivamente (Oyedipe et al., 1982), otro efecto que se observó es que cuando las novillas de la raza Brahman se les incrementa la temperatura a  $80^{\circ}\text{F}$  (en cámaras climáticas) la edad se incrementa de 307 días a 463 d. (Dale et al., 1959), tomando en consideración estos dos últimos reportes y analizando las condiciones de las novillas de nuestro estudio, se puede concluir que la edad reportada para la pubertad es similar a las correspondientes de su raza bajo las condiciones en las que se encuentran.

El peso corporal de las novillas púberes de este estudio fue de  $157.6 \pm 25.98$  Kg., éste, resulta mucho menor que el reportado por Gregory et al (1978) para novillas de la misma raza ( $296.9 \pm 7.2$  kg.) y también al reporte de Ferrel (1982) que fue de 305 kg. siempre para novillas Suizo

Pardo, mantenidas bajo condiciones de alimentación y clima diferentes a los de nuestro estudio. En ambos reportes se puede apreciar que el peso es muy superior al reportado para las novillas de este trabajo, la explicación que se puede dar a este hecho, es que el crecimiento de las novillas de este estudio, posiblemente fue o es afectado por el clima (temperatura y humedad) y también por una inadecuada nutrición durante la época de crecimiento, ya que se puede observar (tabla IV-1), que las novillas tienen muy bajos pesos de acuerdo a su edad, se puede poner como ejemplo a las novillas de 10 meses, que pesan en promedio  $137.63 \pm 13.21$  kg. (para ambas épocas), comparadas con los pesos reportados por Ferrel (1982) para novillas de la misma raza a los 4 y a los 6.6 meses (destete) se tiene 146 kg y 234 kg respectivamente, ambos pesos son superiores y sobre todo este último es muy superior al peso reportado para las novillas púberes de este estudio.

Algunos autores mencionan que cuando el nivel de alimentación es bajo en el período antes de la pubertad, la edad es mayor y el peso es más bajo (Wiltbank *et al.*, 1969; Short y Bellows, 1971; Stewart *et al.*, 1980; Oyedipe *et al.*, 1982), esto podría explicar de cierta forma la edad un poco mayor y el peso más bajo encontrado en las novillas de este estudio.

Si se compara el peso de nuestras novillas con animales de otras razas Bos taurus, en general se puede observar que

esta últimas son mucho más pesadas, ya que para la raza Hereford se reporta entre  $392 \pm 10$  y  $467 \pm 13$  kg. y para la Holsteín entre  $297 \pm 15$  y  $362 \pm 15$  kg. (Grass et al., 1982), para la raza Angus se reporta un peso de  $286.6 \pm 3.7$  kg. (Gregory et al., 1978) y 273.8 kgs (Baker et al., 1989), sin embargo para la raza Jersey se reportan pesos muy similares a los encontrados en este estudio, Stewart et al (1980) reportan un peso promedio de  $167 \pm 11$  kg. (con una edad de  $387 \pm 19$  días) y Nelsen et al (1982) reportan  $168 \pm 13$  kg. (con una edad de  $363 \pm 20$  días), ambos pesos para la raza Jersey, se puede observar que tanto el peso como la edad es muy similar al reportado para las novillas de este estudio.

Baker et al (1989) también reportan un peso similar (171.8 kg.), pero con la diferencia que se alcanzó a una edad más temprana (254.7 días), lo que crea un poco de controversia con los resultados anteriores, sin embargo se puede considerar como un caso específico y que el peso promedio de la raza Jersey (y también la edad), es muy similar al reportado para las novillas Suizo Pardo de este estudio.

Si se compara el peso de nuestras novillas contra novillas cebú, en la mayoría de los casos si es que no en todos, las Bos indicus son siempre más pesadas (Stewart et al., 1980; Baker et al., 1989).

En cuanto a la circunferencia torácica de las novillas de este trabajo ( $118.19 \pm 6.6$  cm) se encontró que es menor

al reportado por Dale et al (1959) que es de entre 145 y 171 cm y también por Grass et al (1982) que es de entre 140 y 165.6 cm, en estos dos estudios se utilizaron novillas Bos taurus y Bos indicus. Las diferencias encontradas en la circunferencia torácica posiblemente se deban al mayor peso corporal de los animales reportados por Dale et al (1959) y por Grass et al (1982), ya que por lo menos pesan de entre 70 a 100 kgs de más, que las novillas de este estudio.

En relación a la longitud corporal, la longitud de la vulva y el diámetro isquiático, no se encontró ningún estudio para compararlas, por lo que se relacionaron con medidas obtenidas de vacas Suizo Pardo de la misma explotación. Se encontró que la Longitud corporal de las novillas púberes (118.19 cm) representa el 67.9% de la longitud de las vacas, en cuanto a la longitud de la vulva representó el 61.75% del de las vacas, por último el Diámetro isquiático de las novillas púberes representó el 58.44% de la medida de las vacas, en terminos generales se puede mencionar que las medidas de las novillas púberes representan aproximadamente el 60% de las que tienen las vacas adultas Suizo Pardo de la misma explotación.

