

CAPÍTULO XXVI

MANEJO REPRODUCTIVO EN LAS NOVILLAS MESTIZAS DE REEMPLAZO

- I INTRODUCCIÓN
- II EDAD Y PESO DE PUBERTAD
- III SELECCIÓN DE NOVILLAS DE REEMPLAZO
- IV INCORPORACIÓN AL SERVICIO
- V INDUCCIÓN DE LA PUBERTAD
- VI COMPORTAMIENTO POSPARTO
- VII LITERATURA CITADA

Carlos González-Stagnaro

I. INTRODUCCION

El manejo reproductivo de las novillas es la piedra angular para emprender una mejora productiva del rebaño y punto de inicio de un Programa de Control Reproductivo [42,44]; sin embargo, la crianza de las hembras de reemplazo ha sido negligentemente descuidada, por considerarse una empresa de escasa utilidad y poco rentable. Una elevada tasa de eliminación y de reemplazo en las ganaderías mestizas entre 8 y 20% [44] y aún 28% [91] destacan la importancia de la selección y del manejo de las novillas [84] en fincas con manejo tradicional y mejorado [41].

La estrategia del manejo en las novillas en desarrollo debe inicialmente asegurar que logren en menor tiempo y en forma continua una óptima tasa de crecimiento con una mayor ganancia diaria de peso promedio (GDP); en esa forma, podrán alcanzar el "peso crítico" de pubertad a una edad temprana, utilizando recursos existentes y económicos. Para desarrollar un trabajo efectivo deberán tenerse en cuenta los efectos ambientales que puedan afectar el inicio de la pubertad en los diversos tipos étnicos tropicales.

Es necesario reconocer que además del elemento genético, es el manejo, especialmente nutricional y sanitario, el factor condicionante del crecimiento somático y de la madurez genital. La condición corporal (CC) es un buen indicador del estado nutricional y del posible inicio de la ciclicidad puberal que puede determinarse mediante la calificación del tracto reproductivo.

El principio del "peso crítico" y el peso de referencia para el primer servicio, parece ser el medio más útil para que una relativa alta proporción de novillas alcancen el primer servicio en la época prevista [43,46]. Para lograrlo la clave se basa mantener una serie de prácticas de manejo a partir del destete y que se continúan durante el lapso entre el inicio de la pubertad y la incorporación al servicio. En esa forma, se podría conseguir un mejor comportamiento y eficiencia durante el primer servicio, gestación y parto como eslabones fundamentales del esquema, pero en especial en el siguiente posparto, que constituye un período de infertilidad relativa especialmente en las primíparas [16]. El posparto condiciona negativamente la productividad inicial y de por vida [90], expresada en largos intervalos vacíos posparto, menor fertilidad y producción de leche en animales aún en

crecimiento [42,44] y una mayor tasa de eliminaciones por problemas reproductivos.

Un gran paso en las ganaderías mejoradas de doble propósito es decidir la adopción de un servicio temprano para extender la vida útil. Dependerá del tipo de mestizaje predominante, nivel genético o finalidad productiva como de su adaptación a las condiciones ambientales y de explotación [102], pero en especial del manejo sanitario, calidad de los pastos y de la alimentación en pastoreo y suplementaria, aunque siempre deberá evaluarse si los cambios e inversiones se han realizado en forma práctica, buscando la seguridad de beneficios productivos y económicos reales. La mejora que supla esas demandas de las novillas permitirá desarrollar el potencial para adelantar la edad de pubertad, primer servicio y primer parto.

II. EDAD DE PUBERTAD (EP) y PESO DE PUBERTAD (PP).

La EP es un importante criterio para evaluar las prácticas de manejo implementadas en las novillas para incrementar su potencial de crecimiento y lograr un servicio y concepción tempranos, con menor costo [7]. La pubertad antes que por la edad [64,107] ocurre en un estado preciso del desarrollo somático al alcanzar el umbral de un "peso crítico" [43,46], genéticamente predeterminado [64, 111]. Aunque la pubertad no es decidida por el peso, en sí, poco variable, el peso se acepta como el factor más predictivo de la EP; el PP está influenciado por una serie de condiciones genéticas, fisiológicas y ambientales [21,63,75] que regulan la tasa de crecimiento y resultan en un peso dado [53], aunque un mínimo de edad siempre es requerida [78].

Las novillas mantenidas con diferentes niveles nutricionales alcanzan la pubertad a diferentes edades, pero con un mismo estado de desarrollo físico y peso [20,43,46,61,106]. En vacas de leche, la EP se alcanza entre 9 y 10 m con rangos entre 7 y 12 m que pueden ser tan amplios como 6 y 24 m, [25,76] y 16 a 40 m para los cebuínos y mestizos [25,46,74,82]. En novillas mestizas se confirma una dependencia directa de la EP con el PP; 5, 50 y 75% de hembras alcanzan la EP a los 230, 270 y 340 k [46]. Sólo 70% de novillas de doble propósito alcanzaron la EP antes de los 320 k y uno de cada cuatro animales mostraban un primer celo mas atrasado (364 k y 21.6 m); el PP no varía en relación con el predominio racial de las mesti-

zas, indistintamente de la EP [46]. Bajo un sistema de pastoreo y suplemento nutricional la EP media fue de 20.7 m, sin diferencias en relación con el mestizaje predominante Holstein, Pardo Suizo y Brahman (21.3, 19.5 y 21.0 m); lo que se relaciona con un similar PP y peso adulto; alcanzan la EP más temprana aquellas novillas mestizas que ganen peso más rápidamente, lo cual desvirtúa el efecto de las razas componentes. Existe una ligera tendencia para acortar la EP cuando el nacimiento se realiza en época de lluvias: 20.3 contra 21.3 m [43,46].

