

# EDAD Y PESO AL INICIO DE LA PUBERTAD Y SEGUIMIENTO DE LOS TRES PRIMEROS CICLOS ESTRALES EN NOVILLAS HOLSTEIN\*

Esperanza Prieto M.\*\*  
Aureliano Hernández V.\*\*

## RESUMEN

Con el fin de determinar la edad y el peso al inicio de la pubertad, la relación existente de estos con la concentración de progesterona previa a la primera ovulación y caracterizar el perfil progestacional desde la pubertad hasta el tercer ciclo estral, se tomaron 10 hembras Holstein entre los 9 y 11.5 meses de edad, las cuales se mantuvieron con una ganancia diaria de 0.7 Kg/día; para esto, con antelación a la formulación de la ración se realizó análisis proximal de Van Soest y digestibilidad in situ a los alimentos. Se tomaron 2 muestras de sangre venosa semanalmente antes de la aparición del primer calor y luego los días 0 (día de presentación del estro), 5, 10 y 15 del ciclo estral, para cuantificar la concentración de progesterona en suero mediante Radioinmunoanálisis en fase sólida. Diariamente se realizó observación desde las 7 a.m. hasta las 6 p.m. para determinar la presentación del calor y su duración, así como también se calculó la duración del ciclo estral. El control de peso se efectuó cada 15 días. La edad promedio al inicio de la pubertad fue de  $420 \pm 32.22$  días y el peso promedio de  $307.61 \pm 26$  Kg. La concentración promedio de progesterona en prepubertad fue baja ( $0.24 - 0.33$  ng/ml). Entre el día 5 y 1 antes del primer ciclo, se presentó un pico en el nivel de progesterona que varió de 0.15 a 1.86 ng/ml. No se encontraron diferencias significativas, en cuanto al nivel de progesterona acumulado ( $p>0.1$ ), duración del estro ( $p>0.1$ ) y duración del ciclo ( $p>0.1$ ) cuando se compararon los tres primeros ciclos estrales. Debido a que el plano nutricional es uno de los factores que más influye sobre la edad a la pubertad, se hace necesario efectuar estudios que permitan determinar si la inversión realizada durante el levante, es compensada por el número de crías y lactancias obtenidas.

## INTRODUCCION

Existen dos factores fundamentales para aumentar la eficiencia reproductiva del hato: la reducción del período entre partos y la disminución de la edad de incorporación a la reproducción de las novillas; ya que de esto dependerá la vida productiva de una vaca.

Aunque los conceptos de pubertad difieren un poco (Robinson 1977, Sorensen 1979, Hafez 1986, Kinder y col. 1987, Moran y col. 1989), en general podría decirse que la pubertad es la edad a la cual el animal se vuelve capaz de reproducirse.

La llegada de la pubertad es el resultado de una serie de eventos que ocurren en el eje hipotálamo-hipófisis-ovarios y a pesar de que estos eventos han sido estudiados, se conoce muy poco acerca de los mecanismos que controlan el momento de la llegada a la pubertad en la hembra (Kinder y col. 1987, Moran y col. 1989, Schillo y col. 1993). Antes de la pubertad los esteroides ováricos y específicamente el 17B- estradiol ejercen una retroalimentación negativa sobre el eje hipotálamo-hipofisiario que impide el aumento en la secreción de hormona luteinizante (HL) y por tanto no hay ovulación (Levasseur 1977, Kiser y col. 1981, Day y col. 1984, Moseley y col. 1986). Moran y col. (1989) notaron que la primera ovulación no necesariamente está acompañada por comportamiento estral. Debido a esto se dificulta la detección de la llegada a la puber-

tad por observación, por lo que se hace necesario el empleo de otros métodos. Jones y col. (1989) demostraron que una de las formas de detección del estado puber, es la presencia de niveles sanguíneos de progesterona superiores a 1 ng/ml, lo cual indica que la ovulación ha ocurrido. De otra parte (Berrardinelli y col., 1979; Schams y col., 1981) encontraron que en algunos casos la primera ovulación es seguida por ciclos estrales de fase luteal corta antes de que se establezcan los ciclos normales.

La tasa de crecimiento es inversamente proporcional a la edad a la pubertad en bovinos (Wiltbank; Arije y Wiltbank citados por Schillo y col. 1992) y novillas mantenidas en diferentes planos de nutrición, típicamente logran la pubertad a diferentes pesos corporales (Short y Bellows 1971, Schillo y col. 1983). De la misma manera, la suplementación con iluminación en países donde se presentan estaciones, causa adelanto de la primera ovulación en novillas (Hansen y col. 1983), por lo que está bien definido que el fotoperíodo, la estacionalidad y las condiciones nutricionales en las cuales se mantienen las novillas influyen sobre la edad a la pubertad y existen varios estudios, sobre pubertad en novillas, realizados en países diferentes al nuestro, donde estas influencias son marcadas: Cuba (Perón y Tarrero 1982), Canadá (Short y Wellows 1971), E.E.U.U. (Roberson y col. 1991 e Izard y Vanderbergh 1982).

La Sabana de Bogotá cuenta con condiciones climáticas específicas (trópico alto) y hasta el momento no se conoce con exactitud la edad al inicio de la vida reproductiva de las novillas ni su posterior desarrollo al momento de ser servidas ya que no existen estudios

publicados sobre este aspecto. El seguimiento de los primeros ciclos ayuda al conocimiento del desarrollo sexual y permite determinar con exactitud el inicio de la vida reproductiva de las novillas.

Este trabajo buscó determinar la edad y el peso a la pubertad en novillas Holstein ubicadas en la Sabana de Bogotá, establecer la relación existente entre los indicadores de la pubertad con la edad y el peso corporal, caracterizar el perfil progestacional desde la prepubertad hasta el tercer ciclo estral y verificar la duración del estro y del ciclo estral en los tres primeros ciclos estrales.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en La Universidad Nacional de Santa Fe de Bogotá, en las instalaciones del Postgrado en Salud y Producción Animal, ubicado a una altitud de 2600 m.s.n.m, temperatura promedio de  $14^{\circ}\text{C}$ , precipitación pluvial promedio anual de 1013 m.m.

