

PUBERTAD EN NOVILLAS DE LA RAZA ESPAÑOLA AVILEÑA-NEGRA IBÉRICA

Puberty in Heifers of the Spanish Breed Avileña-Negra Ibérica

Carlos González Stagnaro^{1*} y Julio de la Fuente Martínez²

¹ Instituto de Producción Animal, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. E-mail: *cagonzalez@fa.luz.edu.ve

² Centro de Investigaciones Tecnológicas, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA), Departamento de Reproducción Animal. Madrid, España.

RESUMEN

Durante tres estaciones de año (primavera, otoño y primavera) se estudió la edad (EP) y peso (PP) de pubertad en 54 novillas de la raza Avileña Negra-Ibérica variedad bociblanca (raza española cárnica con denominación de origen, en peligro de extinción) pertenecientes a un rebaño explotado en extensión ubicado en Puerto del Pico (1600 msnm), Ávila (España). Las novillas fueron incorporadas cuando alcanzaron 260 kg (55% del peso adulto) y evaluadas por vía rectal cada 7 a 10 días aplicando el Calificativo del Tracto Reproductivo (CTR). Un total de 426 observaciones fueron analizadas para clasificar CTR y el Índice Ovárico (IO). CTR se calificó entre 1 (infantil) y 5 (cíclico) según los diámetros y características del cérvix, útero y ovarios e IO fue el producto de las dimensiones ováricas (largo x ancho x grosor). Todos los valores fueron confirmados por los niveles plasmáticos de progesterona (P_4). La P_4 prepuberal y puberal promediaron $0,34 \pm 0,28$ vs. $2,42 \pm 2,0$ ng/mL ($P < 0,01$). IO mostró una correlación significativa con P_4 ($r=0,86$; $P < 0,01$). $CTR > 4$, $IO > 4$ y $P_4 > 0,5$ ng/mL. se consideraron indicativos del inicio de la pubertad y estuvieron correlacionados con peso corporal, diámetros genitales y un cuerpo lúteo activo ($P < 0,01$). El EP varió entre 273 y 510 días (media, $362,6 \pm 27,6$ días) con promedios y desviación estándar para las tres estaciones de $374,9 \pm 28$; $384,5 \pm 57$ y 332 ± 28 días ($P > 0,05$), siendo menor en la última estación, influenciada por efectos ambientales ($P > 0,05$). El PP fluctuó entre 240-390 kg (media $310 \pm 32,6$ kg) con promedios de $319,3 \pm 23$; $307,4 \pm 35$ y $304,8 \pm 37$ kg para las tres estaciones ($P < 0,05$). El ANOVA mostró efecto significativo de edad y peso al destete (PD) sobre EP ($P < 0,01$), así como sobre PP, CTR y GDP (ganancia diaria de peso) destete-pubertad ($r=0,9918$; $CV=3,97\%$). El EP se alcanzó a los 445 días en novillas incorporadas con CTR 1

disminuyendo hasta 353 y 337 días en novillas incorporadas con CTR 4 y 5, respectivamente ($P < 0,01$), mientras que el IO incrementó 180% desde 0,9 a 2,6 en el ovario activo a la pubertad. El coeficiente de correlación de Pearson mostró significancia ($P < 0,01$) entre EP con PP y EP con GDP destete-pubertad. El PP se correlacionó con la estación y el peso al destete ($P < 0,01$). El CTR e IO fueron valiosos indicadores del desarrollo peripuberal del tracto genital, asociándose positivamente con el inicio de la pubertad y de la ciclicidad ovárica.

Palabras clave: Raza Avileña-Negra Ibérica, pubertad, calificativo del tracto reproductivo, índice ovárico, progesterona.

ABSTRACT

During three annual seasons (spring, fall, spring), age (PA) and body weight (BWP) at puberty in 54 Avileña Negra-Ibérica heifers bociblanca variety (spanish meat breed with origin denomination and in danger of extinction) were studied. The animals were under an extensive management system, located in Puerto del Pico (1600 mosl), Avila-Spain. The heifers were introduced when reached 260 kg (55% of adult weight) and evaluated by rectal palpation each 7 to 10 d applying the Reproductive Tract Score (RTS). A total of 426 observations were analyzed to classified RTS and ovarian index (OI); RTS was classify between 1 (acyclic) to 5 (cyclic) according to diameters and characteristics of cervix, uterus and ovaries. Ovarian Index (OI) was the product of the ovarian wide x large x deep. All the values were confirmed by plasmatic progesterone levels (P_4). Prepubertal and pubertal P_4 averaged 0.34 ± 0.28 vs. 2.42 ± 2.0 ng/mL. A significant correlation between OI and P_4 was observed ($r=0,86$; $P < 0.01$). $RTS > 4$, $IO > 4$ and $P_4 > 0.5$ ng/mL were indicative of onset of pubertal activity and was correlated with body weight, genital diameters and an active corpus luteum ($P < 0.01$). PA varied between 273 and 510 days (mean, 362.6 ± 27.6 days), with