Por otra parte y en relación al porcentaje de novillas que se encontraban púberes para cada época, se vió cierta tendencia a que en la época de lluvia se encontrara un mayor porcentaje de novillas púberes que en la época de seca (82.75 % vs 65.38 %), sin que esta diferencia sea

significativa ( $P > 0.05$ ), probablemente si se hubiera contado con un mayor número de animales, esta diferencia hubiese cambiado.

El mayor porcentaje de animales púberes en la época de lluvia puede estar indicando que existe cierta influencia que puede ser ejercida por el medio ambiente (Temperatura y/o Humedad), que si bien no modifica la edad y el peso de las novillas dentro del estudio (como en los estudios reportados por Dale et al., 1959; Grass et al., 1982; Petitclerk et al., 1983 y Schillo et al., 1983), sí modifica el porcentaje de animales púberes dentro del mismo, resultados similares son reportados por Izard y Vanderberg (1982).

Se ha mencionado anteriormente que la edad a la presentación de la pubertad de las novillas de este estudio es ligeramente superior y el peso marcadamente inferior al encontrado en los diferentes estudios consultados, esto lleva a comentar dos aspectos interesantes: El primero es que en este trabajo se encontró que la pubertad se presenta en una gran proporción desde los 10 y 11 meses (cerca del 75 %), y con un peso corporal extremadamente bajo. El segundo aspecto, es el hecho bajo estas condiciones (edad temprana y bajo peso a la pubertad), es muy importante determinar cuales animales ya son púberes para poder establecer condiciones adecuadas de manejo, para que no ocurran preñeces no programadas, ya que estas traen pérdidas

económicas, por problemas de reincorporación al hato reproductivo de estas novillas y por baja productividad, aspecto que va en contra de lo mencionado por Short y bellows (1971); Gonzalez-Padilla (1978); Preston y Willis (1980) y por Deutscher et al. (1986).

Otro comentario es en relación a que al parecer el peso no es una limitante (hasta cierto punto), al menos para las novillas de este trabajo, ya que se observó que a pesar del bajo peso de las novillas, la pubertad se presentó en la gran mayoría de los animales, a una edad similar a la reportada en otros estudios.

## VI. - CONCLUSION

En conclusión, los resultados de este trabajo indican la existencia de una clara tendencia de que en la época de lluvia se encuentren más animales púberes (ciclando), que en la época de seca. La edad de las novillas púberes tuvo un rango muy amplio, sin embargo el promedio encontrado es similar al encontrado para novillas de la misma raza y otras razas Bos taurus lecheras y menor a razas productoras de carne. En cuanto al peso se encontró también un rango muy amplio (esto puede ser debido al sistema de muestreo, tanto para edad como para el peso), aún así el promedio reportado es marcadamente más bajo en comparación con animales de la misma raza y otras razas Bos taurus y también de Bos indicus, ya sea mantenidos en clima templado o en clima tropical. Este bajo peso observado, puede ser indicativo de que los animales sufrieron o pudieron sufrir la influencia desfavorable desde muy temprana edad de algún factor (que probablemente es de índole nutricional), que limitó su crecimiento, dado que se observó diferencia en el peso de los animales para cada edad, contrastandolo con su correspondiente en la bibliografía.

## VII. - BIBLIOGRAFIA

- 1.- Abilay, T.A., Johnson, H.D. and Madam M. 1975. Influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle. J. Dairy Sci. 58: 1836-1840.
- 2.- Abraham, G.E. 1975. Radioimmunoassay of steroids in biological fluids. J. Steroid. Biochem. 6: 261.
- 3.- Advis, J.P., Smith White, S. and Ojeda, S.R. 1981. Delayed puberty induced by chronic suppression of prolactin release in the female rat. Endocrinology 109: 1321-1330.
- 4.- Alves Santiago, A. 1967. El Cebú, ganado bovino para los países trópicos. Ed. UTEHA. México D.F.
- 5.- Andrews, W.W. and Ojeda, S.R. 1978. Control of Luteinizing hormone release in prepubertal rats: Evidence for an enhanced ability of the hypothalamus to release Luteinizing hormone-releasing hormone as the pituitary responsiveness to Luteinizing hormone-releasing hormone declines. J. Endocrinology 78: 281-282.
- 6.- Andrews, W.W., Advis, J.P. and Ojeda, S.R. 1981. The maturation of estradiol-negative feedback in female rats: Evidence that the resetting of the Hypothalamic "Gonadostat" Does not precede the first preovulatory surge gonadotropins. Endocrinology 109: 2022-2031.