Se tomaron 10 hembras Holstein en semiestabulación, entre los 9 y 11.5 meses de edad y un peso promedio de 240 Kg. Estos animales provenían de un grupo de 33 novillas (20 novillas de la Vega (Cundinamarca, Colombia) y 13 de Sibaté (Cundinamarca, Colombia)), las cuales se encontraban en pastoreo y mantenidas en óptimas condiciones nutricionales y sanitarias, con edades entre 6 y 12.5 meses, sin manifestación de calor, lo que garantizó animales prepúberes. Para la selección se tuvo en cuenta que la diferencia de edad entre los animales no fuera mayor de 2 meses y que los niveles de progesterona permaneciera en cero ng/ml, junto con una adecuada condición corporal, de tal forma

\* Este artículo representa parte de la tesis de maestría de la primera autora, dirigida por el segundo. Universidad Nacional de Colombia, Santa Fe de Bogotá. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Maestría en Salud y Producción Animal. Línea de investigación en Fisiología.

\*\* Respectivamente, Zootecnista, MSc. Profesional Universitario y DMVZ, MSc., PhD. Profesor Titular.

que se escogieron 10 novillas: 6 de la Vega y 4 de Sibaté.

Las 10 novillas permanecieron semiestabuladas, junto con una hembra androgenizada (20 ml de testosterona y 1 g de testoviron humano, cada 15 días) a la cual se le acondicionó un marcador con tinta ("chin-ball") para detectar y marcar las hembras que estuvieran en celo. Los animales se pesaron cada quince días y conjuntamente, se evalúo condición corporal en una escala de 1 a 5 (Edmonson y col. 1989).

Las novillas se mantuvieron en condiciones sanitarias adecuadas a través de todo el experimento.

Durante todo el seguimiento, los animales se alimentaron diariamente, en la mañana con concentrado y pasto kikuyo cortado y en la tarde con ensilaje de maíz. Además, sal mineralizada y agua a voluntad.

Con el fin de conocer la composición de los alimentos y su porcentaje de degradabilidad en el rumen, previamente a la formulación de la ración se les realizó análisis proximal y de Van Soest al pasto kikuyo, ensilaje y concentrado, lo mismo que la digestibilidad in situ para la materia seca, proteína, cenizas, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido de cada alimento, utilizando para ello una vaca con fistula ruminal. Con base en los análisis anteriores, se balanceó la ración de tal forma que se cumplieran las necesidades propuestas en las tablas de requerimientos de nutrientes para ganado de leche en los E.E.U.U. (National Research Council, 1989) para obtener una ganancia diaria promedio de 700 grs/día. Quincenalmente se reajustó la ración de acuerdo con el nuevo peso de los animales.

Se tomó como inicio de la pubertad, el día en que se presentó la mayor elevación de progesterona antes del primer ciclo con niveles séricos de progesterona entre 0.15 y 1.68 ng/ml (tabla 1). No se pudo tener como criterio general de inicio de la pubertad, el comienzo del primer calor, por cuanto en 2 de las novillas, este no se manifestó.

Desde el inicio del experimento se realizó observación diaria de los animales, iniciando a las 7 a.m. y finalizando a las 6 p.m., registrando así la presencia de estro y su duración, la cual se expresa dentro de un rango el cual incluye un margen de error, ya que no se contó con métodos que permitieran hacer un

seguimiento permanente del animal, por lo que fue necesario calcular una duración aproximada; esta se hizo teniendo como inicio cuando el animal bramó y se aisló y como finalización cuando rehusó la monta y se mostró tranquilo.

También se registró la duración de los 3 primeros ciclos estrales, entendiéndose como duración del ciclo estral, el lapso transcurrido entre la iniciación de un estro y la del siguiente.

Se hicieron 2 tomas de sangre venosa semanalmente el lunes y el jueves a la misma hora (7 a 9 a.m.) desde la iniciación de las observaciones hasta la aparición del primer calor. Estas muestras se dejaron a la temperatura ambiente por 3 horas y luego se centrifugaron a 2500 r.p.m. por 15 minutos para extraer el suero, el cual se almacenó a -40°C y posteriormente se cuantificaron los niveles de progesterona por medio de Radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida (Diagnostic Products Co; E.E.U.U.).

Después de la presentación del primer calor se determinaron los niveles séricos de progesterona los días 0 (día de presentación del estro), 5, 10 y 15 durante los 3 primeros ciclos estrales. Se hizo palpación rectal a cada animal el día 3 y 13 posestro, para detectar ovulación y presencia o ausencia de folículos y cuerpo lúteo.

Mediante estadística descriptiva incluyendo media, desviación estándar y coeficiente de variación, se analizaron la edad y el peso corporal al inicio de la pubertad, duración del estro y del ciclo estral.

Utilizando histogramas de frecuencia se observó el comportamiento de los niveles de progesterona, así como la duración del ciclo estral.

Con los datos obtenidos antes de la aparición del primer ciclo, se realizó análisis de regresión múltiple, siendo la variable dependiente, igual al inicio de la pubertad medida como el mayor nivel de progesterona previo al primer ciclo y las variables independientes X1 igual a edad y X2 igual a peso, se buscaron los coeficientes de correlación parcial y múltiple para determinar grados de asociación entre y dentro de las variables medidas.

Utilizando un diseño completamente al azar, se realizó análisis de varianza para el nivel de proges-

rona acumulado entre ciclos (summatoria de los niveles de progesterona encontrados el día 0, 5, 10 y 15 de cada ciclo), duración del ciclo estral y duración del estro.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Niveles séricos de progesterona en prepubertad

La concentración promedio de los niveles séricos de progesterona en los 10 animales antes del primer ciclo fue de  $0.24 \pm 0.33$  ng/ml y sin ninguna fluctuación cíclica aparente, hecho que concuerda con lo encontrado por Shotton y col. (1978) ( $0.72 \pm 0.04$  ng/ml), y González-Padilla y col. (1975a) (300 pg/ml), y entre el día 5 y 1 antes del primer ciclo se observó un aumento en el nivel sérico de progesterona (pico) que varió entre 0.15 ng/ml y 1.68 ng/ml, (Tabla 1). No obstante, 7 de las 10 novillas presentaron aumentos transitorios en los niveles séricos de progesterona con anterioridad a los 5 días que anteceden al primer ciclo (Figura 1).