averages and standard deviation for the three seasons of 374.9 ± 28 , 384.5 ± 57 and 332 ± 28 days; being lower in the last period; this lowest EP was influenced by the environmental effects ($P > 0.05$). PP ranged between 240-390 kg (mean, 310 ± 32.6 kg) and was 319.3 ± 23 , 307.4 ± 35 and 304.8 ± 37 kg for the three seasons, respectively. ANOVA showed significant effects of age and body weight at weaning (WBW) on PA ($P < 0.01$), such as PW, RTS and DWG (daily weight gain) between weaning-puberty ($r = 0.9918$; $CV = 3.97\%$). PA decreased from 445d in heifers incorporate to service with RTS 1 to 353 and 337 days for RTS 4 and 5 respectively ($P < 0.01$), while OI increased 180% from 0.9 to 2.6 in the active ovary at puberty. The Pearson correlation coefficients were significant ($P < 0.01$) between PA and PW; PA with DWG weaning-puberty. PW was correlated with seasons and, weaning weigh ($P < 0.01$ RTS and OI were valuable indicators of the genital tract peripubertal development, and positively associated with the onset of puberty, and the ovarian cyclicity.

Key words: Avileña-Negra Ibérica breed, puberty, reproductive tract score, ovarian index, progesterone.

INTRODUCCIÓN

La raza Avileña Negra-Ibérica es una agrupación de ganado autóctono de las serranías centrales de la península española (*Bos taurus ibericus*), que se caracteriza por su color negro, tamaño medio, rusticidad, facilidad de marcha, especialidad carnicera y aptitud de trabajo [16]; antes fue denominada raza Serrana en base a su desarrollo en un encuadre montañoso seco y de difícil orografía que limitan las potencialidades forrajeras en tiempo y espacio. El Censo de 1978 señalaba un total cercano a las 150 mil cabezas, con alrededor de 60% de reproductoras [3], las cuales han venido disminuyendo en los últimos años, por lo que la Avileña en su variedad bociblanca se considera dentro del grupo de razas en peligro de extinción [3]. El peso vivo medio en las hembras adultas es de 550 kg, variando en los machos entre 800-1000 kg [16].

Este animal es un valioso recurso de la ganadería bovina española que debe protegerse y mejorar en su productividad y en especial, en su eficiencia reproductiva [3]. Escasos estudios técnicos se han realizado en la raza Avileña debido a su crianza extensiva y a la habitual estacionalidad de los servicios realizados por monta natural en libertad con sementales propios, expresada en épocas determinadas de forma que los nacimientos coincidan con las fases de mayor cantidad y calidad de pastos [16]. Aunque se mantienen rebaños puros, en algunas ganaderías se han introducido cruzamientos para cambiar los objetivos productivos, adoptando incluso el cruce industrial de carne utilizando razas especializadas como la Limousine, logrando un ternero pesado y precoz de 180 a 220 kg al destete, que se efectúa entre los seis y los ocho meses, dependiendo de la estación, saliendo al mercado al terminar la disponibilidad herbácea [20].

La Edad de Pubertad (EP) es un importante componente de la eficiencia reproductiva que se ha relacionado con un menor intervalo generacional y que responde a la selección y a la mejora del manejo [1]. La alimentación constituye un factor decisivo para el mantenimiento de la actividad reproductiva, habiéndose comprobado que una deficiente tasa de crecimiento atrasa la edad de pubertad, el primer servicio y el primer parto [10, 17, 18].

La determinación del volumen y de las dimensiones ováricas mediante examen rectal, criterios antes usados para identificar el estado de ciclicidad y de gestación en las vacas [9, 15] o para precisar el número de cuerpos lúteos en vacas superovuladas [13] ha sido superada con más exactitud y seguridad por la evaluación de los niveles circulantes de progesterona [2, 5] y por la aplicación de la ultrasonografía en tiempo real [12]. No obstante, ante la ausencia, costos y exigencias de estas herramientas de avanzada, la palpación rectal hace posible adoptar el sistema del Calificativo del Tracto Reproductivo (CTR). Se ha comprobado que el CTR asocia positivamente al volumen y desarrollo morfométrico uterino y ovárico con el inicio de la pubertad y con la eficiencia reproductiva, tanto en novillas de razas cárnicas [1] como en novillas mestizas tropicales [7, 8], incluso, el CTR permite identificar y predecir las novillas con mayor potencial de respuesta a las técnicas de sincronización del estro [6].

La EP es difícil de determinar en explotaciones extensivas, de ahí la importancia de comprobar la utilidad del CTR y del Índice Ovárico (IO) para precisar el inicio de la pubertad en novillas Avileñas y caracterizar su incorporación al servicio reproductivo. Dentro de ese contexto, CTR e IO han mostrado ser valiosos indicativos de los cambios morfológicos y endocrinos relacionados con el crecimiento folicular y el desarrollo de un cuerpo lúteo activo (CL) presentes en esa fase reproductiva [11], señalando el inicio de la pubertad, como lo han señalado trabajos previos en novillas mestizas tropicales [7]. Aunque se ha sugerido un servicio fértil entre 24 a 28 meses (m) y aún entre 20 a 26 m bajo pastoreo natural [20], no existen reportes sobre las modificaciones del tracto genital al inicio de la pubertad y su relación con la EP en las novillas Avileñas.