- 7.- Arije, G.F. and Wiltbank, J.N. 1971. Age and weight at puberty in Hereford heifers. J. Anim. Sci. 33: 401-406.
- 8.- Armstrong, D.T. 1986. Environmental stress and ovarian function. Biol. Reprod. 34: 29-39.
- 9.- Baker, R.D., Rajamahendram, R. and Lague, P.C. 1976. Progesterone priming on puberty in the heifers. J. Anim. Sci. 43: 272-273.
- 10.- Baker, R.L. and Morris C.A. 1982. Selection for early puberty and increased fertility at first mating. 2nd World on genetics applied to livestock production. Madrid-España. 4-8 October 5: 282-293.
- 11.- Baker, J.F., Long, C.R., Posada, G.A., McElhenney, W.H. and Cartwright, T.C. 1989. Comparison of cattle of a five-breed diallel: size, growth, condition and pubertal characters of second-generation heifers. J. Anim. Sci. 67: 1218-1229.
- 12.- Berardinelli, J.G., Fogwell, R.L. and Inskeep, E.K. 1978. Effect of electrical stimulation or presence of a bull on puberty in beef heifers. Theriogenology 9: 133-141.
- 13.- Berardinelli, J.G., Dailey, R.A., Butcher, R.L. and Inskeep, E.K. 1979. Source of progesterone prior to puberty in beef heifers. J. Anim. Sci. 49: 1276-1280.

- 14.- Brooks, P.H. and Cole, D.J.A. 1970. Effect of the presence of boar on the attainment of puberty in gilts. J. Reprod. Fert. 23: 435-
- 15.- Burfening, P.J., Kress, D.D., Anderson, D.C. and Blackwell, R.L. 1979. Heterosis among closed lines of Hereford cattle II. Postweaning growth and puberty in heifers. J. Anim. Sci. 49: 958-963.
- 16.- Byerley, D. J. Berardinelli, J.G., Staigmiller, R.B. and Short, R.E. 1987. Progesterone concentrations in beef heifers bred at puberty or third estrus. J. Anim. Sci. 65: 1571-1575.
- 17.- Carmona, M.A. 1980. Adaptación genética ambiental al trópico húmedo en Bos taurus y Bos indicus y sus cruas. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México.
- 18.- Chenoweth, P.J. 1986. Reproductive behavior of bulls. in Current therapy in theriogenology: Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in small and large animals. D.A. Morrow, Ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 148-152
- 19.- Cohen, I.R. and Mann, D.R. 1979. Seasonal changes associated with puberty in female rats: Effect of Photoperiod and ACTH administration. Biol. Reprod. 20: 757-762.

- 20.- Contreras, M.G. 1978. Efectos de la temperatura y evaporación ambiental sobre la concepción en vacas Holstein en la Chontalpa, Tabasco. Tesis de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia F.M.V.Z., U.N.A.M. México.
- 21.- Critser, J.K., Block, T.M., Folkman, S. and Hauser, E.R. 1987. Effect of photoperiod on LH, FSH, Prolactin and Melatonin patterns in ovariectomized prepubertal heifers. J. Reprod. Fert. **81**: 29-39.
- 22.- Dale, H.E., Ragsdale, A.C. and Cheng, C.S. 1959. Effect of constant environmental temperatures, 50° and 80° F., on appearance of puberty in beef calves. J. Anim. Sci. **18**: 1363-1366.
- 23.- Day, M.L., Imakawa, K., Garcia-Winder, M., 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**: 332-341.
- 24.- Day, M.L., Imakawa, K., Garcia-Winder, M., Zalesky, D.D., Kittok, R.J. and Kinder, J.E. 1986. Effects of restriction of dietary energy intake during the prepubertal period on secretion of Luteinizing Hormone and responsiveness of the pituitary to Luteinizing Hormone-releasing hormone in heifers. J. Anim. Sci. **62**: 1641-1648.
- 25.- Day, M.L., Imakawa, K., Wolfe, P.L., B.D., Kittok, R.J. and Kinder, J.E. 1987. Endocrine mechanisms of puberty in heifers: Role of Hypothalamo-Pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on Luteinizing Hormone secretion. Biol. Reprod. **37**: 1054-1065.

- 26.- De Tena, A.S. 1975. Elementos esenciales del clima en relación con el ganado vacuno. I.- consideraciones generales. Zootecnia vol. XXIV: 30-36.
- 27.- Debeljuk, L., Arimura, A. and Schally, A.V. 1972. Pituitary responsiveness to LH-releasing hormone in intact female rats of diferents ages. Endocrinology 90: 1499-1502.
- 28.- Desjardins, C. and Hafs, H.D. 1968. Levels of pituitary FSH and LH in heifers from birth through puberty. J. Anim. Sci. 27: 472-477.
- 29.- Deutscher, G.H., Zerfoss, L.L. and Clanton, D.C. 1986. Time of zeranol implantation on growth, reproduction and calving of beef heifers. J. Anim. Sci. 62: 875-886.
- 30.- Dodson, S.E., McLeod, B.J., Haresing, W., Peters, A.R. and Lamming, G.E. 1988. Endocrine changes from birth to puberty in the heifer. J. Reprod. Fert. 82: 527-538.
- 31.- Dow Jr., J.S., Moore, J.D., Bailey, C.M. and Foote, W.D. 1982. Onset of puberty of diverse beef breeds and crosses. J. Anim. Sci. 55: 1041-1047.
- 32.- Downie, N.M. y Heath, R.W. 1986. Métodos estadísticos aplicados. Ed. Harla. México.