(1975), Shotton y col. (1978) y Schams y col. (1981) en novillas. Sin embargo, Glencross (1984), haciendo seguimiento diario de progesterona y Shotton y col. (1978), realizando muestreos 3 veces por semana, encontraron niveles de progesterona mayores a 1 ng/ml en el pico que antecede la primera ovulación, lo cual se observó solamente en una de las novillas del presente estudio. Esto implica que antes de la primera ovulación, los valores de progesterona pueden ser mayores a 1 ng/ml. Esto debe diferenciarse claramente de los valores de progesterona del período púber como tal, en el cual, ellos son mayores a 1 ng/ml a causa de la ovulación. En consecuencia, puede decirse que un buen indicativo de la aparición de la pubertad, es el nivel sérico de progesterona mayor a 1 ng/ml.

De igual manera, Glencross (1984) y Shotton y col. (1978) observaron, aunque no en todas las novillas a las cuales se les hizo seguimiento, aumentos transitorios

TABLA 1  
MAYOR NIVEL DE PROGESTERONA ANTERIOR AL PRIMER CICLO, DÍA DE SU PRESENTACIÓN Y EDAD Y PESO AL INICIO DE LA PUBERTAD

NOVILA #	PESO (KG)	EDAD (DIAS)	P (NG/ML)	DIA* MAYOR NIVEL P
1	255.5	388	1.68	-2
2	310.3	409	0.47	-4
3	277.2	382	0.15	-5
4	304.7	411	0.81	-5
5	302	383	0.29	-3
6	304.6	432	0.80	-2
7	339	481	0.94	-3
8	330	437	0.27	-1
9	315.9	428	0.30	-4
10	336.5	453	0.46	-4
Promedio	307.6	420	0.61	-3
Desviación Estándar	26	32	0.45	1.33

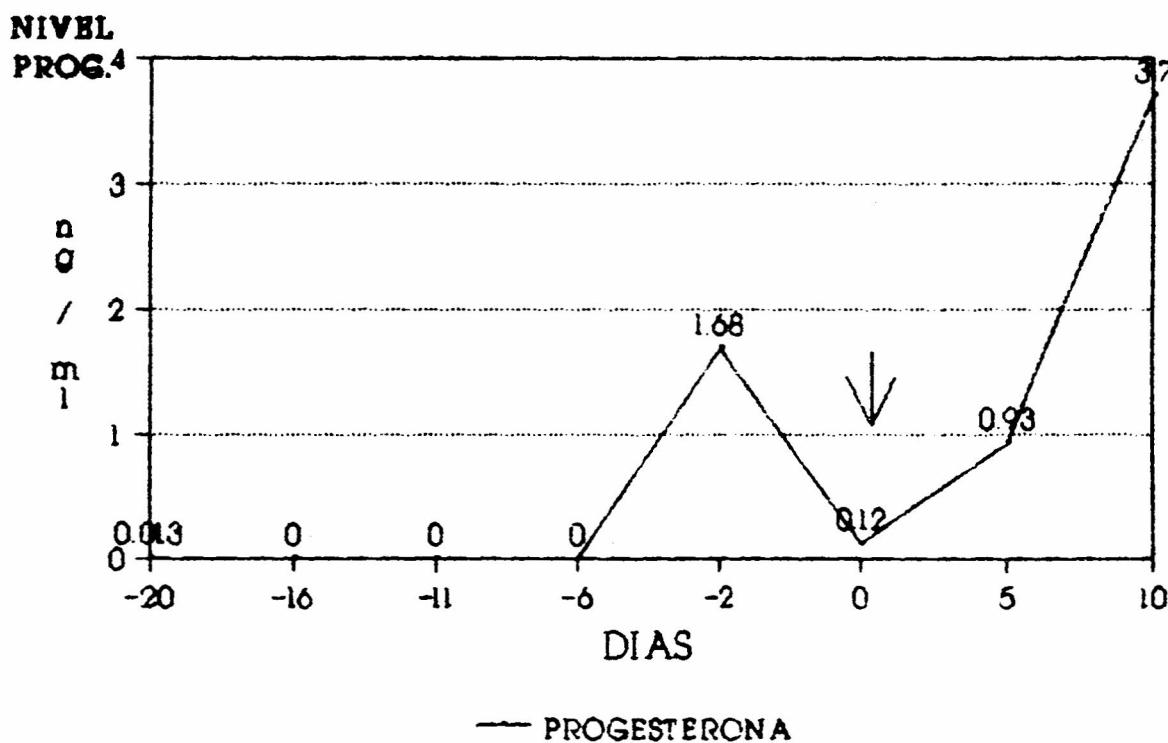
\* Antes del primer ciclo estral.

P = Progesterona

La tendencia general de la presentación del pico de progesterona entre los 5 y 1 días previos a la presentación del primer ciclo, concuerda con lo observado por Fitzgerald y Butler citados por Kinder y col. (1987) en ovejas, Glencross (1984), González-Padilla y col.

en el nivel de progesterona antes de la presentación del pico de progesterona previo al primer ciclo. Entonces, la ovulación es precedida algunas (Castenson y col. 1976), pero no todas las veces (Berrardinelli, 1980), de ligeras elevaciones en los niveles de proges-

