

Artículo reseña

LA PUBERTAD DE LA HEMBRA BOVINA: II. ASPECTOS PRODUCTIVOS

R. Faure y C. Morales*

**División de Producción y Salud Animal y *Grupo de Química-Farmacología y Reproducción,
Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.
Correo electrónico: faure@censa.edu.cu*

RESUMEN: Se discuten tres aspectos cardinales relacionados con las implicaciones económicas de la aparición de la pubertad: el retardo en la aparición de la pubertad, las alternativas biotécnicas para evitar el mismo y la relación de aparición de la pubertad con la eficiencia reproductiva y productiva. Se enfatiza en los aspectos de importancia para las condiciones tropicales y particulares de Cuba, y se enriquecen con nuestras experiencias de trabajo en el tema. Se reconoce, como principal causa de retardo en la pubertad, la inadecuada alimentación y el manejo deficiente durante la etapa de desarrollo somático de los animales. Se muestran diferentes productos y esquemas que pueden ser utilizados para la inducción de la pubertad en los animales que reúnan un desarrollo somático y genital mínimo, una vez rectificadas los problemas de manejo y alimentación.

(Palabras clave: pubertad retardada; inducción; tratamientos hormonales; eficiencia reproductiva)

PUBERTY OF BOVINE FEMALE: II. PRODUCTIVE ASPECTS

ABSTRACT: Three cardinal aspects related to the economic implications of puberty appearance are discussed. They are: delay in puberty appearance, biotechnical alternatives to avoid it and relationship of puberty appearance with the reproductive and productive efficiency. It is emphasized in the aspects of importance for the tropical conditions and particularly for Cuba, enhanced with our work experiences in the topic. The inadequate feeding and the deficient management during the stage of somatic development of animals are recognized as the main causes of puberty delay. Different products and treatments can be used for puberty induction in animals with a minimum somatic and genital development, once rectified the management and feeding problems.

(Key words: delayed puberty; induction; hormonal treatments, reproductive efficiency)

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las novillas tienen potencial suficiente para alcanzar la pubertad y cubrirse satisfactoriamente al año de edad, si se le proveen nutrición y manejo adecuados. Las novillas que alcanzan la pubertad a edades tempranas implican un menor costo que aquellas con edad tardía a la pubertad (38). Por tanto, el cumplimiento de las medidas de manejo y alimentación de la hembra en desarrollo, son de importancia definitoria para garantizar la eficiencia económica de la explotación ga-

nadera. Las acciones dirigidas a evitar el retardo en la pubertad tienen, como primer aspecto, eliminar las causas que le dan origen, ya que en áreas tropicales, presenta principalmente, problemas nutricionales y de manejo. En segundo lugar, existen alternativas biotécnicas en las que figuran el empleo de agentes inductores de la actividad cíclica, que bien manipulados, pueden resultar exitosos para estos fines. El presente trabajo aborda las implicaciones productivas de la pubertad retardada y las alternativas para su solución.

DESARROLLO

1. Pubertad retardada.

Las diferencias de edad a la pubertad, en distintas regiones geográficas, dependen del sistema de manejo, disponibilidad y calidad del forraje, así como de la adaptación del tipo racial a las condiciones ambientales específicas. La edad a la pubertad adquiere un valor productivo cuando las novillas se gestan para parir a los dos años y los sistemas de explotación imponen épocas reproductivas limitadas, de modo que se postula que las novillas tienen que alcanzar la pubertad, al menos, a los quince meses, con vistas de lograr el primer parto a los veinticuatro meses; sin embargo, alrededor de un 35% no logra este objetivo por retraso puberal. Se ha reportado la existencia de una regresión entre edad a la pubertad y el peso al primer parto, producción de leche a la primera lactancia, así como con el porcentaje de grasa en la leche, de lo cual se desprende que el retraso de la pubertad conduce a una disminución de la eficiencia productiva en la industria pecuaria.