Este trabajo tuvo como objetivo general demostrar las posibilidades de la aplicación del CTR e IO para identificar el inicio de la pubertad en novillas de la raza Avileña-Negra Ibérica. Para ello se señalaron los siguientes objetivos específicos: 1) Determinar la EP y el peso de pubertad (PP) en tres estaciones del año, utilizando el CTR determinado por palpación rectal y confirmado por los niveles plasmáticos de progesterona (P_4); 2) A partir de las primeras observaciones durante las etapas prepúber y puberal, elaborar una Tabla de la variación del CTR y del Índice Ovárico (IO), incluyendo su relación con los niveles de P_4 ; 3) En relación con cada estación, comparar los cambios de la condición corporal (CC) y de los diámetros del cérvix y cuernos uterinos entre las fases prepúberal y puberal; 4) Precisar los cambios del IO en el ovario activo al inicio de la pubertad y, 5) Destacar el efecto de la ganancia diaria de peso (GDP) sobre EP y sus correlaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una explotación extensiva ubicada en el Puerto del Pico (1600 msnm), en la Sierra de Gredos propiedad de la Diputación de Ávila, en España, se estudio durante tres estaciones del año, la edad de pubertad (EP) en 54 novillas prepúberales de la raza Avileña Negra-Ibérica, caracterizada por mostrar una actividad sexual estacional y producción cárnica con denominación de origen cuya variedad bociblanca se encuentra en peligro de extinción [3, 16]. Se analizaron 16 becerras nacidas en primavera, marzo-mayo (estación I), 21 nacidas en otoño, septiembre-noviembre (estación II) y 17 nacidas en primavera (estación III), con temperaturas y precipitación promedio entre 6 a 14°C y 15,9 a 26,4 mm en primavera y 13,6 a 8,6°C y 15,1 a 35,1 mm en otoño, respectivamente [4]. La crianza era de tipo extensiva pastoreando en espacios naturales con matorrales de leguminosas formado de *Cytisus oromediterraneus*, *Cytisus multiflorus*, *Cytisus scoparius*, *Genista scorpius*, *Adenocarpus* spp. entre otras, además de pastizales psicroxerófilos adaptados a esa altura como *Agrostis truncatula*, *Festuca indigesta* s.l. o *Plantago alpina* (M. Monleón. 1999, Diputación de Ávila. Comunicación personal).

Las becerras disponían *ad libitum* de alimento compuesto de iniciación con 14,5% de proteína bruta (PB) hasta el destete, a partir del cual recibían alrededor de 2 kg de alimento compuesto (15% PB) y 3 kg diarios de paja de cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*avena sativa*) y trigo (*Triticum aestivum* L.). En las becerras incorporadas se determinó visualmente la Condición Corporal (CC) en fracciones de 0,33 entre 1 (muy delgada) y 5 (muy gorda). Los animales fueron pesados al nacer, al destete, y cada mes hasta el momento de la pubertad; con esos datos se calculó la ganancia de peso (GDP) entre nacimiento destete y destete-pubertad. Para el pesaje se utilizó una báscula portátil electrónica IPASA-CV275F, España.

Las becerras permanecieron de manera constante en los potreros, libres de la presencia de machos y solo eran recogidas cada 7 a 10 días para su exploración y muestreo; en ningún caso se consideró la observación habitual del estro. Con esos intervalos, el tracto genital se examinó mediante palpación rectal, a partir de 42; 178 y 67 días posdestete en las tres estaciones anuales evaluadas, primavera, otoño y primavera, una vez que las novillas alcanzaron los 260 kg (55% del peso adulto); el atraso en los exámenes durante la estación otoñal fue debida a la menor calidad de los pastizales consumidos. Se midieron los diámetros y las características del cérvix, cuernos uterinos y ovarios, a la vez que se precisó la presencia de folículos F₁ (<8 mm), F₂ (8-12 mm) y F₃ (>12 mm) o de cuerpos lúteos CL₁ (<10 mm), CL₂ (10-15 mm) y CL₃ (>15 mm). Para calcular el IO se tomaron las medidas de los tres diámetros de cada ovario activo (longitud, ancho y grosor). Al mismo tiempo, se colectaron muestras de sangre obtenidas de la vena coccígea de cada hembra, utilizando tubos vacutainer® heparinizados; el plasma se separó por centrifugación 1500 g, por 15 min), utilizando una centrífuga P Selecta Cen-

tronic S-577, España conservándose en congelación a -20°C (congelador Liebherr Premium, Alemania) hasta la determinación de los niveles plasmáticos de P₄ mediante la técnica de radioinmunoensayo (RIA).