# NOVILLA 1



# NOVILLA 2

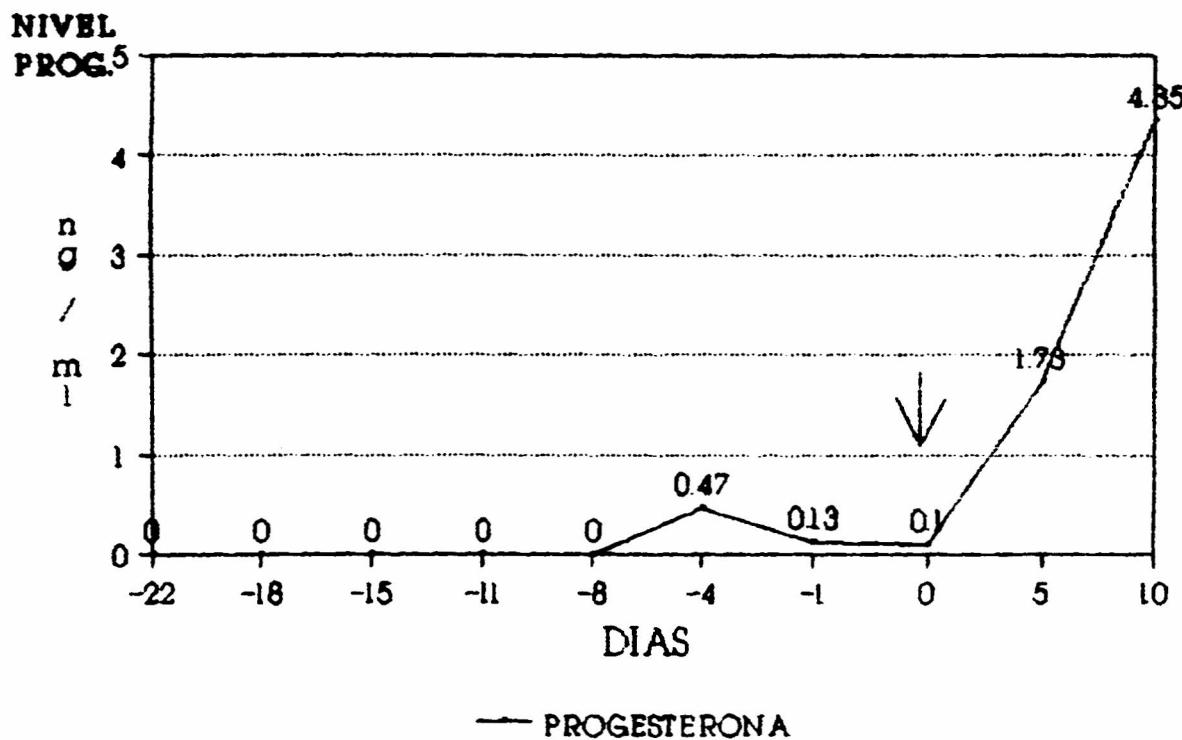
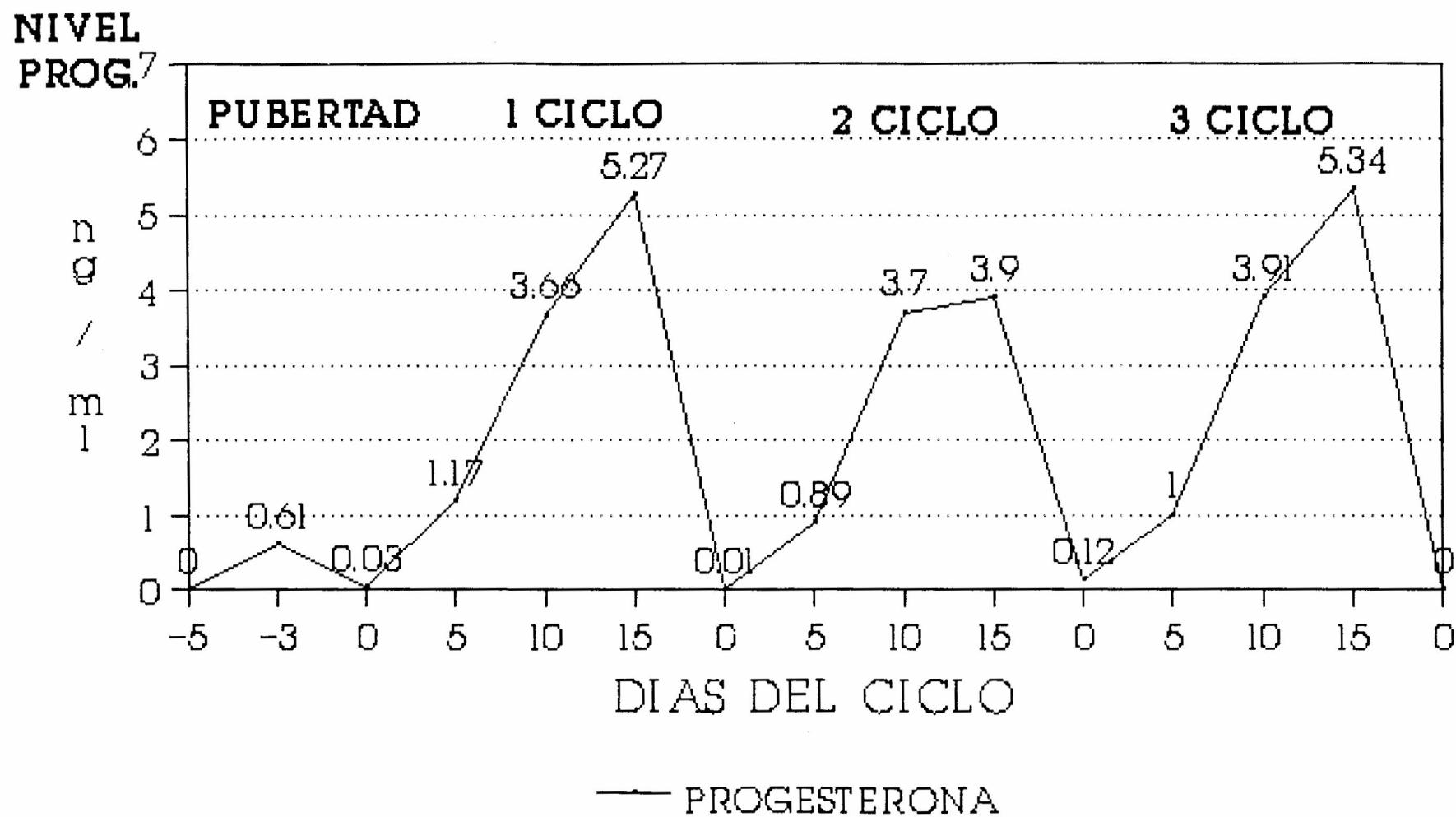