El anestro en novillas, en zonas tropicales, está relacionado con maduración sexual tardía o pubertad retardada; lo cual se corresponde con la situación existente en Cuba, donde hay una época en que la disponibilidad del alimento no es suficiente. La causa fundamental de esta situación reside en una inadecuada alimentación y un manejo deficiente durante la etapa de desarrollo somático de los animales. Los datos obtenidos respecto a la edad y al peso, con los cuales llegan las novillas a incorporarse a los servicios de IA y al primer parto, lo demuestran. En el Libro de Metodología de Balance Alimentario para el Ganado Vacuno en Cuba (34) se indicó que, en nuestro país, se debe seguir como criterio para gestar nuestras novillas lecheras un peso aproximado de 320 Kg y 18 meses de edad. Zamora *et al.* (58), al manejar bien los pastos y la carga/ha, consiguieron la primera inseminación en novillas a una edad (16.5 - 17.7 meses) y peso deseables (367 - 376 Kg.). Estas edades y pesos se pueden lograr siempre que la ganancia diaria de peso sea igual o superior a 0.5 Kg (57).

2. Inducción de la pubertad.

Corrección dietética y otros modificadores del estado metabólico

La influencia del ambiente sobre la secuencia de eventos que conducen a la pubertad está dictada, principalmente, por el estado nutricional y los efectos vinculados con la tasa de crecimiento y el desarrollo. Un buen plano nutricional no solo determina una pubertad

a edad temprana, sino que influye sobre el crecimiento y desarrollo mamario en novillas lecheras (37). Por tanto, las acciones encaminadas a suplir la cantidad y calidad de alimentos en la ración son de gran importancia para lograr una ganadería eficiente.

En nuestro país se realizan muchos ensayos en este sentido, se corrige el nivel energético (1) proteico (40) y vitamino-mineral (16), y se obtienen en todos los casos un saldo positivo en el porcentaje de animales que entran en la pubertad; se gesta o logra el parto a una edad temprana.

El plano energético de la ración parece tener una influencia mayor y más rápida que el proteico en la inducción de la ciclicidad estral (27), se observa una correlación inversa entre la edad a la pubertad y la ingesta energética (3).

Por otra parte, hay algunos compuestos orgánicos que ejercen una profunda influencia en el metabolismo ruminal: Monensina, Ivermectina, entre otros; ellos son capaces de provocar un adelanto de la pubertad (45).

La Monensina produce un cambio en la relación molar de AGV en el rumen sin alterar la concentración total. Ella aumenta el por ciento molar de propionato a expensas de acetato y butirato. Este ionóforo influye en la reproducción, pues da un estado nutritivo más favorable, disminuye los requerimientos del animal (32), y produce cambios acentuados en el sistema endocrino (22), lo que provoca una disminución de 21 días en la aparición de la pubertad (26). En el caso de la Ivermectina, solo se sabe que su efecto es independiente de su acción antiparasitaria, ya que no se observó que la menor edad a la pubertad sea producto de un aumento en la ganancia de peso (29).

Por otra parte, el empleo de anabólicos no esteroideos, como la GH, no adelantan la edad de la pubertad (20), aunque la aplicación de anticuerpos contra el factor liberador de dicha hormona retrasa la pubertad en novillas (50), probablemente por modificación de la sensibilidad al efecto inhibitorio que tiene el estradiol (E_2) sobre el eje hipotálamo hipófisis (49).

Uso de tratamientos hormonales

La utilización de las hormonas con un sentido zootécnico debe tener en cuenta una previa selección de los animales a tratar, pues aquellos que no reúnan un desarrollo somático y genital mínimo no brindarán los resultados deseados. De ahí que la selección, al tener en cuenta indicadores como el peso, la condición corporal (CC) y la calificación del tracto reproductivo (CTR) aparece como un sistema de ma-

nejo con el que se logra mayor eficacia. Para lograr un comportamiento reproductivo adecuado en novillas es necesario que, además de un peso mínimo, posean una CC mayor de 2.5, preferiblemente entre 3 y 4 (en la escala del 1 al 5), y una CTR de 4 ó más.

Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH)

Convey (7) fue el primero en sugerir que la GnRH podía utilizarse para adelantar la pubertad y el ciclo estral después del parto. Sin embargo, un gran número de resultados no apoyan tal la sugerencia de la inducción de ciclicidad en bovinos sexualmente inactivos, cuando se emplea solamente la GnRH (28). No obstante, esta hormona tiene un papel clave en el inicio de la pubertad, como lo demuestra el empleo de anticuerpos antiGnRH. Estos provocan un retardo marcado de la pubertad, en dependencia de la forma de aplicación (44). La falta de estimulación ovárica y la aparición de fases lúteas anormales, han sido comunes después del tratamiento con GnRH (8), aunque algunos investigadores informan haber promovido actividad ovárica con dicho tratamiento (51). Estas diferencias en los resultados pueden ser debidas a que, para lograr funcionalidad del ovario con el uso del GnRH, se necesita un prerequisite: la existencia de folículos desarrollados en el momento del tratamiento, cuyo tamaño no debe ser menor a 10 mm de diámetro (59).

En la actualidad, para lograr la promoción de crecimiento folicular, ovulación y desarrollo normal del cuerpo lúteo, existen dos enfoques con el empleo de la GnRH. Se puede suministrar esta hormona de forma pulsátil, tratando de imitar el patrón de secreción fisiológico (55), pese a que este método es poco práctico, o también realizar un pretratamiento con otras hormonas. El producto más usado es la progesterona (P_4), con muy buenos resultados (24); también se utilizó la PMSG (33).

Gonadotropina Coriónica equina (PMSG, eCG).

La eCG es la hormona más ampliamente empleada en nuestro país para la inducción del celo en novillas. Todos los resultados han sido promisorios, se logra hasta un 63% más de animales gestados con una sola aplicación (2000 UI) de eCG en comparación con los animales tratados (14). La reducción de esta dosis (1/4), combinada a 50 mg de progesterona aplicados previamente, condujo a la obtención de un 30% de tasa de gestación en el tratamiento (10,13), y de manera general, los tratamientos son más favorables que con el uso de la PMSG solamente (12).

Hormonas esteroides

Estrógenos

El principio del uso de los estrógenos para la inducción de la pubertad en novillas es el efecto de retroalimentación positiva sobre la liberación de picos de LH y FSH. Con respecto a la aplicación de los estrógenos, Nancarrow y Radford (36), con el empleo de 0.5 mg de benzoato de estradiol, provocaron un 100% de presentación de celo en las vacas, lo cual resulta confirmado por nosotros en novillas con el uso de 2, 1 y 0.5 mg (9), aunque los resultados de la tasa de gestación al primer servicio son pobres. Para solucionar estos inconvenientes, se ha intentado el uso combinado con progestágenos. Otros autores (17,18) combinando el 17 bE₂ a la progesterona, pudieron estimular en un 75% la aparición de la pubertad en novillas. Similares resultados se obtuvieron con implantes de progesterona y valerato de estradiol (6). Parece que la edad (menor de 13 meses) es un factor limitante en la inducción de la pubertad (52) y pasada esa edad el peso es el más influyente en los resultados.

Nosotros hemos demostrado, en novillas anéstricas, que la inyección de Cloprostenol en la submucosa vulvar, en el momento de la inseminación, mejora significativamente los resultados obtenidos con un esquema de inducción del celo con P_4 y E₂ (Tabla 1).

Progestágenos

Numerosos trabajos confirman los picos de progesterona que se asocian a la pubertad y al primer celo postparto (48). Esto sugiere que la P_4 tiene una función clave en la etapa de transición del estado acíclico al estado cíclico.

La pubertad en novillas puede ser estimulada con 3 dosis de 20 mg de progesterona y 17 bE₂ (2 mg), lo cual no se logra con el estrógeno solamente (17). Combinando la P_4 con E₂ se puede inducir la pubertad en animales prepúberes, dependiendo los resultados de la edad y peso con los cuales se inician los tratamientos (6). En tanto que Gil (14) no recomendó el uso de P_4 aislada para la promoción del celo en hembras bovinas, nosotros sí demostramos la utilidad de aplicar 50 mg en el caso de las novillas (9, 11) (Tabla 2). La aplicación de implantes de norgestomet a novillas impúberes produjo respuestas variables en la secreción posterior de P_4 y E₂ (54), mientras que se reportó que el progestágeno solo indujo celo en una alta proporción en novillas prepúberes y estimuló la frecuencia de los picos de LH (2). Por su parte, Hall *et al.* (19) corroboran el efecto inductor del celo que tiene los progestágenos; encontraron que no fue alterado por

la ganancia diaria de peso de los animales tratados, pero sí era dependiente de la edad a que fueron tratados los animales. Estos autores concluyeron que la P_4 induce la pubertad y acelera la cascada de eventos endocrinos y ováricos que se asocian a la pubertad espontánea; la edad y no la ganancia de peso parece ser el factor crítico en su efecto.