- 33.- Duarte Ortuño, A. 1985. Estudio del comportamiento reproductivo de vacas cebuinas y sus cruizas en el sureste de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.A.D.Y. Mérida ,Yucatán, México.
- 34.- Dunn, T.G. 1980. Nutrition and reproductive processes in beff cattle. in: Current therapy in theriogenology: Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in animals. D.A. Morrow. Ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia.
- 35.- Ferrel, C.L. 1982. Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of differents breeds. J. Anim. Sci. 55: 1272-1283.
- 36.- Foster, D.L. and Ryan, K.D. 1979. Endocrine mechanisms governing transition into adulthood: A marked decrease in inhibitory feedback action of estradiol on tonic secretion of lutinizing hormone in the lamb during puberty. Endocrinology 105: 896-904.
- 37.- Frisch, R.E. 1972. Weight at menarch: similarity for well-nourished and under-nourished girls at diferent ages, with evidence for historical constancy. Pedriatics 50: 445
- 38.- Galina, C.S. and Arthur, G.W. 1989. Review of cattle reproduction in the tropics. Part I. Puberty and age at,first calving. Anim. Breeding Abst. 57: 583-590.
- 39.- Garcia, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Koppen. U.N.A.M. México.

- 40.- Gobierno del Estado de Yucatán-Monografía 1983.  
Secretaría de Planeación. Mérida, Yucatán.
- 41.- Gonzalez-Padilla, E., Wiltbank, J.N. and Niswender, G.D. 1975. Puberty in beef heifers. I.- The interrelationship between pituitary hipotalamic and ovarian hormones. J. Anim. Sci. 40: 1091-1104.
- 42.- Gonzalez-Padilla, E., Niswender, G.D. and Wiltbank, J.N. 1975. Puberty in beef heifers. II. Effect on injections of progesterone and estradiol-17 Beta on serum LH, FSH and ovarian activity. J. Anim. Sci. 40: 1105-1109.
- 43.- Gonzalez-Padilla, E., Ruiz, R., Le Feber, D., Denham, A. and Wiltbank, J.N. 1975. Puberty in beef heifers. III. Induction on fertility estrus. J. Anim. Sci. 40: 1110-1118.
- 44.- Gonzalez-Padilla, E. 1978. La aparición de la pubertad en vaquillas. Ciencia Veterinaria 2: 293-324.
- 45.- Gonzalez-Stagnaro, C., Goicochea, J., Ramirez, L.N. and Medina, D. 1988. Estrus behaviour and initiation of ovarian activity as determined by serum progesterone in tropical cross-bred heifers. Iith International Congress Animal Reproduction and Artificial Insemination. Universidad Dublin, Irland.

- 46.- Gorski, M.E. and Lawton, I.E. 1973. Adrenal involvement in determining the time of onset of puberty in the rat. Endocrinology **93**: 1232-1234.
- 47.- Grass, J.A., Hansen, P.J., Rutledge, J.J. and Hauser, E.R. 1982. Genotype X environmental interactions on reproductive traits of bovine female 1.- Age at puberty as influenced by breed, breed of sire, dietary regimen and season. J. Anim. Sci. **55**: 1441-1457.
- 48.- Gregory, K.E., Laster, D.B., Cundiff, L.V., Koch, R.M. and Smith, G.H. 1978. Heterosis and breed maternal and transmitted effects in beef cattle. J. Anim. Sci. **47**: 1042-1053.
- 49.- Gregory, K.E., Laster, D.B., Cundiff, L.V., Smith, G.H., and Koch, R.M. 1979. Characterization of biological types of cattle-cycle III: II. Growth rate and puberty in females. J. Anim. Sci. **49**: 461-471.
- 50.- Hafez, E.S.E. 1952. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. J. Agric. Sci. **42**: 198
- 51.- Hafez, E.S.E. 1973. Adaptación de los animales domésticos. Ed. LABOR. Barcelona- España.
- 52.- Hansen, P.J., Kamwanja, L.A. and Hauser, E.R. 1983. Photoperiod influences age at puberty of heifers. J. ANIM. SCI. **57**: 985-992.

- 53.- Hays, R.L. and Carlevaro, C.H. 1959. Induction of estrus by electrical stimulation. Am. J. Physiol. 196: 899-900.
- 54.- Heitzman, R.J., Harwood, D.J., Kay, R.M., Little, W., Mallinson, C.B. and Reynolds, I.P. 1979. Effects of implanting prepuberal dairy heifers with anabolic steroids on hormonal status, puberty and parturition. J. ANIM. SCI. 48: 859-866.
- 55.- Holy, L. 1983. Bases biológicas de la reproducción bovina. Ed. DIANA, MEXICO.
- 56.- Humphrey, W.D., Kaltenbach, C.C., Dunn, T.G., Koritnik, D.R. and Niswender, G.D. 1983. Characterization of hormonal patterns in the beef cow during postpartum anestrus. J. Anim. Sci. 56: 445-453.
- 57.- Imakawa, K., Day, M.L., Garcia-Winder, M., Zalesky, D.D., Kittok, R.J., Schambacher, B.D. and Kinder, J.E. 1986. Endocrine changes during restoration of estrus cycles following induction of anestrus by restricted nutrient intake in beef heifers. J. Anim. Sci. 63: 565- 571.
- 58.- Imakawa, K., Day, M.L., Zalesky, D.D., Clutter, A., Kittok, R.J., and Kinder, J.E. 1987. Effects of 17-Beta estradiol and diets varying in energy on secretion on luteinizing hormone in beef heifers. J. Anim. Sci. 64: 805-815.