Radioinmunoanálisis (RIA) de Progesterona (P₄)

La determinación de las concentraciones plasmáticas de P₄ fue realizada según una técnica de RIA desarrollada en el laboratorio de Radioinmunoanálisis del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Laboratorio de Reproducción Animal, Madrid, España (INIA), en Madrid [14]. Los esteroides utilizados como antígenos marcados y no marcados fueron: Progesterona 1, 2, 6, 7 – 3H, 80-110 Ci-nmol (Radiochemical Center, Amersham) y 4-Pregnen-11,3-20 diona (Steraloide Inc, Wilton N). Los anticuerpos específicos utilizados en la reacción inmunológica fueron el suero anti-progesterona de oveja (*Ovis aries*) cedido por el Dr. RL Butcher, West Virginia University, EUA, utilizando en el análisis final una dilución de 1/1.100 en tampón fosfato 0,04 M y pH de 7,0. Para la reacción inmunológica se añadió 100 µL de tampón fosfato (0,04M, pH 7,0), 100 µL del anticuerpo anti-P₄ a la dilución 1 (1.100 y 10 µL de P₄ radioactivo. Los coeficientes de variación intra e interensayo fueron 8,2 y 11,4%, respectivamente [2, 14].

Análisis de Calificativo del Tracto Reproductivo (CTR) e Índice Ovárico (IO)

El CTR en novillas Avileñas fue calculado usando una escala de 1 (tracto infantil) a 5 (cíclico), para lo cual se realizaron 416 observaciones en animales a partir de su incorporación al servicio natural con un peso entre 290 y 330 kg. [6, 7]. El CTR se determinó por palpación rectal del cérvix, cuernos uterinos, ovarios y estructuras ováricas, folículos y cuerpo lúteo (CL). Para apreciar los cambios de volumen ovárico se calculó el IO (largo x ancho x grosor, en centímetros) [8]. EP se estableció por palpación rectal (TABLA I), al alcanzar CTR > 4, IO > 4 y niveles de P₄ > 0,5 ng/mL. de P₄, como indicativos del inicio de la actividad ovárica, presencia de CL y la existencia de un primer estro ovulatorio [1, 8]. A la vez, se determinó el peso corporal y se calificó visualmente la CC entre 1 (muy delgada) y 5 (muy grasa) en fracciones de 0,33 [5]. Los hallazgos de cada exploración rectal se relacionaron con los niveles de P₄ hasta que se logró una coincidencia positiva de CTR e IO > 4 y P₄ > 0,5 ng/mL. en dos exámenes consecutivos.

Análisis estadístico

Para determinar EP y PP se realizó una comparación entre medias y desviación estándar de cada estación del año o experiencia analizada; la "t" de Student se utilizó para determinar la significancia de las diferencias entre las medias. Se aplicó ANOVA, análisis de varianza-covarianza mediante mínimos cuadrados a través del GLM del paquete estadístico SAS 2003 [19], procesados en una matriz de correlaciones de Pearson, tomando en consideración el PP, CC, GDP destete-pubertad, CTR e IO. El análisis de varianza para EP, aplicó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + V_l + G_j + VP_{ij} + eijk$$

donde:

Y_{ijk} = es la edad de pubertad (días) para la estación i, vaca l y GDPj.

E_i = es el efecto de la estación i.

$V_{l(ij)}$ = es el efecto de la vaca l, dentro de la estación i.

G_j = es el efecto de la ganancia diaria de peso destete-pubertad j.

VP_{ij} = es la interacción entre vaca l y estación j.

$eijk$ = Corresponde al error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variaciones morfométricas de los genitales y su relación fisiológica con los niveles de P_4 permitieron comprobar las ventajas de utilizar el modelo de CTR en novillas Avileñas y confirmar su vinculación con los niveles de P_4 y su variación en relación con el inicio fisiológico de la pubertad. Los datos recopilados en las novillas incorporadas al servicio, a lo largo de las tres estaciones permitieron elaborar una tabla (TABLA I), la cual muestra que las características del CTR en novillas Avileñas fueron muy semejantes a los datos reportados en novillas de carne [1] y en novillas mestizas doble propósito [7, 8]. Para el análisis del CTR y del IO en novillas Avileñas se utilizaron un total de 416 observaciones en animales incorporados al servicio entre 290 y 330 kg., usando una escala de 1 (tracto infantil) a 5 (tracto cíclico) [6, 7], con una variación entre 2 y 8 observaciones y muestreos por animal. Un CTR > 4 y un IO > 4 mostraron ser indicativos, tanto de un mayor volumen ovárico como de la presencia de folículos desarrollados o maduros (F_2 o F_3) y de un CL activo de mayor tamaño (CL_2 o CL_3) acompañados de niveles suprabasales de P_4 (medias, 0,85 a 2,3 ng/mL) los cuales estuvieron positivamente relacionados con la ciclicidad ovárica y con el inicio de la pubertad. La evaluación del CTR a la primera observación analizada sobre 88 datos al momento de la incorporación (290-330 kg) mostró que, animales con CTR 1 demoraron alrededor de 3-3½ m

(108 y 93 días) para alcanzar el CTR deseado de 5 ó 4, coincidente con la pubertad, es decir, estaban un 25% más atrasadas que aquellas que mostraban un CTR de 5 y un IO >4. Novillas con CTR 3 a la primera observación apenas necesitaron 2-3 semanas para ser púberes (TABLA II), mientras que aquellas que se incorporaron con menor peso y CTR a la experiencia requirieron completar su crecimiento para alcanzar el PP.