Los gestágenos combinados con PMSG, GnRH y E_2 han sido más ampliamente utilizados para inducir la pubertad y resultan ser más eficaces (12). En la terapia con GnRH, el pretratamiento con P_4 promueve una duración del ciclo estral normal (31), con ello se comprueba que la progesterona influye directamente sobre el folículo y posibilita así el desarrollo adecuado del cuerpo lúteo (24).

Andrógenos

El hecho de encontrarse niveles sanguíneos de testosterona concomitante con estradiol, sugirió que los andrógenos son necesarios para la expresión de la conducta sexual. La administración de testosterona exógena puede estimular la secreción de estrógenos ováricos y adelantar el pico preovulatorio de gonadotropinas (25). El propionato de testosterona (PT) en dosis única (1-25mg) induce la ovulación con formación de cuerpos lúteos (46); se logra desde un 33 a 100% de animales ovulantes. Faure *et al.* (11) lograron inducir estros fértiles en novillas con la utilización del PT en dosis única de 50 mg. La administración crónica de andrógenos conlleva al virilismo.

TABLA 1. Presentación del celo y tasa de gestación en dos grupos de tratamiento y un control (15)./ *Oestrus and pregnant rate in two treatment groups and a control one*

Grupo	Categoría	n	Animales en Estro		Tasa de Gestación	
			n	%	n	%
I. P_4 + BE_2 + Clop.	Vacas	47	35	74 ^d	20	57 ^a
	Novillas	30	25	83 ^a	17	68 ^a
	Total	77	60	78 ^a	37	62 ^a
II. P_4 + BE_2	Vacas	47	36	76 ^a	9	25 ^b
	Novillas	30	25	83 ^a	7	28 ^b
	Total	77	61	79 ^a	16	26 ^b
III. Control	Vacas	50	14	28 ^b	10	71 ^a
	Novillas	40	10	25 ^b	7	70 ^a
	Total	90	24	27 ^b	17	71 ^a

Letras diferentes difieren con $p < 0.05$

Los animales recibieron 50 mg de P_4 , 48 h después 0.5 mg de Benzoato de Estradiol y en el caso del Grupo I, 50 mcg de Cloprostenol.

TABLA 2. Porcentajes de novillas con síntomas de estro y gestadas luego del tratamiento con progesterona y progesterona más eCG (13)./ *Percentages of heifers with oestrus and pregnant symptoms after being treated with progesterone and progesterone plus eCG (13)*

		Celo		Tasa de Gestación 1er Servicio		Tasa de Gestación Total		Tasa de preñez	
Grupo	n	n	%	n	%	n	%	n	Dif.
Ensayo I. Progesterona									
Tratadas	140	77	55.0 ^a	38	49.4	50	65.0	36 ^c	12
Control	240	85	35.4 ^b	47	55.3	57	67.0	24 ^d	0
Ensayo II. Progesterona + eCG									
Tratadas	51	41	80.0 ^a	27	65.7	40	97.6	78 ^c	28.4
Control	38	19	50.0 ^b	14	73.7	10	100	50 ^d	0

a y b difieren con $p < 0.01$; c y d difieren con $p < 0.05$

Melatonina

Stanisiewski *et al.* (53), al estudiar terneros pinealectomizados con relación a la luz, la concentración de prolactina y de testosterona, concluyeron que la pineal estaba involucrada en el inicio de la pubertad en los toros. Se ha demostrado que, a más horas luz, más temprana es la aparición de la pubertad, posiblemente a través de cambios en la foliculogénesis, secreción de LH y mayor tasa de crecimiento; estos efectos pueden estar mediados por la retina y la glándula pineal (21). La melatonina puede causar supresión de la secreción de LH en vacas castradas (47), aunque no altera los niveles basales, ni la secreción de progesterona *in vitro* inducida por la LH (4). En el vacuno se informó que el empleo de suero antipineal producía buenos resultados en la inducción del celo en novillas anéstricas (41, 42), no obstante, otros trabajos fueron menos prometedores (43).