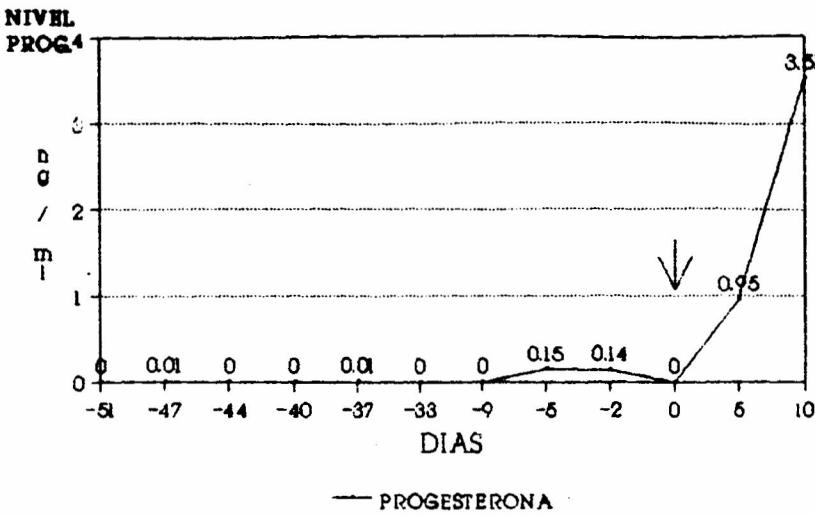
FIGURA 1. Nivel de Progesterona en prepubertad de novillas holstein.

(-) días previos al primer ciclo (+) Días del primer ciclo  
 ↓ primer calor observado

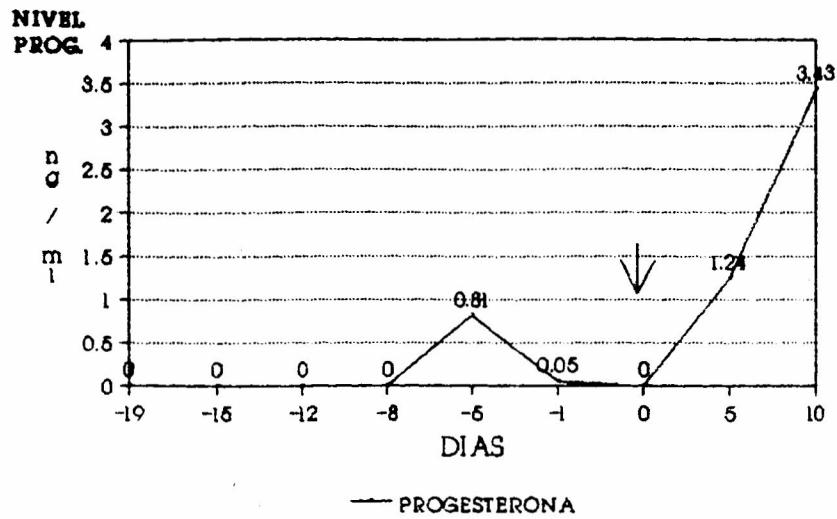


**FIGURA 2. NIVELES PROMEDIO DE PROGESTERONA SERICA EN LOS TRES PRIMEROS CICLOS ESTRALES EN NOVILLAS, LOS DIAS 0,5,10 Y 15. (n=10)**

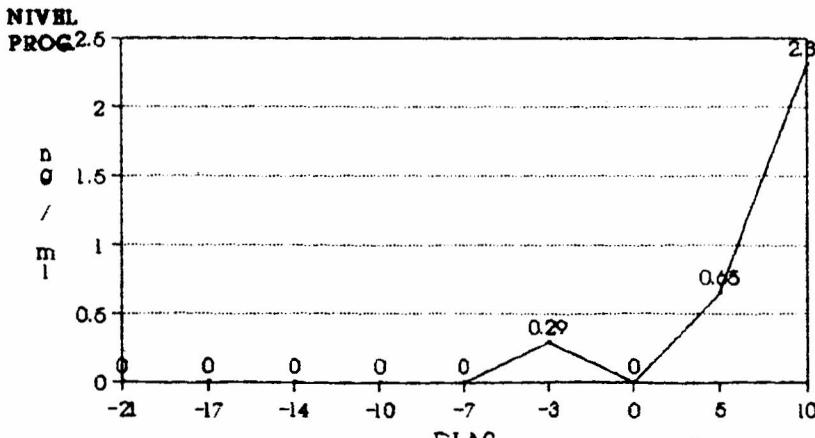
### NOVILLA 3



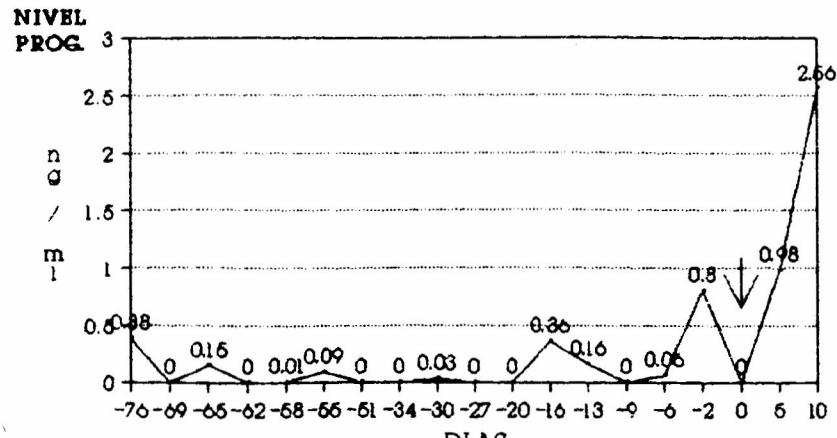
### NOVILLA 4



### NOVILLA 5



### NOVILLA 6



terona y lo más aceptado es que la fuente de progesterona secretada en la fase luteal de poca duración que precede a la pubertad en ovejas y novillas está en el estroma del ovario pero no es necesaria la ovulación para la formación de esta estructura (Berardinelli y col. 1979).