1. CRECIMIENTO Y GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP).

La EP y la regularidad de los ciclos estruales en las novillas está correlacionada con la calidad nutricional y la GDP a partir del nacimiento y del destete [2,86]. Una rápida GDP es beneficiosa para alcanzar la EP en menor tiempo y con mayor PP que las novillas que crecen más lentamente [10,65,110]. Se ha sugerido que las diferencias entre razas y dentro de una raza contribuyen al control genético de la EP [102]; aunque no se ha estimado la heterosis en relación con la EP en los grupos mestizos, es posible apreciar el efecto de una raza con EP temprana dentro de las características de los ciclos estruales iniciales y de la actividad ovulatoria [74]. Desde que el efecto genético en el predominio racial de las novillas mestizas bajo un manejo similar es escaso [46], la alimentación y la GDP son los factores a controlar para lograr una pubertad más temprana.

Dietas proteicas altas favorecen tasas de crecimiento rápidas, una pubertad temprana y mayor fertilidad, tanto en las mestizas [51] como en las cebuínas [82] y las demás razas de leche y carne [5,73,106,116], especialmente cuando se alimentan en forma separada de las vacas [113]. Una pobre alimentación con baja ingestión de energía durante el período de crecimiento, atrasa la EP al inhibir el desarrollo y madurez del sistema endocrino y la actividad gonadal [23,62,87]; ovarios pequeños e inactivos se observan como consecuencia de una alimentación en pastos escasos y de baja calidad [42]. Incluso, novillas cíclicas en las cuales la nutrición estuvo severamente restringida, a pesar de haber superado el PP crítico, mantienen un cuadro de anestro hasta que se mejore su alimentación [43,58]; bajo esa deficiencia no sólo atrasan la EP sino que se reduce el número de novillas servidas y preñadas, resultando más tardías que sus contemporáneas alimentadas con dietas altas en energía [27].

Novillas mestizas mantenidas durante su período de crecimiento en pastizales deficientes debido a la falta de lluvias y de mantenimiento, el suplemento de sus demandas nutricionales especialmente energéticas, no sólo acorta la EP sino que mejora la fertilidad [43], que puede alcanzar un aumento del 50% en las novillas suplementadas [103]. No obstante, en ocasiones, ese crecimiento compensatorio puede no ser suficiente o por el contrario, resultar excesivo, ocasionando un efecto adverso sobre la EP, fertilidad y aún sobre la producción durante la primera lactancia [27].

a. GDP entre Nacimiento-Destete.

En novillas de razas de carne, el crecimiento pre-destete ejerce mayor influencia sobre la EP que la tasa posdestete [18,30,61,70,75,106,110]; sin embargo, el crecimiento de los distintos genotipos mestizos es bajo, alcanzando un peso entre 98 y 112 k a los 180 d, con una GDP entre 384 y 435 g/d [59], que puede ser aún más baja: 374 g/d y peor aún, que se mantiene (372 g/d) entre destete (5m) y 18 m [91], lo que se atribuye a una alimentación en pastoreo, con baja energía. En estos animales, la tasa de fertilidad fue más baja en las novillas que se desarrollaron más rápidamente [34,46].

b. GDP entre Destete-Pubertad.

La sub-alimentación con niveles pobres e irregulares después del destete, atrasan el crecimiento igual que el primer celo y el servicio [2,5,11,20,31,57,116,119]. La EP se asocia con un incremento de la tasa de crecimiento posdestete [32,87,104], que se traduce por una correlación negativa directa de la GDP con la EP ($r=-0.59$; $P<0.01$)[81] señalada tanto en novillas de leche como de carne [56,97].

Para novillas Jersey y Holstein que poseen un peso adulto estimado de 500 y 700 k, la GDP debería ser de 500 y 700 g/d [27], mientras que en novillas mestizas con peso adulto entre 450 y 600 k, la GDP debería variar entre 450 y 600 g/d, para lo cual se requiere un suplemento 16% PC, además del pastizal; sin embargo, en novillas mestizas de doble propósito, un peso medio de 146 k al destete a los 304 d significa una baja GDP, que se atribuye a una restricción del amamantamiento y del consumo de leche materna [91]. Como consecuencia, durante el posdestete hasta 18-24 m mejora la GDP a 418 y 455 g/d ($P<0.001$) en época lluviosa, confirmando el papel de los mejores pastos y de su influencia sobre la EP hacia los 24 m, que se logra con pesos medios de 322, 292 y 297 k en las mestizas con predominio Brahman, Pardo Suizo y Holstein [91]. Al igual que en razas de carne y leche [101,117] aquellas con menor GDP tuvieron un PP similar pero a mayor edad que otras con elevada GDP [43,46].