TABLA II
EDAD DE PUBERTAD CALCULADA A PARTIR DE LA PRIMERA EVALUACIÓN DEL CALIFICATIVO DEL TRACTO REPRODUCTIVO (CTR) EN NOVILLAS AVILEÑAS CONTEMPORÁNEAS (88 observaciones)

CTR a la 1 ^{era} observación	N° de observaciones	Edad de pubertad (días)
1	20	445,5 ^a
2	30	380,7 ^b
3	17	363,3 ^b
4	12	352,8 ^b
5	9	337,2 ^{bc}

Peso a la 1^{era} observación: 290-330 kg

^{a-b b-c} P <0,05 ^{a-c} P<0,01.

Estos datos confirman observaciones previas en novillas tropicales, en las cuales los CTR más elevados estuvieron incluso acompañados de una mayor fertilidad [8], lo que favorece que se logre un elevado potencial de respuesta de ciclos fértiles cuando las novillas son incorporadas a los sistemas de sincronización hormonal de la actividad reproductiva [6]. Al inicio de la experiencia en animales jóvenes a partir de un peso de incorporación de 290 kg de peso, se observó una mayor frecuencia de CTR de 4 ó 5, al igual que de un IO > 4 constituyó una demostración de un inicio temprano de la pubertad expresado por el desarrollo luteal y del establecimiento de la ciclicidad ovárica, hecho que resulta muy evidente cuando se compara con el comportamiento en distintos grupos de novillas contemporáneas.

En las Avileñas no se observó un incremento de la CC en relación con la pubertad aunque si fueron evidentes los

TABLA I
CALIFICACIÓN DEL TRACTO REPRODUCTIVO (CTR) EN NOVILLAS PERIPUBERALES DE LA RAZA AVILEÑA NEGRAIBÉRICA (Elaborada a partir de 426 observaciones en becerras incorporadas al servicio)

Calificativo Tracto Reproductivo	Diámetros (mm)		Diám. ováricos (mm)			Estructuras		P_4 ng/mL	Índice ovárico
	cérvix	útero	L	A	G	F	CL		
1 Inactivo	6-10	6-8	10	8	6	-	-	-	<0,6
2 Inmaduro	10-12	8-10	12	10	8	F_1	-	-	0,6-1,0
3 En desarrollo	12-16	12-14	16	12	10	F_1	CL_1	<0,5	1,0-2,0
4 Activo	14-18	14-16	20	14	12	F_2	CL_2	0,5-1,0	2,0-4,0
5 Cíclico	>20	>16	>20	16	12	F_3	CL_3	>1,0	>4,0

Diámetros ováricos: L (longitud) x A (ancho) x G (grosor). Folículos (F): F_1 = < 8mm; F_2 = 8-12 mm; F_3 > 12 mm. Cuerpo lúteo (CL): CL_1 = < 10 mm; CL_2 = 10-5 m; CL_3 >16 mm.

cambios morfológicos del cérvix y del útero, los que estuvieron altamente correlacionados con el momento de pubertad en las tres estaciones ($r=0,81$; $P<0,01$); ambos, cérvix y cuernos uterinos mostraron una evolución muy significativa durante la etapa peripuberal y cambios muy notorios al inicio de la pubertad (TABLA III). El diámetro de la cérvix fue significativamente diferente entre la fase prepúber y la pubertad ($1,21 \pm 0,1$ vs $1,58 \pm 0,2$ cm; $P<0,05$), siendo altamente significativa la variación del diámetro del cuerno uterino entre ambas fases ($0,99 \pm 0,1$ vs $1,38 \pm 0,2$ cm; $P<0,01$).

La correlación entre IO y P_4 fue elevada ($r=0,86$) en las tres estaciones evaluadas ($P<0,01$) demostrando su vinculación con un CL desarrollado y con la presencia de actividad cíclica, como se ha señalado en la TABLA I. Esta actividad estuvo vinculada con los cambios de volumen en uno de los ovarios, sin que se aprecie una habitual similar respuesta del ovario opuesto (TABLA IV). El ovario activo al momento de la pubertad mostró un IO significativamente superior al IO del mismo ovario en la etapa prepúber ($P<0,01$), duplicando y casi triplicando el IO ($1,20 \pm 0,58$ vs $2,94 \pm 1,71$; $P<0,01$), mostrándose una relación similar entre el ovario activo y el que permaneció inactivo. Tampoco se apreciaron diferencias en el IO entre el ovario pre-puberal y el ovario inactivo, a pesar de un ligero mayor IO en la época prepúber. La variación de volumen entre el inicio de la ciclicidad como signo de pubertad y las observaciones previas, atribuibles a la actividad en el ovario cíclico activo mostró un incremento del 188% ($P<0,01$). Al inicio de la

pubertad, el ovario derecho mostró una mayor actividad cíclica que alcanzó una proporción de 3:1 superior a la del ovario izquierdo, corroborando reportes en novillas lecheras y mestizas [8, 9, 15].