#### Niveles séricos de progesterona durante los tres primeros ciclos estrales

En la Figura 2 aparecen los valores promedio de los niveles séricos de progesterona en los días 0, 5, 10 y 15 de las 10 novillas en los tres primeros ciclos estrales. No se encontró diferencia significativa ( $p>0.1$ ) en el nivel de progesterona acumulado entre ciclos. El nivel de progesterona acumulado promedio para las 10 novillas, durante los tres primeros ciclos fue de 9.26 ng/ml, este valor es comparable con el acumulado encontrado por Cardozo (1993) el cual fue de 9.84 ng/ml en animales entre el 4o. y el 11o. ciclo usando un procedimiento similar al del presente trabajo, y con lo reportado por Breuel y col. (1989) de 9.0 ng/ml, para novillas ciclantes, se puede inferir que no existen diferencias aparentes en cuanto a los niveles de progesterona observados durante los tres primeros ciclos estrales y los siguientes. Lo anterior estaría en contraposición a lo encontrado por otros autores que afirman que las inseminaciones realizadas durante los dos primeros ciclos estrales pospubertad, presentan menos posibilidades de éxito reproductivo, en comparación con los ciclos estrales tercero y posteriores (Byerley y col., 1987; Perry y col., 1991). Sin embargo estos investigadores no hacen referencia a los niveles de progesterona como parámetro válido de predicción de fertilidad. Cabe destacar que los niveles séricos de progesterona, son tenidos en cuenta en la práctica, para mejorar la tasa de fertilidad en los hatos (Breuel y col., 1989).

#### DURACION DEL CICLO ESTRAL

En 30 ciclos estrales, incluidos aquellos en los que no hubo celo manifiesto y que fueron determinados por el seguimiento del nivel de progesterona, se encontró un rango de duración del ciclo entre 17 y 26 días, ( $X = 20.6 \pm 1.83$  días). Estadísticamente no hubo diferencias significativas ( $p>0.1$ ) para la duración de los tres primeros ciclos estrales.

Solano y col. (1988) en Cuba, en 53 novillas Holstein entre 22 y 35 meses de edad encontraron una duración promedio del ciclo estral de ( $20.88 \pm 0.42$  días) en época seca. Cardozo (1993) haciendo seguimiento en novillas Holstein de 112 ciclos estrales en la sabana de Bogotá encontró una duración del ciclo promedio de ( $21.1 \pm 1.37$  días), dato comparable al encontrado durante los tres primeros ciclos estrales de este experimento ( $20.06 \pm 1.83$  días), notándose que la diferencia entre animales ciclantes y animales que hasta ahora empiezan su ciclicidad es mínima y que la duración de estos tres primeros ciclos está dentro del rango normal.

Nueve novillas de las usadas en el presente estudio, iniciaron su función reproductiva regularmente, con ciclos de 17 a 21 días de duración y solo una presentó variación marcada, siendo el primero de 26 días, el segundo de 25 días y el tercero de 20 días. En los animales estudiados por Cardozo (1993), dos novillas presentaron ciclos de larga duración (23 a 24 días), lo cual puede atribuirse a características individuales, posiblemente relacionadas con el número de ondas de crecimiento folicular que ocurren durante el ciclo estral (Stock y Fortune, 1993).

La regularidad en la duración del ciclo estral exhibida por las novillas del presente experimento, puede deberse al plano nutricional en que se mantuvieron a través de todo el tiempo, asegurando nutrientes disponibles que posiblemente no alteraron los patrones de liberación de LH y al seguimiento estricto del nivel de progesterona y de detección de calores que se realizó desde la prepubertad. En estudios similares (Roberson y col. 1990, Shotton y col. 1978) donde se hizo seguimiento del nivel de progesterona desde la prepubertad y con animales mantenidos en buen plano nutricional, no se presentó irregularidad en la duración de los primeros ciclos.

#### DURACION DEL ESTRO

Se obtuvo a partir de 28 observaciones debido a que en 2 de las novillas su primer estro no se manifestó. Se encontró un rango de duración 6 a 25.5 horas y en promedio de ( $14.14 \pm 4.46$  horas), dato similar al reportado por Solano y col. (1988) en Cuba (15.8 horas en novillas Holstein), Coe y Allrich

(1989) en E.E.U.U. (14.9 horas en novillas Holstein), Hernández y González (1983) en México (14.9 horas en vacas Holstein). De acuerdo con lo anterior la duración y la manifestación de los primeros estros es similar a la de novillas ciclantes de mayor edad.

De otra parte, no se encontraron diferencias significativas ( $p>0.1$ ) para la duración del celo en los tres primeros estros.

En cuanto a la hora de presentación del estro se encontró que de las 28 mediciones, el 71.42% se iniciaron entre las 18 y 6 horas del día, el 10.71% a las 13 horas, el 7.14% a las 14 horas, el 3.57% a las 11 horas, el 3.57% a las 12 horas y el 3.57% a las 16 horas. Como puede verse, la mayor proporción de estros se inició en la fase del día cuando las temperaturas son más bajas y predomina la oscuridad. Esto corrobora lo encontrado por Cardozo (1993), y parece deberse a que en el trópico los bovinos utilizan estas horas para entrar en celo, evitando el calor solar producido durante el día (Castro y Gómez, 1979); sin embargo esto sería más crítico en áreas geográficas donde las temperaturas máximas sobrepasan los 24°C, máximo valor dado en el rango de termoneutralidad en bovinos (Johnson, 1965). Lo anterior sugiere que la mayoría de las novillas pueden ser detectadas en celo si las observaciones para tal efecto se hacen de manera convencional entre las 6 y 7 a.m y entre las 5 y 6 p.m. Así, una programación adecuada para la detección de celos puede incrementar las posibilidades de mejorar los porcentajes de concepción.

#### EDAD Y PESO A LA PUBERTAD

Las novillas del presente experimento llegaron a la pubertad entre los 382 y 481 días de edad, con un promedio y desviación estándar de 420 32 días y con un peso entre 255.56 Kg y 339 Kg con un promedio y desviación estándar de 307.61 26 Kg (Tabla 1).

El promedio encontrado de edad a la pubertad está de acuerdo con lo registrado por Cardozo (1993) quien trabajando con novillas Holstein en la sabana de Bogotá con ganancia diaria de 0.5 Kg/día encontró que las novillas iniciaron su ciclicidad entre los 330 y 450 días de edad con un promedio de 390 días y con un peso entre 248 y

306 Kg con un promedio de 274.6 Kg. Así mismo con los de Perón y Tarrero (1982) en Cuba, quienes encontraron en novillas Holstein con ganancia diaria de 0.5 Kg/día un promedio de edad a la pubertad (primer estro) de 450 días y un peso promedio de 233 Kg. Las diferencias de peso encontradas a la pubertad de acuerdo con la ganancia diaria que tuvieron las novillas en los anteriores experimentos, reafirman lo encontrado por Short y Bellows (1971) quienes demostraron que novillas criadas en altos planos de nutrición fueron más pesadas a la pubertad.