La pubertad se presenta cuando se logra esa significativa GDP. Un incremento de 270 a 770 g/d favorecen una reducción de la EP de 600 a 374 d [117]; al aumentar de 450 a 680 g/d la EP se adelanta de 411 a 380 d [101]; mientras que en novillas lecheras, la EP disminuye entre .77 y .36 d por cada 450 g adicionales de peso al sexto mes, siendo más precoces las más pesadas [75]. En la Parda Alpina, GDP de 500 g/d permiten obtener una elevada tasa de animales púberes alrededor de los 12 m [89]; cuando la GDP fue menor de 500 g, la EP aumentó de 352 a 470 d. De todas maneras, es aconsejable prestar atención a la época pues se ha descrito una interrelación entre alimentación x estación [52,55].

c. GDP pospuberal.

A partir de la pubertad, es necesario el mantenimiento de una GDP para asegurar el desarrollo y la continuidad de la ciclicidad hasta el momento del servicio [58]. Para este momento, la novilla debe haber crecido en relación con su edad y tipo racial y su desarrollo dependerá principalmente de la alimentación disponible y de su capacidad genética para crecer; la época de lluvias y la presencia de pastos de buena calidad favorecerá la GDP [91], por lo cual deberán aprovecharse como fuente principal y menos costosa de alimentación. Al no existir buenos pastos, la GDP será baja originando novillas pequeñas, con el consiguiente atraso en su incorporación al proceso reproductivo, un largo período vacío pre-servicio y menor fertilidad. Las novillas deberán mantener una constante GDP prepuberal que debería ser de 400 y 600 g/d en explotaciones tradicionales y mejoradas [42,43], utilizando una fuente adicional de energía para obtener novillas más jóvenes y pesadas que aquellas nutricionalmente restringidas.

Se requiere que las novillas se incorporen al servicio con el peso sugerido según el mestizaje, sin evidencias de engrasamiento y una CC de 3 o más, pues esta etapa tiene un especial efecto sobre su futuro potencial de crecimiento, producción de leche, fertilidad y vida útil [27]. El tipo de explotación y mestizaje predominante influyen en la variación del peso corporal y en la proporción de novillas en celo [41]. Independiente del mestizaje, las novillas mestizas presentan su primer celo ovulatorio con 64-67% de su peso adulto, superior al 60% señalado en novillas Brahman [22]; el peso óptimo al servicio varía entre 300 y 340 k, no obstante, el 75% de novillas mestizas son púberes con 275, 290 y 320 k en explotaciones tradicionales, intermedias y mejoradas (CUADRO I).

Cuadro I. Proporción de novillas mestizas púberes en relación con la variación estimada del peso corporal, tipo de explotación y manejo

Tipo de explot.	% en Celo	Peso medio (k)			Peso promedio	Peso adulto	Peso (k) optimo
		50	75	95	(k)	(k)	servicio
Tradicional (pastoreo)	Indefinido > 50% <i>B indicus</i>	240	275	295	274	426 (64.3%)	300 (70.4%)
Intermedia (algún supl.)	50% <i>B taurus</i>	255	290	320	288	438 (65.8%)	320 (73.0%)
Mejorada (supl./prod. sin amamant.)	> 50% <i>B taurus</i>	270	320	340	309	464 (66.6%)	340 (73.3%)

En novillas seleccionadas por tamaño, CC y conformación es imprescindible alcanzar el peso mínimo para asegurar un buen comportamiento y eficiencia reproductiva [41-44]; si algún animal no alcanza el peso mínimo debe mejorarse su alimentación. Esto se deduce de observaciones en novillas mestizas *B taurus* x *B indicus* alimentadas con dietas altas de energía para alcanzar el servicio con 50 a 65% de su peso adulto; la fertilidad luego de un período de servicio de 45 d fue más elevada en los *B taurus* y en las más pesadas al destete (83)

2. EDAD DE PUBERTAD Y PRODUCCION DE LECHE

Algunas razas seleccionadas por tamaño para producción de leche, alcanzan la EP más temprano que razas de tamaño similar con menor potencial de crecimiento y no seleccionadas por producción [21], señalándose una correlación significativa de -0.88 entre la EP y la siguiente producción de leche, aunque variable entre las razas [66]; esta relación negativa puede ser tan grande como la relación positiva entre tamaño maduro y EP [21]. Una mayor GDP que favorece EP y primer parto más tempranos en las novillas mestizas, repercute en menores, pero no significativos niveles de producción de leche, que posteriormente se nivelan con una mayor vida útil y productividad de por vida.

Cuadro II. Influencia de la edad al parto sobre la producción de leche en la primera lactancia en novillas mestizas (Datos

	EDAD AL PARTO (meses)			Promedio
	< 36 m	36.1-42.0 m	>42 m	
Nº de observaciones	191	347	228	766
Edad media (d)	1057.9±89.2	1198.9±112	1366.1±148	1213.2±108
Prod. leche 305 d(k)	2540.0±536	2978.3±631	3182.5±703	2929.5±611
Interv. 1er-2do Parto (d)	404.2±26	419.7±34	431.2±42	418.8±31
Eliminación 1era Lact (%)	17.3±2.5	14.1±2.0	22.8±3.1	17.5±2.2
Vida util (años)	5.1±0.9	4.6±1.1	3.8±1.4	4.5±1.0
Prod. leche por vida (k)	15.335	14.108	12.638	14.131