Las novillas fueron destetadas con pesos y edades muy dispares. Los pesos de destete mantuvieron un rango de 111 a 305 kg, y estuvieron relacionados con variaciones en el manejo de las hembras nacidas en las distintas estaciones, muy vinculadas con la calidad de los pastos y con la temperatura ambiental. Sin embargo, no se observaron diferencias en la GDP entre nacimiento y destete (media, 732 g/día), como tampoco entre destete y la pubertad (media, $783,3 \pm 143$ g/día); sin embargo, los rangos de EP y PP variaron entre 273 y 510 m y 240-390 kg. (TABLA V). Un significativo mayor PP se logra con las GDP logradas entre destete y pubertad que entre nacimiento y destete ($P<0,01$), apoyados por un mayor aprovechamiento del suplemento nutricional. Una rápida GDP es favorable para alcanzar una EP más temprana y con mayor PP que las novillas que crecen más lento [4].

Al comparar las distintas estaciones del año evaluadas, no se observaron diferencias de la EP y el PP exhibiendo medias de $362,6 \pm 45,0$ días y $310,3 \pm 32,6$ kg (TABLA V). A pesar que en este tipo de explotación extensiva, la alimentación en pastoreo está influenciada por el cambio climático, presencia de lluvias como de nieve y vinculada con la disponibilidad de alimento en cada ambiente, el hecho de que los animales recibie-

TABLA III
EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL Y DEL DIÁMETRO DE LA CÉRVIX Y CUERNOS UTERINOS EN NOVILLAS AVILEÑAS ENTRE EL PERÍODO PREPÚBER Y EL INICIO DE LA PUBERTAD

Estación Reproductiva	N° de observaciones	Condición Corporal (1-5)		Diámetro del cérvix (cm)		Diámetro de los cuernos uterinos (cm)	
		Prepúber	Púber	Prepúber	Púber	Prepúber	Púber
I	26	$3,4 \pm 0,5$	$3,0 \pm 0,5$	$1,38 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,2^a$	$1,8 \pm 0,2^c$
II	30	$3,1 \pm 0,4$	$2,9 \pm 0,5$	$1,16 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1^a$	$1,2 \pm 0,1^b$
III	32	$2,8 \pm 0,5$	$2,8 \pm 0,5$	$1,11 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,1^a$	$1,2 \pm 0,2^b$
Promedio	88	$3,1 \pm 0,3^a$	$2,9 \pm 0,4^a$	$1,21 \pm 0,1^a$	$1,58 \pm 0,2^a$	$0,99 \pm 0,1^a$	$1,38 \pm 0,2^c$

Diferencias entre promedios prepúber y púber por estación ^{a-b} $P < 0,05$ ^{a-c-d-f} $P < 0,01$.

TABLA IV
CAMBIOS EN EL ÍNDICE OVÁRICO DURANTE EL PERÍODO PERIPUBERAL EN NOVILLAS AVILEÑAS

Estación reproductiva	N° de observaciones	Índice Ovárico (IO)			
		Ovario activo		% de Incremento	Ovario inactivo
		Pre-púber	Púber		
I	26	$1,76 \pm 1,16^a$	$3,45 \pm 1,69^c$	197%	$0,94 \pm 0,45^a$
II	30	$0,95 \pm 0,71^a$	$2,58 \pm 1,32^c$	172%	$0,91 \pm 0,50^a$
III	32	$0,97 \pm 0,49^a$	$2,88 \pm 2,06^c$	197%	$0,80 \pm 0,36^a$
Promedio	88	$1,20 \pm 0,58^a$	$2,94 \pm 1,71^c$	188%	$0,88 \pm 0,41^a$

Índice Ovárico (IO) = L (longitud) x A (ancho) x G (grosor) de los ovarios.

Diferencias entre ovario prepúber y puberal y entre ovarios activos e inactivos ^{a-c} $P < 0,01$.

TABLA V
EDAD Y PESO DE PUBERTAD DETERMINADA POR EL CALIFICATIVO DEL TRACTO REPRODUCTIVO Y CONFIRMADA POR LOS NIVELES PLASMÁTICOS DE PROGESTERONA EN NOVILLAS AVILEÑA-NEGRA-IBÉRICA

Estación	N° de observaciones	GDP (g/d) destete-pubertad	Edad de pubertad *		Peso de pubertad *	
			Medía ± DE	Rango	Medía ± DE	Rango
I (primavera)	26	795,7 ± 113 ^a	374,9 ± 28,2 ^a	328-421	319,3 ± 23,5 ^a	289-358
II (otoño)	30	725,4 ± 157 ^a	384,5 ± 56,8 ^a	321-510	307,4 ± 34,8 ^a	240-340
III (primavera)	32	780,5 ± 254 ^a	332,0 ± 27,6 ^a	273-385	304,8 ± 36,9 ^a	240-390
Promedio	88	783,3 ± 143	362,6 ± 45,0	273-510	310,3 ± 32,6	240-390

GDP: Ganancia diaria en peso corporal. * P>0,05.