- 59.- Izard, M.K. and Vanderbergh, J.G. 1982. The effects of bull urine on puberty and calving date in crossbred beef heifers. J. ANIM. SCI. 55: 1160-1168.
- 60.- Johnston, J.E., Naelapa, H. and Frye, Jr., J.B. 1965. Physiological responses of Holstein, Brown Swiss and Red Sindhi crossbred bulls exposed to high temperatures and humidities. J. ANIM. SCI. 22: 432-436.
- 61.- Kaltenbach, C.C. 1980. Initiation of puberty and postpartum estrus in beef cattle. in: Current therapy in Theriogenology: Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in animals. D.A. Morrow, W.B. SAUNDERS COMPANY. U.S.A.
- 62.- Kaltenbach, C.C. y Dunn, T.G. 1984. Endocrinología de la reproducción. en: Reproducción e inseminación en animales. E.S.E. Hafez, Ed. INTERAMERICANA. México.
- 63.- Kassem, R., Owen, J.B. and Fadel, I. 1989. The effect of pre-mating nutrition and exposure to the presence of rams on the onset of puberty in Awassi lambs under semi-arid conditions. Anim. Prod. 48: 393-397.
- 64.- Kinder, J.E., Day, M.L. and Kittok, R.J. 1987. Endocrine regulation of puberty in cows and ewes. J. Reprod. Fert. Suppl. 34: 167-186.

- 65.- Kinder, J.E., Roberson, M.S. Y Imakawa, K. 1988. Influencia de la nutrición sobre la endocrinología reproductiva de la vaca productora de carne. Memoria del Seminario Internacional: La Importancia de la Nutrición en la Reproducción de Bovinos. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México.
- 66.- Kirwood, R.N. and Huges, P.E. 1979. The influence of age at first boar contact on puberty attainment in the gilt. Anim. Prod. 29: 231-238.
- 67.- Kiser, T.E., Kraeling, R.R., Rampacek, G.B., Landmeier, A.B., Caudle, A.B. and Chapman, J.D. 1981. Luteinizing hormone secretion before and after ovariectomy in prepubertal and pubertal beef heifers. J. Anim. Sci. 53: 1545-1550.
- 68.- Lasley, J.F. 1982. Genética del mejoramiento del ganado. Ed. UTEHA. México.
- 69.- Laster, D.B., Glimp, H.A. and Gregory, K.E. 1972. Age and weight at puberty and conception in different breeds and breed-crosses of beef heifers. J. Anim. Sci. 34: 1031-1036.
- 70.- Laster, D.B., Smith, G.M. and Gregory, K.E. 1976. Characterization of biological types of cattle IV. Post weaning growth and puberty of heifers. J. Anim. Sci. 43: 63-70.
- 71.- Laster, D.B., Smith, G.M., Cundiff, L.V. and Gregory, K.E. 1979. Characterization of biological types of cattle (Cycle II) II. postweaning growth and puberty of heifers. J. Anim. Sci. 48: 500-508.

- 72.- Lemeister, J.L., Burfening, P.J. and Blackwell, R.L. 1973. Date of first calving in beef cow and subsequent calf production. J. Anim. Sci. 36: 1-
- 73.- Levasseur, M.C. y Thibault, C. 1984. Ciclos vitales reproductivos. en: Reproducción e inseminación artificial en animales. E.S.E. Hafez, Ed. INTERAMERICANA. México.
- 74.- Lewis, G.S., Thatcher, W.W., Bliss, E.L., Drost, M. and Collier, R.J. 1984. Effects of heat strees during pregnancy of postpartum reproductive changes in Holstein cows. J. Anim. Sci. 58: 174-186.
- 75.- Little, W., Mallinson, C.B. Gibbons, D.N. and Rowlands, G.J. 1981. Effects of plane of nutrition and season of birth on the age and body weight at puberty of British Friesian hiefers. Anim. Prod. 33: 273-279.
- 76.- MacMillan, K.L. and Hafs, H.D. 1968. Pituitary and hipothalamic endocrine changes associated with reproductive development of Holstein bulls. J. Anim. Sci. 27: 1614-1620.
- 77.- Matsumoto, A.M., Karpas, A.E., Southworth, M.B., Dorsa, D.M. and Bremner, W.J. 1986. Evidence for activation of the central nervous sistem-pituitary mechanism for gonadotropin secretion at the time of puberty in the male rat. Endocrinology. 119: 362-369.