Las altas tasas de crecimiento en novillas durante la fase pre-puberal, cuando ocurre el mayor desarrollo de la ubre [98], muestran un efecto detrimental sobre la producción de leche [28,35,37,69]; éste efecto se atribuye a que las novillas pre-puberales alimentadas con un alto nivel de energía (GDP > 1 k/d) poseen una elevada tasa de crecimiento corporal, pero un crecimiento reducido del tejido mamario [99], alterando el epitelio glandular y la proporción relativa de grasa y células secretoras de la ubre en desarrollo [27]; el desarrollo glandular fue menor en las novillas alimentadas ad-libitum que en las alimentadas con dietas restringidas [99]. Un alto nivel de alimentación afecta negativamente la concentración sérica de algunas hormonas relacionadas con el desarrollo de la ubre y la lactogénesis, que pudieran disminuir la secreción de GH y aumentar la prolactina sérica [35]; sin embargo, ese efecto parece no existir o ser muy pequeño en las novillas después de la pubertad.

3. EDAD DE PUBERTAD Y PRODUCTIVIDAD.

La alimentación posdestete tiene efectos prolongados sobre la subsiguiente productividad; dietas con baja energía (< 400 g/d) derivaron en novillas menos pesadas a la pubertad que las alimentadas con alta energía (800 g/d) pero las alimentadas con energía moderada (600 g/d) fueron más jóvenes y con pesos similares [34]. Dentro de cada grupo racial, las novillas que muestran altas tasas de GDP alcanzan más rápido el tamaño madu-

ro, pero tienden a ser más tardías en su pubertad que razas con ganancia más lenta y tamaño maduro mas pequeño [21].

El efecto de una pubertad y servicio temprano se proyecta sobre una menor edad al primer parto que puede afectar la primera lactancia en las novillas que paren antes de los 23, 30 y 36 m en novillas de leche, carne y mestizas [27,36,44]. Aunque las diferencias no fueron significativas, al igual que los pesos al parto, la producción de leche fue inferior en 440 y 640 k en las paridas mas jóvenes, en comparación con edades al parto entre 36-42 m y mas de 42 m (CUADRO II). Ese efecto se atribuye a lactaciones más cortas y al rápido crecimiento corporal; no obstante, esa menor producción inicial se compensa con un intervalo entre partos mas corto, vida útil más elevada en 0.5 y 1-3 años y con una mayor producción por vida, como se ha señalado en novillas de leche [36]. Confirmando esos datos, una novilla de leche que para precozmente a los 2 años requiere menor cantidad de alimento, trabajo, capital, etc [27]; su supervivencia esperada es de 4 lactaciones, inferior a los 5.1 años en novillas mestizas que paren poco antes de los 3 años y muy similar a las 3.8 lactaciones esperadas en aquellas que paren después de los 42 m, aunque la mayor productividad de por vida será superior en las paridas mas temprano.

En conclusión, es importante buscar un servicio temprano con pesos adecuados pues se supera la producción de leche de las novillas que paren mas tardías debido a un manejo deficiente, servicio estacional o por buscarse mayores pesos. En las mestizas primíparas aún no se conoce si en las nacidas igualmente de vacas primíparas se produce significativamente un mayor volumen de leche que en aquellas nacidas de vacas adultas, como se ha reportado en las Holstein Friesian [36].

III. SELECCIÓN DE LAS NOVILLAS DE REEMPLAZO.

La fase más importante en un programa de mejora genética es la selección y el manejo de las novillas de reemplazo, que involucra una serie de decisiones que afectan la productividad futura de la hembra y del rebaño. Las novillas sufren una triple selección; se inicia al destete, luego al ser incorporadas al servicio y finalmente, después del primer parto de acuerdo con su comportamiento productivo y reproductivo. En esta ocasión, discu-

tiremos la selección al momento de su incorporación al servicio, suponiendo que haya mantenido una buena GDP.

1. EFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL (CC).

Es importante determinar la CC en las novillas al ser seleccionadas como reemplazos o incorporarse al servicio, utilizando el sistema reportado en animales mestizos [42,44,45]. Sólo deben utilizarse aquellas que alcancen una CC > 2.5. Una CC de 3 o más que coincide con una GDP alrededor de 400 g/d a partir del destete, garantiza un óptimo comportamiento; en general, se evitan animales engrasados con CC superior a 4 o altas tasas de crecimiento pos-destete que se asocian con una pubertad atrasada [2].

Datos recopilados en diversas explotaciones mestizas [45] destacan el mejor comportamiento de aquellas novillas con CC entre 2.7 y 4.3. El peso medio de las novillas está estrechamente relacionado con la CC, siendo el lapso entre la incorporación y el servicio por IA, significativamente más breve en novillas con CC superior a 2.7 (CUADRO III). Las novillas con CC menor de 2.3 necesitan el doble de días para entrar en celo, mientras que aquellas con CC mayor de 4.3 mostraron un ligero atraso, aunque sin diferencias al igual que en la fertilidad [45]. En novillas con CC > 2.7 y > 4.3, la frecuencia de celo a los 60 d después de la incorporación fue 91.2 y 83.3% superior al 61.5% reportado en las novillas con CC inferior. Igualmente, resultó superior la tasa de animales preñados durante los primeros 60 d en las novillas con CC entre 2.7 y 4.3 (CUADRO III).