3. Aparición de la pubertad y su relación con la eficiencia reproductiva y productiva.

La edad a la pubertad es un buen indicador de la fertilidad y expresión de la eficiencia reproductiva (5). La heredabilidad estimada para este factor es elevada (0.40), comparada con otros rasgos reproductivos. Debe tenerse en cuenta que la IA o monta de las novillas, en su primer celo puberal, resulta en un 21% de concepción inferior comparado con el tercer celo, lo que implica que las novillas deben alcanzar la pubertad como promedio de uno a tres meses antes de ser gestadas (38). Estos autores registraron relaciones fenotípicas favorables entre edad a la pubertad y tasa de gestación temprana citándose cifras de -0.75 y -0.40. Las novillas más pesadas al destete alcanzan la pubertad siendo más jóvenes, pero presentan mayor intervalo parto - celo (39), lo que ratifica el nexo existente entre la edad a la pubertad y la curva de crecimiento.

Werre y Brinks (56) notificaron correlaciones entre edad a la pubertad y capacidad productiva probable en cuatro lactancias: -0.65 y -0.38 para la primera y segunda, respectivamente; esto se corroboró con los resultados de Laster *et al.* (30), quienes registraron relaciones de -0.88 de edad a la pubertad con la producción de leche.

Los estudios de aspectos productivos de novillas que llegan temprano a la pubertad indican la necesidad de evaluar el desarrollo genital y medir el área pélvica, de modo que se seleccione el semental apropiado para evitar dificultades al parto, la heredabilidad del área pélvica es del 61%, lo que constituye un indicador útil para la selección (35). El crecimiento acele-

rado y el parto muy temprano disminuyen el desempeño de la primera lactancia por un mecanismo aún no esclarecido (23).

REFERENCIAS

1. Alonso, J.C.; Castellanos, R.; Faure, R. y Fernández, O. (1985): Efecto de la suplementación energética en novillas con pubertad retardada sobre la concentración de progesterona sérica y la primera inseminación artificial. *Rev. Salud Anim.* 7: 371.
2. Anderson, L.H.; McDowell, C.M. y Day, M.L. (1996): Progestin - induced puberty and secretion of luteinizing hormone in heifers. *Biology of Reprod.* 4: 1025-31.
3. Barash, H.; Bar-Meir, Y. y Bruckental, Y. (1994): Effects of a low energy diet followed by a compensatory diet on growth, puberty and milk production in dairy heifers. *Livestock Prod. Sci.* 39: 263.
4. Battista, P.J. y Condon, W.A. (1986): Serotonin-induced stimulation of progesterone production by cow luteal cells *in vitro*. *J. Reprod. and. Fert.* 76: 231.
5. Brinks, J.S. (1990): Improving reproductive efficiency (beef cattle). Proceedings of the fourth J.S. Davies Beef Research Forum, 2nd and 4th April. Adelaide, S.A. (Australia) pp. 1-12.
6. Burfening, P.J. (1979): Induction of puberty and subsequent reproductive performance. *Theriogenology.* 12: 215.
7. Convey, E.M. (1973): Neuroendocrine relationships in farm animals: A review. *J. Anim. Sci.* 37: 745.
8. Dobson, H. (1985): Effects of chronic treatment with a GnRH agonist on oestrus behavior and on the secretion of LH and progesterone in the ewe. *Theriogenology.* 24: 1.
9. Faure, R.; Alonso, J.C.; Tur, Zenaida; González, F.; García, Libertad y Fernández, O. (1982): Ensayo terapéutico con progesterona y benzoato de estradiol contra el anestro. *Rev. Salud Anim.* 4: 211.
10. Faure, R.; Fernández, O.; Gíl, A. y García, Libertad (1983): Inducción del estro en novillas anéstricas con dosis bajas de PMSG y progesterona. *Informe técnico. Dpto. Reprod. CENSA, La Habana.*