- 78.- MacDonald, R.D. and Page, R.D. 1986. Luteinizing hormone response to pulsatile luteinizing hormone-releasing hormone in prepubertal heifers. J. Dairy Sci. 69: 1922-1931.
- 79.- McDonald, L.E. 1980. Veterinary endocrinology and reproduction. Third Ed. LEA & FEBIGER. Philadelphia.
- 80.- McDowell, R.E. 1972. Improvement of livestock production in warm climates. W.H. Freeman and Co., San Francisco.
- 81.- McLeod, B.J., Peters, A.R., Haresing, W. and Lamming, G.E. 1985. Plasma LH and FSH responses and ovarian activity in prepubertal heifers treated with repeated injection of low doses of GnRH for 72 h. J. Reprod. Fert. 74: 589-596.
- 82.- Menge, A.C., Mares, S.E., Tyler, W.J. and Casida, L.E. 1960. Some factors affecting age at puberty at the first 90 days of lactation in holstein heifers. J. Dairy Sci. 43: 1099-1107.
- 83.- Mison, D.J. and McLeod 1970. The digestibility of the temperate pasture espece. Proc. IX Int. Grassld. Cong. Sao Paulo, Brasil.
- 84.- Morrison, D.G., Williamson, W.D. and Humes, P.E. 1986. Estimates of heredabilities and correlations of traits associated with pelvic area in beef cattle. J. Anim. Sci. 63: 432-437.

- 85.- Moseley, W.M., Dunn, T.G., Kaltenbach, C.C., Short, R.E. and Staigmiller, R.B. 1982. Relationship of growth and puberty in beef heifers fed monensin. J. Anim. Sci. 55: 357-362.
- 86.- Moseley, W.M., Dunn, T.G., Kaltenbach, C.C., Short, R.E. and Staigmiller, R.B. 1984. Negative feedback control of luteinizing hormone secretion in prepubertal beef heifers at 60 and 200 days of age. J. Anim. Sci. 58: 145-150.
- 87.- Nelsen, T.C., Long, C.R. and Cartwright, T.C. 1982. Postinflection growth in straightbred and crossbred cattle. II. Relationships among weight, height and pubertal characters. J. Anim. Sci. 55: 293-304.
- 88.- Nelsen, T.C., Short, R.E., Phelps, D.A. and Staigmiller, R.B. 1985. Nonpuberal estrus and mature cow influences on growth and puberty in heifers. J. Anim. Sci. 61: 470-473.
- 89.- Nicholson, M.J. and Butterworth, M.H. 1986. A guide to condition scoring of Zebu cattle. International Livestock Centre for Africa. Addis. Ababa, Ethiopia.
- 90.- Djeda, S.R., Wheaton, J.E., Jameson, H.E. and McCann, S.M. 1976. The onset of puberty in the female rat: Changes in plasma prolactin, gonadotropins, luteinizing hormone-releasing hormone (LHRH) and Hypothalamic LHRH content. Endocrinology 98: 630-638.

- 91.- Djeda, S.R., Advis, J.P. and Andrews, W.W. 1980. Neuroendocrine control of the onset of puberty in the rat. Federation Proceedings 39: 2365-2371.
- 92.- Ostrowski, J.E.B. 1981. Biología y patología de la reproducción de los bovinos. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina.
- 93.- Oyedipe, E.O., Osori, D.I.K., Akerejola, O. and Saror, D. 1982. Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rates of Zebu heifers. Theriogenology 18: 525-539.
- 94.- Oyewale-Adeyemo and Everett-Heath 1980. Plasma progesterone concentration in Bos taurus and Bos indicus heifers. Theriogenology 14: 411-420.
- 95.- Padilla-Ramirez, F.J. y Roman-Ponce, H. 1982. Crecimiento de vaquillas de la raza Holstein y Suizo Pardo bajo dos niveles de alimentación en clima tropical. Tecnica Pecuaria. suppl. 8: 24-30
- 96.- Parker, W.H. 1980. Health and disease in farm animals. An introduction to farm animals medicine. Third Ed. PERGAMON PRESS U.S.A.
- 97.- Payne, W.J.A. 1970. Cattle production in the tropics. Vol. 1. general introduction and Breeds and Breeding. Ed Longman New York.

- 98.- Pelletier, J., Carrez-camous, S. and Thiery, J.C. 1981. Basic neuroendocrine events before puberty in cattle, sheep and pigs. J. Reprod. Fert. suppl. 30: 91-102.
- 99.- Peters, R.R. and Tucker, H.A. 1978. Prolactin and growth hormone response to photoperiod in heifers. Endocrinology 103: 229-234.
- 100.- Peterson, A.J., Bass, J.J. and Payne, E. 1980. Effects of neonatal adrenalectomy and castration on hormonal changes in pubertal bulls. J. Endocrinology 87: 351-356.
- 101.- Petitclerc, D., Chapin, L.T., Emery, R.S. and Tucker, H.A. 1983. Body growth, growth hormone, prolactin and puberty response to photoperiod and plane of nutrition in Holstein heifers. J. Anim. Sci. 57: 892-898.
- 102.- Piva, F., Gagliano, P., Motta, M. and Martini, L. 1973. Adrenal progesterone: Factors controlling its secretion. Endocrinology 93: 1178-1184.
- 103.- Plasse, D., Warwick, A.C. and Koger, M. 1968. Reproductive behavior of Bos indicus females in a subtropical environment. I. Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman X British heifers. J. Anim. Sci. 27: 94-100.
- 104.- Preston, T.R. y Willis, M.B. 1980. Producción Intensiva de Carne. Ed Diana. México.