Cuadro III . Efecto de la condición corporal (cc) al momento de la incorporación al servicio sobre el comportamiento y eficiencia reproductiva en novillas mestizas (1986-1992)

Calific CC (0/5)	Nº de nov.	Peso (K) Promedio	Intervalo incorpor- servicio (d)	Fertilidad 1er Servicio (%)	Frec.(%) de nov. 60 d dps en celo preñadas	Tasa de eliminac. 120 d (%)	
2.3	52	314±22 ^b	65.2±15 ^b	61.5	65.4 ^c	40.4 ^c	11.5 ^b
2.7 - 4.3	181	341±24 ^{ab}	33.6±9 ^a	64.0	91.2 ^a	61.9 ^a	6.1 ^a
4.3	24	361±30 ^a	46.0±15 ^{ab}	58.3	83.3 ^a	54.2 ^b	8.3 ^a
Prom.	257	338±23	41.2±11	63.0	87.9	59.8	7.4

a-b

b-c P < 0.05 a-c P < 0.01

2. SISTEMA DE CALIFICACIÓN DEL TRACTO REPRODUCTIVO (CTR).

a. CAMBIOS OVÁRICOS E ÍNDICE OVÁRICO (IO).

El tracto reproductivo es el último sistema en alcanzar su funcionamiento y madurez [87]. Al acercarse la pubertad e influenciado por la época, incrementa el crecimiento folicular y el volumen ovárico, iniciándose una transición del estado de inactividad al de ciclicidad ovárica por efecto de la maduración del sistema endocrino.

Los ovarios crecen tres veces más rápido que el organismo total [24,33], con un incremento espectacular del área y actividad folicular y luteal; igualmente, la cervix y útero experimentan un desarrollo alométrico [43], especialmente en novillas con un alto plano de alimentación [107]. Las dimensiones del ovario activo en novillas que recibieron un tercio de sus RNT fueron 57% menores que en novillas alimentadas normalmente [108]. En novillas mestizas, el incremento puberal del volumen ovárico varió entre 65 y 110%, a la vez que el diámetro del cuerno uterino y cervix varió entre 45-90% y 30-70% [43], confirmando reportes previos [39].

Una forma práctica de observar y comparar los cambios ováricos durante el crecimiento pre-puberal es determinar el índice ovárico (IO) como ha sido descrito en novillas mestizas [43,45]. El IO es el producto de las tres dimensiones de cada ovario (longitud, ancho, grosor) precisadas por palpación rectal (CUADRO IV).

Cuadro IV. Descripción del sistema de calificación del tracto reproductivo (CTR) en novillas mestizas de reemplazo en ganaderías de doble propósito determinado por palpación rectal al momento de su incorporación al servicio

CTR	Calificativo	Cervix		Útero tono	Ovarios		Estruct. F	Ind.Ovar. CL (LxAxG)			
		Diam (mm)	Diam (mm)		long (mm)	ancho gros.					
1	Infantil	<12	10	-	12	8	6	-	-	0.6	
2	Inmaduro	12	12-15	-	15	10	8	F1	8	-	1.2
3	Desarrollo	15-20	15	-	18	12	10	F1	8-10	-	2.2
4	Activo	20	18-20	+	24	14	12	F2	>10	±	4.0
5	Cíclico	>25	>25	+	>25	16	12	F3	>12	+	>4.8

En dos experiencias, el IO del ovario activo incrementa significativamente al momento de la pubertad, comparado con el examen previo, de 0.6 y 0.86 a 1.36 y 2.21, superior al aumento del volumen ovárico de 1.15 a 1.5 cc medido en ganado Cebú [112]. El IO fue importante para apreciar el efecto de una reducción en los niveles de alimentación al disminuir de 3.36 y 4.68 a 1.8 y 2.8 en novillas Chejú de Korea [17].

b. CALIFICACIÓN DEL TRACTO REPRODUCTIVO (CTR).

Las novillas mestizas de reemplazo son habitualmente incorporadas al servicio, luego de una selección visual por tamaño, peso o conformación, lo cual no ofrece mayor información sobre su estado y normalidad genital o sobre su capacidad productiva. Una de las prácticas recomendadas para seleccionar las novillas con características normales de desarrollo genital se basa en la CTR a través de la palpación rectal. La CTR se ha vinculado con la CC, peso y estado nutricional previo a la incorporación al servicio [84] y favorece la eliminación de novillas con desarrollo genital insuficiente o anormal (3%); por bajo peso y escaso desarrollo se descartan entre 6 y 18% de novillas [43,91].

El CTR ha sido desarrollado en novillas de carne [1,67] y aplicado en las novillas mestizas [47] para evaluar el desarrollo peripuberal del tracto genital y predecir el potencial reproductivo de la novilla, ya que se asocia positivamente con la eficiencia reproductiva y con la respuesta exitosa a los tratamientos de inducción y sincronización del celo [1]. El CTR estima en forma subjetiva la actividad ovárica y la ciclicidad basado en el desarrollo morfométrico genital como en el desarrollo folicular y luteal. El CUADRO IV categoriza en puntaje de 1 a 5 las variaciones establecidas en novillas mestizas [47]. Las novillas con mayor desarrollo ovárico presentan IO de 4 ó más, característicos de la presencia de folículos maduros y cuerpo lúteo activo, además de un mayor diámetro de cervix y útero, relacionados con una pubertad ya establecida y normalizada.