De otra parte y de acuerdo con lo anterior, los datos de edad a la pubertad son más consistentes (rango comprendido entre 330 y 450 días) que los de peso, por lo que podría pensarse que en animales bajo un buen plano nutricional (ganancia diaria mayor a 0.5 Kg/día) la edad es un factor más determinante sobre la pubertad que el peso.

La prueba de regresión y el procedimiento de selección paso a paso con los datos de concentración de progesterona, edad y peso obtenidos, antes de la aparición de la pubertad, mostraron que el peso no tiene relación con el nivel de progesterona observado antes del primer calor ( $p>0.15$ ); mientras que la edad si está relacionada ( $r=0.07$ ) con dicho nivel de progesterona ( $P_4$ ), aunque solo lo está explicando en un 7%.

Si la edad es un factor determinante sobre la pubertad, y si solo la está explicando en un 7%, ¿a qué se debe entonces la presentación de dicho evento? A partir de estudios realizados en ratones y humanos, se ha planteado que un factor determinante de la iniciación de la pubertad, es la expresión de un conjunto de genes responsables de desencadenar los eventos que la inician (Nelson y col. 1990; Ojeda, 1991). Lo anterior lleva a pensar, que el conjunto de genes de iniciación de la pubertad se está expresando a determinada edad en novillas mantenidas en un buen plano nutricional. De ser así, una de las estrategias que podría funcionar en nuestro medio sería la de mantener las novillas con una ganancia de peso adecuada, de tal forma que estén con un peso mayor a 320 Kg al llegar a la pubertad.

Los datos obtenidos para ganado Holstein en la Sabana de Bogotá, de registros de las asociaciones

de criadores de ganado Normando y Holstein (1993), mostraron una edad al primer servicio de 28 meses y de 24.7 meses, respectivamente. Si las novillas se mantienen en condiciones similares a las del presente trabajo se estarían sirviendo a los 16 meses, por lo que queda un período de 12 meses o en su defecto de 8.7 meses, que puede ser aprovechado en una lactancia y aunque no es posible realizar un análisis económico confiable del valor del levante de las novillas de este estudio, debido a que

los animales se tomaron a partir de los 9 a 11.5 meses de vida, no se descarta la posibilidad de que exista un beneficio económico al realizar el levante en un plano nutricional alto y en consecuencia obtener una lactancia adicional, ya que las novillas se incorporaran a la vida productiva a edad más temprana. Se necesitan futuras investigaciones, para determinar si la inversión realizada durante el levante, es compensada por el número de crías y lactancias obtenidas en diversos sistemas de manejo.

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio fue financiado por Colciencias y La Universidad Nacional de Colombia. Los autores expresan sus agradecimientos al doctor Rómulo Campos por su colaboración con las pruebas endocrinológicas, a la doctora Jeanneth Díaz por el préstamo de algunos animales. Así mismo, al doctor José Ortega, presidente de la Asociación Colombiana de ganado Normando y a la señora María Uriocchea, director ejecutivo de la

Asociación Colombiana de criadores de ganado Holstein, por el suministro de algunos datos a los cuales se hace referencia. A la doctora Nohora Martínez y al doctor Jorge Amaya por su asesoría en la parte estadística y nutricional y a los doctores Olimpo Oliver y Gonzalo Mejía por sus invaluables servicios como clínicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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.
- \_\_\_\_\_, 1980. Source of circulating progesterone in prepubertal ewes. *Biol. Repr.*, 22: 233-236.
- BREUEL, K. F., SPITZER, J. C. and HENRICKS, D.M. 1989. Systemic progesterone concentration following human chorionic gonadotropin administration at various times during the estrous cycle in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 67: 1564-1572.
- BYERLEY, D. J., STAIGMILLER, R.B., BERARDINELLI, J.G. and SHORT, R.E. 1987. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or thir estrus. *J. Anim. Sci.* 65: 645-657.
- CARDOZO J. A. 1993. Relación entre factores climáticos y algunas características del ciclo estral en novillas Holstein Frisian de la Sabana de Bogotá. Tesis M.Sc. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá.
- CASTENSON, P. E., SORENSEN, A.M., COBOS, C.R. and FLEINGER, J. L., 1976. Source of postpartum P and 20 -OHP preceding estrus in heifers. *J. Anim. Sci.*, 43: 277-285.
- CASTRO, A. y GOMEZ, R. 1979. Duración del ciclo estral, del estró y el tiempo de ovulación en ganado de leche, en climas cálidos en Colombia. Rev. ICA (Bo-
- gotá-Colombia), XIV(3): 171-76.
- COE, B. L., ALLRICH, R.D. 1989. Relationship between endogenous estradiol-17B and estrous behavior in heifers. *J. Anim. Sci.*, 67: 1546-1551.
- DAY, M. L. IMAKAWA, K., GARCIA-WINDER, M. 1984. Endocrine mechanisms of puberty in heifers-estradiol negative feedback regulation of luteinizing hormone secretion. *Biol. Reprod.*, 31: 332-341.
- EDMONSON, A. J., LEAN, I. J., WEAVER, L. D., FARVER, T. 1989. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J. Dairy Sci* 72: 68-78.
- GLENCCROSS, R.G., 1984. A note on the concentrations of plasma oestradiol-17 and progesterone around the time of puberty in heifers. *Anim. Prod.*, 39: 137-140.
- GONZALEZ-PADILLA, E., WILTBANK, J. N. and NISWENDER, G.D., 1975. Puberty in beef heifers. 1. The interrelationship between pituitary, hypothalamic and ovarian hormones. *J. Anim. Sci.*, 40: 1091-1104.
- HAFEZ, E., 1986. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 4ta. ed. Edit Interamericana S.A. México D.F. p. 321.
- HANSEN, P. J., KAMWANJA, L. A. and HAUSER, E. R., 1983. Photoperiod influences age at puberty of heifers. *J. Anim. Sci.*, 57: 985-991.
- HERBERT, D., YASHIRO, T., MURAKI, T., OKANO, T., HATTO-
- RI, A. and SUZUKI, T. 1993. Quantitative morphological analysis of the pituitary gland in protein-calorie malnourished rats. *Anat. Rec.* 235: 121-125.
- HERNANDEZ, J. J., GONZALEZ, E. 1983. Comportamiento reproductivo de ganado lechero en clima tropical, duración del estró y hora de ovulación. *Tec. Pec. Méjico.*, 45: 17-20.
- JOHNSON, H. D. 1965. Climatic effects on physiology and productivity of cattle in ground level climatology. publication No. 86, American Association for the Advancement of Science, Washington, 189-206.
- JONES, E. R., ARMSTRONG, J. D. and HARVEY, R. W. 1989. Changes in metabolites, insulin and growth hormone prior to puberty in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 67 (Suppl. 1): 361 (abstr.).
- IZARD, M.K. and VANDENBERGH, J.G., 1982. The effects of bull urine on puberty and calving date in crossbred beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 55: 1160- 1167.
- KINDER, J. E., DAY, M. L. and KITTOK, R. J., 1987. Endocrinology of puberty in cows and ewes. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, 34: 167-186.
- KISER, T. E., KRAELING, R. R. and CHAPMAN, J. D., 1981. Luteinizing hormone secretions before and after ovarioectomy in prepubertal and pubertal beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 53: 1545-1550.
- LEVASSEUR, M. C. 1977. Thoughts on puberty: Initiation of gonadotrophic function. *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys.*, 17: 345-361.
- MORAN, C., QUIRKE, J.F. and ROCHE, J.F., 1989. Puberty in heifers: A review. *Anim. Reprod. Sci.*, 18: 167-182.
- MOSELEY, W. N., DUNN, T. G. 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Sixth Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C.
- NELSON, J., KARELUS, K., FELICIO, L. y JOHNSON, T. 1990. Genetic influences on the timing of puberty in mice. *Biol. Reprod.* 42: 649-655.
- OJEDA, S. 1991. The mystery of mammalian puberty: How much more do we know? *Persp. Biol. Med.*, 34: 365-383.
- PERON, N. y TARRERO, R., 1982. Efecto de un régimen de subalimentación durante el crecimiento para novillas lecheras en la edad y peso a la pubertad. *Rev. Cub. Reprod. Ani.*, 8: 33-38.
- \_\_\_\_\_, 1982. Edad y peso a la pubertad en novillas Holstein, Cebu y 3/4 Cebu x 1/4 Holstein. *Rev. Cub. Reprod. Ani.*, 8: 31-46.
- PERRY, R. C., CORAH, R.C., COCHRAN, J. R., BRETHOUR, J.R., OLSON, K. C. and HIGGINGS, J. J. 1991. Effects of hay quality,