- 105.- Price, T.D. and Wiltbank, J.N. 1978. Predictin distocia in heifers. Theriogenology 9: 221-249.
- 106.- Ramaley, J.A. and Bartosik, D. 1975. Precocious puberty: The effect of adrenalectomy on PMS-induced ovulation and progesterone secretion. Endocrinology 96: 269-274.
- 107.- Ramaley, J.A. 1976. The role of corticosterone rhythmicity in puberty. Biol. Reprod. 14: 151-156.
- 108.- Ramaley, J.A. and Campbell, G.T. 1977. Serum prolactin concentration in the adrenalectomized rat: Relationships to puberty onset. Endocrinology 101: 890-897.
- 109.- Ramaley, J.A. 1979. Development of gonadotropin regulation in the prepubertal animal. Biol. Reprod. 20: 1-31.
- 110.- Ramirez, D.V. and McCann, S.M. 1963. Comparison of the regulation of luteinizing hormone ( LH ) secretion in immature and adult rats. Endocrinology 72: 452-464.
- 111.- Ramirez, D.V. and McCann, S.M. 1965. Inhibitory effect of testosterone on luteinizing hormone secretion in immature and adult rats. Endocrinology 76: 412-417.
- 112.- Resko, J.A. 1969. Endocrine control of adrenal progesterone secretion in the ovariectomized rat. Science 164: 70-71.

- 113.- Reynolds, W.L., DeRowen, T.M. and High, Jr., J.W.  
1963. The age and weight at puberty of Angus, Brahma and zebu cross heifers. J. Anim. Sci. Abstr. 22: 243-244.
- 114.- Rhodes, III, R.C., McCartor, M.M. and Randel, R.D.  
1978. Effect of feeding protein-protected lipid upon growth and reproductive development of yearling heifers. J. Anim. Sci. 46: 769-777.
- 115.- Roberson, M.S., Ansotegui, R.P., Berardinelli, J.G., Whitman, R.W. and McInerney, M.J. 1987. Influence of bioestimulation by mature bulls on occurrence of puberty in beef heifers. J. Anim. Sci. 64: 1601-1605.
- 116.- Roy, J.H.B., Gillies, C.M., Perftt, M.W. and Stobo, I.J.F. 1980. Effect of season of the year and phase of the moon on puberty and on the occurrence of oestrus and conception in dairy heifers reared on high planes of nutrition. Anim. Prod. 31: 13-26.
- 117.- Rutter, L.M. and Randel, R.D. 1986. Nonpuberal estrus in beef heifers. J. Anim. Sci. 63: 1049-1053.
- 118.- Salisbury, G.W., Vandemark, N.L. and Lodge, J.R. 1978. Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle. Freeman and Company. San Francisco.

- 119.- Schillo, K.K., Hansen, P.J., Kamwanja, L.A., Dierschke, D.J. and Hauser, E.R. 1983. Influence of season on sexual development in heifers : Age at puberty as related to growth and serum concentrations of gonadotropins, prolactin, thyroxine and progesterone. Biol. Reprod. 28: 329-341.
- 120.- Sejrnsen, K., Huber, J.T., Tucker, H.A. and Akers, R.M. 1982. Influence of nutrition on mammary development in pre-and postpubertal heifers. J. Dairy Sci. 65: 793-800.
- 121.- Sheffield, L.G. and Ellicott, A.R. 1982. Effect of low levels of endogenous progesterone on puberty in beef heifers. Theriogenology 18: 177-183.
- 122.- Shipp, L., Parish, N., Iemkins, T., Long, C. and Wiltbank, J.N. 1976. Puberty in Santa Gertrudis Heifers. J. Anim. Sci. Abstr. 43: 304.
- 123.- Short, R.E. and Bellows, R.A. 1971. Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. J. Anim. Sci. 32: 127-131.
- 124.- Short, R.E., Bellows, R.A., Carr, J.B., Staigmiller, R.B. and Randel, R.D. 1976. Induced or synchronized puberty in heifers. J. Anim. Sci. 46: 1254-1258.