La distribución del CTR dependerá del momento del examen [1] y está afectada por el manejo. En novillas mestizas con edad y peso inferiores a 18-20 m y 240-260 k, los CTR fueron habitualmente menores de 3, pero con edad y peso superiores a 26-28 m y 320-340 k, el CTR resultó superior a 4, muy semejante a lo reportado en ganado de carne [1]. La importancia de determinar el CTR y la CC 15-30 d antes de incorporar las novillas puberales al servicio, se confirma en dos explotaciones con diferente manejo. En una finca con manejo mejorado y mejor calidad genética, para cada CTR los pesos de incorporación fueron significativamente más eleva-

dos ($P < 0.01$) en relación con los reportados en la finca con manejo tradicional (CUADRO V).

Cuadro V. Relación del CTR con la edad y peso de incorporación, al primer servicio y al primer parto en novillas mestizas en dos fincas con manejo diferente.

FINCA CON MANEJO MEJORADO.						
CTR	Nº OBS	Incorporación		1 ^{er} Servicio	1er Parto	
		PESO (k)	Edad (d)	Edad(d)	Peso (k)	Edad (d)
1	53	292.6 ^a	641.4 ^a	762.3 ^a	1047.3 ^a	382.4
2	65	299.6 ^a	659.7 ^a	765.8 ^a	1050.8 ^a	385.6
3	87	314.2 ^{ab}	677.9 ^{ab}	750.7 ^a	1035.7 ^{ab}	382.8
4	104	324.2 ^{ab}	684.0 ^{ab}	722.1 ^b	1007.1 ^b	388.6
5	118	332.5 ^b	702.2 ^b	722.1 ^b	1013.7 ^b	394.2
PROM	427	316.7	662.7 ^{**}	740.4 ^{**}	1025.0 ^{**}	387.9
FINCA CON MANEJO TRADICIONAL						
1	86	276.2 ^a	717.4 ^a	881.0 ^a	1182.5 ^a	360.2 ^a
2	107	285.4 ^a	735.7 ^a	893.4 ^a	1189.0 ^a	367.4 ^a
3	128	299.5 ^a	763.0 ^a	904.4 ^{ab}	1185.1 ^a	381.9 ^{ab}
4	75	312.6 ^{ab}	820.8 ^b	929.6 ^{ab}	1126.2 ^b	390.4 ^b
5	63	324.0 ^b	866.4 ^b	960.6 ^b	1258.2 ^b	396.2 ^b
PROM	459	297.3	772.2 ^{**}	903.7 ^{**}	1203.1 ^{**}	378.4

a-b $p < 0.05$ ** $P < 0.01$

La proporción de animales con CTR de 4 ó más es superior en la finca con manejo mejorado (52 contra 30% en la finca tradicional); los mayores CTR coinciden con los pesos, CC y edades superiores, a la vez que las menores coinciden con las edades inferiores, sin variación en los pesos. En la finca con manejo tradicional, existe también una relación positiva entre el CTR con los pesos y edades, lo que se atribuye a la ausencia de una real selección de los animales de reemplazo [40,42]. Entre ambas fincas, con peso al servicio muy semejante, las edades promedio al primer servicio fueron significativamente muy diferentes (740 y 904 d; $P < 0.01$) (CUADRO V).

La influencia del CTR sobre la proporción de servicios es evidente, cualquiera que sea el manejo; 60 d después de la incorporación sólo habían sido inseminadas 71 y 46% de novillas con CTR de 2 al momento de su incorporación contra 93 y 85% para CTR > de 4 ó 5 en fincas con manejo mejorado y tradicional (CUADRO VI).

Cuadro VI. Influencia del calificativo del tracto reproductivo (CTR) y de manejo sobre la tasa de primeros servicios después de la incorporación en novillas mestizas.

Calificativo del tracto reproductivo	Manejo mejorado				Manejo tradicional			
	Nº	CC	Tasa de servicios (%)		Nº	CC	Tasa de servicios (%)	
			60 ^d	120 ^d			60 ^d	120 ^d
1	53	3.3 ^a	50.9 ^a	88.6 ^a	86	2.8 ^a	32.6 ^a	89.5 ^a
2	65	3.6 ^{ab}	70.8 ^b	90.8 ^{ab}	107	2.8 ^a	45.8 ^b	91.6 ^a
3	87	3.6 ^{ab}	81.6 ^b	94.3 ^{ab}	128	3.1 ^{ab}	70.3 ^c	93.0 ^a
4	104	3.8 ^{ab}	94.1 ^c	97.1 ^b	75	3.2 ^{ab}	80.0 ^c	94.7 ^{ab}
5	118	4.0 ^b	92.4 ^c	98.3 ^b	63	3.4 ^b	92.1 ^c	96.8 ^b
PROMEDIO	427	3.7 [*]	82.2 ^{**}	94.6	459	3.0 [*]	62.1 ^{**}	92.8

a-b b-CP<0.05 a-c P<0.01 * P<0.05 ** P<0.01

La tasa de servicios se equilibra 150 d después de la incorporación. En todos los casos, el efecto de la menor CTR repercute al prolongar los períodos entre la incorporación con el primer servicio y con la concepción: 50.7 contra 117 d y 58.8 contra 128.8 d en ambos sistemas (P<0.01)(CUADRO VII). Estos datos ratifican reportes anteriores [42,43] sobre el efecto de los bajos pesos y CC en el atraso del establecimiento de la ciclicidad como del primer servicio y del primer parto en fincas con manejo tradicional [44].