TABLA VI
ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON PARA EDAD Y PESO DE PUBERTAD EN NOVILLAS AVILEÑA-NEGRA-IBÉRICA

Variable	Peso de pubertad	Edad de destete	Peso de destete	GDP destete-pubertad	GDP nacimiento-destete
Edad de pubertad	0,43*	-0,043	-0,176	-0,50*	-0,175
Peso de pubertad		0,17	0,48*	0,023	0,613

* P < 0,05.

ran alimento concentrado suficiente para satisfacer sus necesidades, anuló cualquier posible efecto de la estación entre las experiencias. El mantenimiento de la CC a través de este estudio demostró el efecto de la alimentación proporcionada.

De tal manera que, la EP promedió 12,3; 12,6 y 10,9 meses en las tres experiencias (media, 11,9 m), siendo ligeramente menor (P>0,05) en las nacidas en época III (primavera), efecto vinculado a la menor calidad de los pastos (TABLA V). Esta diferencia se atribuyó a una estación climática menos rigurosa y al menor lapso entre destete y pubertad. Tampoco estas diferencias no fueron significativas para PP (media 310 ± 32,6 kg), edad que sin embargo fue ligeramente inferior a las reportadas para novillas de carne, explotadas en montaña y Pardo-Suiza en España [17, 18]. Esos hallazgos se confirman con los resultados del análisis de varianza para PP que muestran una significativa relación con EP (P<0,01) y GDP destete-pubertad (P<0,01), al igual que con la estación (P<0,01). Por otro lado, los coeficientes de correlación de Pearson destacan las correlaciones entre EP y PP (P<0,01), EP y GDP destete-pubertad (P<0,01) y de PP con el peso al destete (P<0,01) (TABLA VI).

Los niveles de P₄ hallados confirman lo señalado por el desarrollo genital y por la CTR; los niveles basales < 0,05 ng/mL. en el periodo prepúber incrementaron a 1,40 ± 2,57 al primer ciclo, con un pico de 2,42 ± 2,0 ng/mL como una demostración de la presencia habitual de un CL y de una fase luteal normal. En el 25% de las novillas se observaron ciclos cortos con bajos niveles temporales de P₄ (0,8 ± 0,2 ng/mL).