- breed and ovarian development on onset of puberty and reproductive performance of beef heifers. *J. Prod. Agric.* 4: 13-21.
- ROBERSON M. S., WOLFE M.W., STUMPF T. T., WERTH L. A., CUPP A.S., KOJIMA N. 1991. Influence Of Growth Rate And Exposure To Bulls On Age At Puberty In Beef Heifers. *J. Anim. Sci.* 69: 2092-2098.
- ROBINSON, T. J., 1977. Reproduction in cattle. In: H. H. Cole and P.T. Cupps (Editors), Reproduction in domestic animals, 3rd edition. N. Y. Academic Press, New York, p. 433-441.
- SCHAMS, D. SCHALLENBERGER, E. and KARG, H., 1981 Endocrine patterns associated with puberty in male and female cattle. *J. Reprod. Fertil.*, 30 (suppl): 103-110.
- SCHILLO, K., HALL, J. and HILEMAN, S. 1992. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. *J. Anim. Sci.*, 70: 3994-4005.
- SCHILLO, K., HANSEN, L., KAMWANJA, D., DIERSCHKE, P. and HANSER, 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: 189-195.
- SHORT, R. E. and BELLOWS, R. A., 1971. Relationship among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *J. Anim. Sci.*, 32: 127-131.
- SHOTTON, S. M., ROY, J. H. and POPE, G.S., 1978. Plasma progesterone concentration 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: 89-98.
- SOLANO, R., FERNANDEZ, O. y MARTINEZ, G. 1988. Comportamiento del ciclo estral en novillas Holstein bajo condiciones climáticas de Cuba. *Rev. Cub. Cienc. Vet.*, 19(1): 47-59.
- SORENSEN, L., 1979. Animal reproduction. First edition. McGraw-Hill Book Co. New York USA. p. 241-247.
- STOCK, A. E., and FORTUNE, E., 1993. Ovarian follicular dominance in cattle: Relationship between prolonged growth of the ovulatory follicle and endocrine parameters. *Endocrinology*, 132: 1108-1114.

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA

### CURSOS INTERSEMESTRALES 1994

DIAGNOSTICO DE GESTACION	Junio 1-3
TECNICAS DE RESTRICCIÓN Y TRANSPORTE DE ESPECIES SILVESTRES	Junio 7-10
GERENCIA AGROPECUARIA POR COMPUTADOR	Junio 9-10
TECNICAS BASICAS EN CIRUGIA DE GRANDES ANIMALES	Junio 13-17
PLANTAS TOXICAS PARA ANIMALES	Junio 14-15
SISTEMA OPERACIONAL D.O.S.	Junio 15-17
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION PECUARIA	Junio 17
DISEÑO EXPERIMENTAL	Junio 27-30
ESCOGENCIA DE TOROS PARA PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE HATOS	Julio 22
ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE LA SALMONELOSIS AVIAR	Julio 25
CURSO TEORICO PRACTICO DE CULTIVOS DE TEJIDOS ANIMALES	Julio 25-29
SEMINARIO SOBRE AGROFORESTERIA COMO ALTERNATIVA ALIMENTICIA PARA RUMIANTES EN EL TROPICO	Julio 28-29
MANEJO ESTACIONAL DE LA REPRODUCCION BOVINA Y RESOLUCION DEL ANESTRO POSPARTO	Agosto 1-2
METODOS DE TOMA Y ENVIO DE MUESTRAS DE LABORATORIO, EUTANASIA Y NECROPSIA EN ESPECIES SILVESTRES	Agosto 1-6
ACTUALIZACION EN MASTITIS BOVINA	Agosto 3-5

### INFORMES

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y DE ZOOTECNIA  
268 8145 - 269 8938 – FAX 269 6496