11. Faure, R.; Alonso, J.C.; Fernández, O.; González, F. y García, L. (1982): Inducción del estro mediante propionato de testosterona en novillas anéstricas. *Rev. Salud Anim.* 4: 201.
12. Faure, R. (1987): *Concentraciones de hormona luteinizante e inducción del estro en novillas anéstricas*. Tesis Dr.C., CENSA, La Habana.
13. Faure, R. (1992): Concentraciones de progesterona sérica e inducción de estro fértil con la inyección de dosis bajas de esta hormona en novillas anéstricas. *Rev. Salud Anim.* 18: 39.
14. Gil, F.A. (1984): Diagnóstico clínico y tratamiento hormonal del anestro en vacas y novillas. *Tesis C.Dr. Cienc.* CENSA. La Habana.
15. Gil Figueredo, C. y Faure, R. (1989): Aumento de la tasa de concepción mediante la inyección de Cloprostenol en estros inducidos con progesterona y estradiol en vacas y novillas Cebú. *Rev. Salud Anim.* 2: 173-78.
16. González, Noelia; Geerken, C.; Pedroso, R. y Lavandeira, L. (1986): Efecto de la suplementación mineral en la presentación de celo de novillas. *Resum. 5ta. Reun. ACPA.* La Habana.
17. González-Padilla, E.; Wiltbank, J.N. y Niswender, G.N. (1975): Puberty in Beef Heifers. I. the interrelationship between pituitary, hypothalamic and ovarian hormones. *J. Anim. Sci.* 40: 1091.
18. González-Padilla, E.; Niswender, G.F. y Wiltbank, J.N. (1975): Puberty in beef heifers. II Effect of injections of progesterone and estradiol - 17b on serum LH, FSH and ovarian activity. *J. Anim. Sci.* 40: 1105.
19. Hall, J.B.; Staigmiller, R.B.; Short, R.E.; Bellows, R.A.; MacNeil, M.D. y Bellows, S.E. (1997): Effect of age and pattern of gain on induction of puberty with a progestin in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 75: 1606.
20. Hall, J.B.; Schillo, K.K.; Fitzgeralds, B.P. y Bradley, N.W. (1994): Effects of recombinant bovine somatotropin and dietary energy intake on growth secretion of luteinizing hormone, follicular development, and onset of puberty in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 72: 709.
21. Hansen, P.J. (1985): Seasonal modulation of puberty and the post-partum anestrus in cattle: a review. *Livestock Prod. Sci.* 12: 309.
22. Hardin, L.F y Randel, H.J. (1983): Effect of plane of nutrition before and after 200 Kg of body weight on mammary development of prepubertal Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 79:1255.
23. Hoffman, P.C.; Brehm, N.M. y Price, S.G. (1996): Effect of accelerated post pubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 70: 2024.
24. Hunter, M.G.; Southee, B.J.; McLeod, B.J. y Haresing, W. (1986): Progesterone treatment has a direct effect on GnRH induced preovulatory follicles to determine their ability to develop into normal corpora lutea in anoestrus ewes. *J. Reprod. Fert.* 76: 349.
25. Kotwica, J. y Williams, G.L. (1982): Relationship of plasma testosterone concentration to pituitary ovarian hormone secretion during the bovine estrous cycle and the effects of testosterone propionate administered during luteal regression. *Biol. Reprod.* 27: 790.
26. Lalman, D.L.; Petersen, M.K.; Asotegui, R.P.; Tess, M.W.; Clark, C.K. y Wiley, J.S. (1993): The effects of ruminally undergradable protein, propionic acid, and monensin on puberty and pregnancy in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 71: 2843.
27. Lam, R.F. (1986): Contribución al estudio de los principales indicadores sanguíneos del metabolismo proteico y energético de hembras bovinas en desarrollo. *Tesis en opción al grado científico de candidato a Doctor en Ciencias Veterinarias.* ISCAH -CENSA. La Habana.
28. Larson, R.L.; Corah, L.R.; Spire, M.F. y Cochran, R.C. (1995): Effect of treatment with ivermectin on reproductive performance of yearling beef heifers. *Theriogenology.* 44:189.
29. Larson, C.L.; Miller, H.L.; Marshall, D.M. (1993): Effects of administering progesterone and GnRH on age at puberty in crossbred beef heifers. *South Dakota beef report.* No.93-10:40.
30. Laster, D.B.; Smith, G.M. y Gregory, K.E. (1976): Characterization of biological types of cattle IV.