CONCLUSIONES

Esta experiencia demostró que en las novillas Avileñas es posible determinar el inicio de la actividad reproductiva mediante la aplicación del CTR e IO. Ambos índices mostraron ser valiosos indicadores del desarrollo peripuberal normal del tracto genital, al estar asociados en forma directa con el inicio de la función ovárica cíclica y con la pubertad. Las Avileñas exhiben un comportamiento estacional con ciclos en primavera y menos frecuentes en otoño. La EP promedió 12,3; 12,6 y 10,9 meses en primavera-otoño-primavera (media: 11,9 m), siendo ligeramente más temprana (P<0,05) en las nacidas en una época primaveral menos rigurosa y a un menor lapso entre destete y pubertad (estación III). La EP se relacionó con PP y ambos con la GDP destete-pubertad. El inicio de la pubertad se evidencia con CTR > 4,0 e IO > 4,0, los cuales coinciden con niveles plasmáticos de P₄ > 0,5 ng/mL y con una óptima CC. Estos resultados permiten seleccionar las novillas que alcanzaron el peso crítico y un CTR > 4,0 para ser incorporadas al servicio. La calidad y la continuidad de la oferta nutricional regulan la GDP, la cual se correlacionó en forma directa con EP, PP y estacionalidad de los ciclos (P<0,01). El hecho que las novillas recibieran alimento concentrado disminuyó cualquier efecto de una menor disponibilidad nutricional estacional. Una alimentación racional y una elevada GDP son los riesgos a controlar para lograr una pubertad temprana, con un peso elevado, en novillas Avileñas criadas en explotaciones extensivas en la sierra central de España.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANDERSEN, K.J.; LEFEVER, D.; BRINKS, J.S.; ODEE, J.G. The use of reproductive tract scoring in beef heifers. **Agri-Pract.** 12: 19-23. 1991.
- [2] DE LA FUENTE, J., MONLEON, M.; YEPES, J. Aplicaciones de Tecnologías Reproductivas en ganado Avileño. Mejora Genética y Aplicaciones Reproductivas en la raza Avileña-Negra Ibérica. **Bovis** (España) 59: 59-79. 1994.
- [3] DIRECCIÓN GENERAL DE PRODUCCIÓN ANIMAL (DGPA). **Caracterización Agroclimática de España**. Edic. Ministerio de Agricultura, Producción y Pesca (MAPA), España. Madrid. 132 pp. 1978.
- [4] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; DE LA FUENTE, J. Reproducción en vacas Avileña-Negra Ibérica, una raza cárnica autóctona española. **Memorias V Congreso Iberoamericano de razas Autóctonas y Criollas**. La Habana 11-12/18-12, Cuba. Pp 128-133. 2000.
- [5] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; MADRID-BURY, N. Relación de los niveles de progesterona sérica con el Calificativo del Tracto Reproductivo (CTR) en novillas mestizas peripuberales. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. VIII (Suplem 1): 87-89. 1998.
- [6] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; GOICOCHEA, J.; MADRID-BURY, N. Influencia del Calificativo del tracto reproductivo sobre la respuesta a la sincronización del celo en novillas Mestizas. **Rev. Argent. Prod. Anim.** 15 (3-4): 1047-1049. 1995.
- [7] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; MADRID-BURY, N.; RAMÍREZ-IGLESIA, L.N. Influencia del calificativo del Tracto reproductivo (CTR) en el comportamiento reproductivo en novillas mestizas. **VII Jorn. Prod. Animal**. Zaragoza 05/20-22. España. ITEA. Vol Extra, 18: 523-525. 1997.
- [8] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; MADRID-BURY, N.; CHIRINOS, Z., ARANGUREN-MÉNDEZ, J., QUINTERO-MORENO, A.; RAMÍREZ-IGLESIA, L. Comportamiento y Eficiencia reproductiva de novillas mestizas en relación con el Calificativo del Tracto Reproductivo. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. VIII (2): 127-132. 1998.
- [9] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; MADRID-BURY, N.; ROJAS, N. Clasificación del volumen ovárico de vacas mestizas en anestro posparto. **Rev. Fac. Agro-LUZ**. 16 (Suplem. 1): 231-236. 1999.
- [10] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; DE LA FUENTE, J.; MONLEON, M.; YEPES, J.; VÁSQUEZ-PRADA, J. Crecimiento y pubertad en novillas Avileña Negra-Ibérica. **VIII Jorn. Prod. Animal**. Zaragoza 05/11-13. España. ITEA. Vol Extra, 20:633-635. 1999.
- [11] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; DE LA FUENTE, J.; MONLEON, M.; YEPES, J.; VÁSQUEZ-PRADA, J.A. Pubertad en novillas de la raza Avileña Negra-Ibérica. **Memorias II Congreso Ibérico de Reproducción Animal**. Lugo 07/07-10. España: 594-596. 1999.
- [12] GUTIÉRREZ-AÑEZ, J.C. Aplicaciones de la ultrasonografía en la evaluación del aparato reproductor de la hembra bovina y sus anormalidades frecuentes. En: **Aplicaciones de la Ultrasonografía en la Reproducción Animal**. Cuadernos Científicos GIRARZ 3. Gutiérrez-Añez, J.C. (Ed). Ediciones Astro Data S.A, Maracaibo, Venezuela. Pp. 23-32. 2007.
- [13] KAMUYA, N.; SCHMIDT, M.; CHRIÉL, M.; GREVE, T. Diagnostic Accuracy of Estimating the number of CL and Ovarian Volume to predict Superovulatory response in dairy cattle. **Reprod. Dom. Anim.** 32: 291-296. 1997.
- [14] LÓPEZ-SEBASTIAN, A.; VILAS-HERRANZ, F.; GÓMEZ-BRUNET, A. Respuesta hormonal a la inyección de un análogo de la PGF en vacas de raza Avileña. **Med. Vet.** 1:11. 1984.
- [15] LUDWIG, T.M.; RADER, E.R. Diagnosis of early pregnancy in cattle by ovarian structure. **J. Dairy Sci.** 55 (1): 74-77. 1968.
- [16] MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAPA). II. Especie bovina. **Catálogo de razas autóctonas españolas**. (Re-impresión). Dirección General de la Producción Agraria. Pp 41-53. 1986.
- [17] OLLETA, J; REVILLA, R. Effect of calving season on puberty in Brown Swiss heifers. **12th Intern. Cong. Anim. Reprod.** The Hague 08/23-27. The Netherlands: 2078 pp. 1992.
- [18] REVILLA, R.; BLASCO, I.; ALBERTI, P. Efecto de la edad al primer parto sobre los parámetros productivos en vacas de raza Pardo Alpina. Resultados preliminares. **IV Jorn. Prod. Animal. A.I.D.A.** Zaragoza 06/14-17. España. ITEA. Vol Extra, 10:274-276. 1989.
- [19] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's Guide Statistics. Cary, North Caroline (version 9.1). 646 pp. 2003.
- [20] VILAS H, F.; GARCÍA M, J.R. Producción de la Raza Avileña. Explotación en régimen extensivo: Raza Avileña. F. Vilas Herranz (Ed). **Bovis** (España) 8:47-58. 1986.