Novillas acíclicas con CTR<3 deben ser separadas temporalmente y reincorporadas luego que una mejora nutricional active su ciclicidad y eleve su CTR. Un CTR de 4 o más antes de la incorporación al servicio es indicativo del grado elevado de madurez genital y pubertad temprana como de su habilidad para concebir en corto plazo, lo que permite identificar dentro de un grupo de novillas contemporáneas aquellas de mayor potencial. La incorporación temprana de novillas con CTR de ciclicidad es un avance importante pues aumenta la presión de selección, a pesar que sólo posee una moderada heredabilidad de 0.32 [1]

Cuadro VII. Efecto del CTR y del tipo de manejo sobre el comportamiento y eficiencia reproductiva a partir del momento de la incorporacion al servicio en novillas mestizas

CTR	Finca con Manejo Mejorado (n=427)				Finca con manejo tradicional (n=459)			
	Intervalo al		Fertilidad		Intervalo al		Fertilidad	
	1er Serv (d)	Concep. (d)	1er Serv (%)	3er Serv(%)	1erServ (d)	Concep. (d)	1er Serv (%)	3er Serv (%)
1	99.8 ^a	114.8 ^a	58.7 ^a	89.1 ^a	143.6 ^a	161.1 ^a	62.3 ^a	87.0 ^a
2	92.1 ^a	106.1 ^a	62.7 ^a	91.5 ^a	137.7 ^a	149.3 ^a	60.2 ^a	91.8 ^a
3	60.8 ^b	52.8 ^c	65.8 ^{ab}	96.3 ^b	116.2 ^a	127.4 ^a	64.7 ^a	86.5 ^a
4	23.5 ^c	38.1 ^c	68.3 ^b	96.0 ^b	96.8 ^{ab}	103.4 ^a	70.4 ^c	95.8 ^c
5	26.8 ^c	37.6 ^c	65.5 ^{ab}	95.7 ^b	81.2 ^b	95.1 ^b	67.2 ^{ab}	96.7 ^c
PROM	50.7 ^{**}	58.8 ^{**}	65.1	94.6	117.7 ^{**}	128.8 ^{**}	64.6	90.8 [*]

a-b P<0.05 b-c P<0.05 a-c P<0.01 * P<0.05 ** P<0.01

IV. INCORPORACIÓN AL SERVICIO.

La decisión de introducir las novillas a la reproducción dependerá de una serie de consideraciones de la economía de la producción, tipo de explotación y su ubicación geográfica. Estará vinculada al predominio racial o nivel genético, calidad de los pastos y posibilidad de alimentación suplementaria. Elementos decisivos serán las elevadas notaciones de CC y del CTR y el haber alcanzado el peso recomendado dentro de cada tipo de mestizaje y sistema de producción. Estos factores condicionan la edad de introducción al servicio, cuya mayor o menor precocidad dependerá del tipo de animal, finalidad productiva y sistemas de manejo utilizados.

Es interesante corregir el hecho que los esfuerzos en la crianza de las novillas de reemplazo se han dirigido en adelantar la EP, pero se ha descuidado el período entre pubertad y primer servicio, perdiéndose los efectos de haber adelantado la EP [16,43]. El mantenimiento de las hembras de reemplazo dentro de un manejo tradicional bajo pastoreo y sin suplemento pre-servicio extendió el lapso requerido para alcanzar el peso recomendado para su incorporación al servicio entre 6 u 8 o más meses, como se observa de las edades promedio de pubertad y primer servicio de 20.7 y 28.8 m en mestizas zulianas [43] o más precoces, pero igualmente amplias en cebuínos [94]. Un manejo deficiente sería el principal responsable al igual que

el pobre manejo de los celos [43]. Las novillas alimentadas con un plano bajo desde el destete al servicio fueron mas pequeñas y tuvieron mas problemas al servicio y al parto [4].

1. MOMENTO DE INCORPORACIÓN AL SERVICIO.

Al igual que con la EP es imprescindible considerar un peso crítico al momento del primer servicio [68] y tener en cuenta el genotipo de la novilla pues al alcanzar el peso predeterminado genéticamente está en condiciones de lograr una máxima fertilidad [8,66,74]. Una frecuencia de 5 y 50% de hembras mestizas púberes a 230 y 270 k muestra que existen un grupo de novillas que alcanzan la pubertad varios meses más temprano que la edad promedio del rebaño; éstas pueden ser servidas antes de tiempo cuando el manejo es débil y están presentes machos fértiles [71]. Sólo cuando las novillas han alcanzado el peso recomendado de servicio se pueden lograr las mayores tasas de preñez y partos sin problemas.

Se ha señalado un clara diferencia en la fertilidad en novillas mestizas Pardo Suizas en relación con el peso y número del celo postpuberal en el cual son servidas [48] elevándose la tasa de concepción a 59 y 62% cuando los animales fueron inseminados luego del tercer o cuarto celo (CUADRO VIII).