- Postweaning growth and puberty of heifers. *J. Anim. Sci.* 43:63.
31. Legan, S.J.; I'Anson, H.; Fitzgerald, B.P.; Fitzovich, D. (1985): Does the seasonal increase in estradiol negative feedback prevent luteinizing hormone surges in anestrus ewes by suppressing hypothalamic gonadotropin releasing hormone pulse frequency? *Biology Reprod.* 33: 117.
 32. Manson, G.F. y Randel, H.J. (1987): Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 71: 3130.
 33. Mellin, T.N.; O'Shanny, W. J. y Busch, R.D. (1975): Induction of follicular growth and ovulation in prepubertal heifers and ewes with synthetic gonadotropin releasing hormone. *Theriogenology.* 4: 41.
 34. *Metodología de Balance Alimentario para el Ganado Vacuno en Cuba.* (1975): Ed. Orbe. Inst. Cubano del Libro. La Habana, pp.19.
 35. Motoroga, V. y Gavan, C. (1994): The puberty in heifers an important element in determination of efficiency in reproduction. *Lucrari Stiintifice (Romania)*: 339
 36. Nancarrow, C.D. y Radford, H.M. (1976): Response in ovariectomized cows to repeated injections of thyrotrophin releasing hormone (TRH) and to estradiol benzoate (OBD). *Theriogenology.* 6: 642. Abstr.
 37. Niezen, J.H.; Grieve, D.G.; McBride, B.W. y Burton, J.H. (1996): Effect of plane of nutrition before and after 200 Kg of body weight on mammary development of prepubertal Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 79:1255.
 38. Patterson, D.J.; Perry, R.C.; Kiracofe, G.H.; Belows, R.A.; Staigmiller, R.B. y Corah, L.R. (1992): Management Considerations in Heifer Development and Puberty. *J. Anim Sci.* 70: 4018-35.
 39. Patterson, D.J.; Corah, L.R.; Brethour, J.R.; Higgins, J.J.; Kiracofe, G.H. y Stevenson, J.J. (1992): Evaluation of Reproductive Traits in *Bos taurus* and *Bos indicus* Crossbred Heifers: Relationship of Age at Puberty to Length of the Postpartum Interval to Estrus. *J. Anim. Sci.* 70: 1994-99.
 40. Pérez, Arelys y Ramírez, J. (1986): Respuesta de novillas estabuladas a la suplementación con harina de soya o pienso en el período de seca. *Resum 5ta. Reun. ACPA.* La Habana.
 41. Portal, M.; Sierra, G.; Portal, Dulce; Contrera, F.; Pérez, J. y Portal, R. (1978): Estudio electroforético en suero de hembras bovinas tratadas con extractos pineales. *Resum. II Jorn. Cienc. Vet.* Villa Clara. Cuba. p. 37.
 42. Portal, M.; Contrera, F.; Rodríguez, R.; Román, R.; de Armas, Maricela y Portal, R. (1978): Inducción artificial del celo en hembras bovinas mediante suero antipineal. *Resum II Jorn. Cienc. Vet., Villa Clara. Cuba.* p. 25.
 43. Portal, M.; Contrera, F.; Cabrera, E.; Portal, A.; Martínez, G.; Hernández, J. y Portal, R. (1978): Inducción artificial del celo en hembras bovinas (novillas) comparando diferentes trataminetos. *Resum II Jorn. Cienc. Vet., Villa Clara. Cuba.* p. 22.
 44. Prendiville, D.J.; Enright, W.J.; Crowe, M.A.; Vaughan, L. y Roche, J.F. (1995): Immunization of prepubertal beef heifers against gonadotropin-releasing hormone: immune, estrus, ovarian and growth responses. *J. Anim. Sci.* 73: 3030.
 45. Purvis, H.T. y Whittier, J.C. (1996): Effects of ionophore feeding and anthelmintic administration on age and weight at puberty in spring - born beef heifers. *J. Anim.. Sci.* 74:736.
 46. Restall, B.J.; Radford, H.M.; Wallace, A.L.C. (1972): Response of lactating ewes to injection of oestradiol benzoate or testosterone propionate. *J. Reprod. Fertil.* 28: 164 Abstr.
 47. Rhodes III, R.C.; Randel, R.D. y Harms, P.G. (1978): Reproductive studies of Brahman cattle IV. Luteinizing hormone levels in ovariectomized Brahman, Brahman x Hereford and Hereford cows following a 20 mg dose of estradiol - 17b. *Theriogenology.* 10: 429.
 48. Schillo, K.K.; Hansen, P.J.; Kamwanja, L.A.; Dierschke, D.L. y 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.