- 125.- Shotton, S.M., Roy, J.H.B. and Pope, G.S. 1978. Plasma progesterone concentrations from before puberty to after parturition in British Friesian heifers reared on high planes of nutrition and inseminated at their first oestrus. Anim. Prod. 27: 89-99.
- 126.- Smith, G.M., Fitzhug, Jr., H.A., Cundiff, L.V., Cartwright, T.C. and Gregry, K.E. 1976. A genetic analysis of maturing patterns in straightbred and crossbred Hereford, Angus and Shorthorn cattle. J. Anim. Sci. 43: 389-395.
- 127.- Sorensen, A.M. Jr. 1979. Animal Reproduction, principles and practices. Mc. GRAW-HILL BOOK CO. U.S.A.
- 128.- Staigmiller, R.B., Short, R.E. and Bellows, R.A. 1979. Induction of LH surges with 17 Beta Estradiol in prepuberal beef heifers: an age dependent response. Theriogenology 11: 453-459.
- 129.- Steele, R.E. and Weisz, J. 1974. Changes in sensitivity of the estradiol-LH feedback system with puberty in the female rat. Endocrinology 95: 513-520.
- 130.- Steffan, C.A., Kress, D.D., Doornbos, D.E. and Anderson, D.C. 1985. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding. III. Heifers postweaning growth and early reproductive traits. J. Anim. Sci. 61: 1111-1120.

- 131.- Stewart, T.S., Long, C.R. and Cartwright, T.C. 1976.  
Heterosis and combining for female puberty characters. J. Anim. Sci. Abstr.  
43: 222.
- 132.- Stewart, T.S., Long, C.R. and Cartwright, T.C. 1980.  
Characterization of cattle of a five-breed diallel. III. puberty in bulls and heifers. J.  
Anim. Sci. 50: 808-820.
- 133.- Stott, G.H. and Williams, R.J. 1962. Causes of low efficiency in  
dairy cattle associated with seasonal high temperatures. J. Dairy Sci. 45:  
1369-1375.
- 134.- Stott, G.H. and Wiersma, F. 1973. Climatic thermal stress a cause of  
hormonal depression and fertility in bovine. Anim. Breeding Abst. 60:  
438
- 135.- Styne, D.M. and Grumbach, M.M. 1986. Puberty in the male and  
female: its physiology and disorders. in: Reproductive Endocrinology. physiology,  
pathology and clinical management. S.S.C. Yen and R.B. Jaffe W.B.  
SAUNDERS COMPANY. Philadelphia.
- 136.- Swanson, L.V. and McCarthy, S.K. 1978. Estradiol treatment and  
luteinizing hormone (LH) response of prepubertal Holstein heifers. Biol. Reprod.  
18: 475-480.

- 137.- Swingle, W.W., Seay, P., Perlmutter, J., Collins, E.J., Fedor, E.J. and Barlow Jr., G. 1951. Effect of Electrical stimulation of uterine cervix upon sexual development of prepuberal rats. Am. J. Physiol. 167: 53-59.
- 138.- Thatcher, W.W. 1974 Effects of season, climate and temperature on reproduction and lactation. J. Dairy Sci. 57: 360-368.
- 139.- Thatcher, W.W., Drost, M. y Putney, D.J. 1988. Mecanismos asociados con la sobrevivencia embrionaria en ganado: Efectos del stress termico en sobrevivencia embrionaria y estrategias de manejo para mejorar las tasas de concepción. Memorias del Seminario Internacional: La Importancia de la Nutricion en la Reproducción de Bovinos. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México.
- 140.- Tucker, H.A. 1982. Seasonality in cattle. Theriogenology 17: 53-59.
- 141.- Vandeborgh, J.G. 1967. Effect of the presence of a male on the sexual maturation of female mice. Endocrinology 81: 345-349.
- 142.- Warwick, E.J. y Legates, J.E. 1980. Cría y mejora del ganado. 3/e. Mc GRAW-HILL. México.
- 143.- Wiltbank, J.N., Gregory, K.E., Swiger, L.A., Ingalls, J.E., Rothlisberger, J.A. and Koch, R.M. 1966. Effects of heterosis on age and weight at puberty in beef heifers. J. Anim. Sci. 25: 744-751.

- 144.- Wiltbank, J.N., Kasson, C.W. and Ingalls, J.E. 1969.  
Puberty in crossbred and straightbred beef heifers on two levels of feed. J. Anim. Sci. 29: 602-605.
- 145.- Wolfe, M.W., Stumpf, T.T., Roberson, M.S., Wolfe, P.L., Kittok, R.J. and Kinder, J.E. 1989. Estradiol influences on pattern of gonadotropin secretion in bovine male during the period of changed responses to estradiol feedback in age-matched females. Biol. Reprod. 41: 626-634.
- 146.- Wolff, V.L., Monty, Jr., D.E. and Foote, W.C. 1977. Effect of summer heat stress on serum luteinizing hormone and progesterone values in Holstein-friesian cows in arizona. Am. J. Vet. Res. 38: 1027-1030.
- 147.- Wuttke, W., Dohler, K.D. and Gelato, M. 1976. Oestrogens and prolactin as possible regulators of puberty. J. Endocr. 68: 391-396.
- 148.- Yeates, N.T.M., Edey, T.N. and Hill, M.K. 1975. Animal Science. Reproductive, climate, meat, wool. Pergamon Press. Australia.
- 149.- Zinn, S.A., Purchas, R.W., Chapin, L.T., Petitclerc, D., Merkel, R.A., Bergen, W.G. and Tucker, H.A. 1986. Effects of photoperiod on growth, carcass composition, prolactin, growth hormone and cortisol in prepubertal and postpubertal Holstein. J. Anim. Sci. 63: 1804-1815.