49. Schoppec, P.D.; Armstrong, J.D.; Harvey, R.W.; Washburn, S.P.; Felix, A. y Campbell, R.M. (1995): Endocrine and ovarian response to exogenous estradiol-17 beta in 6-month old heifers previously immunized against growth hormone releasing factor. *J. Anim. Sci.* 73: 2071.
50. Schoppec, P.D.; Armstrong, J.D.; Harvey, R.W.; Whitacre, M.D.; Felix, A. y Campbell, R.M. (1996): Immunization against growth hormone releasing factor or chronic feed restriction initiated at 3.5 months of age reduces ovarian response to pulsatile administration of gonadotropin-releasing hormone at 6 months of age and delays onset of puberty in heifers. *Biology Reprod.* 55: 87.
51. Seoane, M. y Bravo, M. (1986): Utilización de GnRH en novillas anéstricas. Estudio Preliminar. *III Congr. Med. Vert.* Libro Res., Res. 64. La Habana.
52. Spitzer, J.C. (1982): Pregnancy rate in peripuberal beef heifers following treatment with Syncromate-B and gonadotropin releasing hormone. *Theriogenology.* 17:373.
53. Stanisiewski, E.P.; Ames, N.K.; Chaplin, L.T.; Blaze, C. y Tucker, H.A. (1986): Effect of pinealectomy on prolactin and testosterone concentrations in plasma of bull calves exposed to 8 or 16 hours of light per day. *J. Dairy Sci.* 69 (Suppl. 1) p. 166 (abstr.)
54. Tanaka, Y.; Vincent, D.L.; Ledgerwood, K.S. (1995): Variable progesterone response and estradiol secretion in prepubertal beef heifers following treatment with norgestomet implants. *Theriogenology.* 43:1077.
55. Vorstermans, J.P.M. y Walton, J.S. (1985): Effects of intermittent injections of gonadotropin realizing hormones at various frequencies of the release of luteinizing hormone and ovulation in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 8:335.
56. Were, J.F. y Brinks, J.S. (1986): Relationships of age at puberty with growth and subsequent productivity in beef heifers. *Proc. West sect Am. Soc. Anim. Sci.* 37: 300.
57. Zamora, A. y González, Amparo (1986): Efecto del nivel de suplementación en la ganancia diaria y comportamiento reproductivo de novillas Holstein en pasto estrella. Primera Réplica 1982-83. *Resum. 5ta. Reunión ACPA.* La Habana.
58. Zamora, A.; Elias, A. y Zarragoitia, L. (1985): Comportamiento de novillas lecheras en pasto pangola (*Digitaria decumbens* Stent) con diferentes cargas. I. Primer año iniciado en la época de seca. *Rev. Cub. Cienc. Agric.* 19: 247.
59. Zaied, A.A.; Garverick, H.A.; Bierschwal, C.J.; Elmore, R.S.; Youngquist, R.S. y Sharp, A.J. (1980): Effects of ovarian activity and endogenous reproductive hormones on GnRH – induced ovarian cycles in postpartum dairy cows. *J. Anim. Sci.* 50(3): 508.

(Recibido 28-9-2001; Aceptado 16-5-2002)