Cuadro VIII. Influencia del peso al servicio inicial y del número de celo puberal sobre la fertilidad al primer servicio en novillas mestizas

Peso al servicio por inseminación (k)	Fertilidad primer servicio (%)									
	1er celo		2do celo		3er celo		4to o más		Promedio	
	Nº	Fert.	Nº	Fert.	Nº	Fert.	Nº	Fert.	Nº	Fert.
>280	8	25.0	11	18.2	13	46.1	28	53.5	60	41.7 ^a
281-300	15	33.3	6	33.3	24	54.2	31	54.8	76	48.7 ^a
301-320	45	35.6	37	43.2	34	61.8	56	66.1	172	52.3 ^{ab}
321-340	39	43.6	24	54.1	33	63.6	58	65.5	154	57.8 ^b
>340	29	37.9	30	50.0	23	60.9	35	62.8	117	56.4 ^{ab}
Promedios	136	36.0 ^a	108	44.4 ^a	127	59.1 ^b	208	62.0 ^b	579	52.0

a-b p<0.01

La fertilidad al primer celo puberal es baja (36%) incluso en animales con peso superior a 340 k (38%), coincidiendo con reportes en ganado de carne, en los cuales la fertilidad al primer celo fue 21% más baja que las

servidas al tercer celo [13]. Animales con bajo peso al primer celo logran mejorar su eficiencia luego del tercer celo que ocurre entre 70 y 140 d después, lapso que favorece su incremento de peso y CC. Las mayores tasas de fertilidad se obtienen con pesos entre 300 y 340 k; en comparación, en las novillas Cebú la preñez no ocurre antes de lograr un peso mínimo de 220 k y se incrementa cuando alcanza 260 k [68]. El momento del primer celo puede estar limitado por la edad en las novillas más pesadas y por el peso en sus contemporáneas más livianas [77]; así, novillas de carne alimentadas para pesar 272 ó 318 k al inicio de la época de monta, las más pesadas llegan al primer celo con menor edad, siendo las tasas de preñez más elevadas [118].

Estos resultados muestran la importancia de no servir al primer celo puberal que normalmente no está acompañado de ovulación y es menos fértil [46,79], manteniendo las observaciones para inseminar al tercer celo o después, al alcanzar el peso sugerido, con óptima CC y CTR. Sin embargo, un servicio temprano permite alcanzar un parto tan temprano como 2 años [84] e incrementar su productividad de por vida, produciendo más leche y crías durante su vida útil que cuando las novillas paren a los 3 años o después [14,15,21]. Una pubertad temprana favorece que un alto porcentaje de novillas se encuentren cíclicas al momento del servicio, disminuyendo el efecto de la menor fertilidad de los primeros celos, comúnmente más cortos [102]. Cuando se desee adelantar la edad de servicio es aconsejable mejorar la ración energética y proteica hasta superar el peso señalado (ver Cuadro I); de esa manera, la frecuencia de animales servidos y preñados a los 60 d será elevada.

2. ESTACIONALIDAD DE LOS SERVICIOS.

Los vacunos no se consideran reproductores estacionales pero se ha señalado que la EP al igual que la CC puede ser modificada por la época [55], independiente de su propia época de nacimiento [62], a pesar que el desarrollo corporal ocurre a lo largo de varias épocas [62]; este hecho es poco evidente en *Bos indicus* y sus mestizos [39,88]. El ambiente invernal o de sequía atrasa el inicio de la pubertad [52,79,95] ocasionando períodos de sub-nutrición que son responsables en parte del atraso en la EP, aunque otros estudios demuestran un efecto positivo de la época sobre la EP [52,55,76,95]; sin embargo, puede no ser tan evidente cuando hay escasas diferencias en la GDP entre destete y pubertad [81].

Una característica de los animales en pastoreo es la variación estacional y el consumo irregular de la alimentación que repercute en cambios en el peso vivo, GDP y CC, al igual que en la distribución de los servicios, servicios fecundos y partos. En la mayoría de los casos, en el medio tropical resulta difícil separar los efectos estacionales de los efectos nutricionales, ambos muy interrelacionados sobre la función reproductiva [42,43]. La época seca atrasa la EP y disminuye la GDP [41,42] en rebaños mestizos en pastoreo, en los cuales la existe una correlación entre los meses de mayor caída pluviométrica con los menores intervalos entre partos ($r=-0.66$) confirmando la influencia de la mayor calidad y abundancia de pastos sobre la actividad reproductiva [44].

Como una alternativa para evitar los partos en épocas desfavorables se ha recomendado establecer temporadas de montas en novillas, de forma que la última fase de la gestación e inicio de la lactancia coincida con los meses de mayor disponibilidad alimentaria [40]. Una estacionalidad bien concebida garantiza una buena CC al parto y un rápido reinicio de la ciclicidad posparto, reduciendo los costos de la explotación sin afectar la producción de leche y los ingresos de la finca. En ocho rebaños tradicionales ($n=17.632$ vacas) se observó cierta estacionalidad en los servicios de novillas, principalmente entre Setiembre-Febrero (58.9%) y Mayo-Agosto (41%), coincidiendo con otros rebaños en una mayor proporción de servicios fértiles en época de lluvias ($r=0.84$) y ratificando su dependencia de la calidad y disponibilidad de los pastizales en los sistemas tradicionales [50]. La consiguiente mejor CC favorece una mayor frecuencia de primeros servicios y fertilidad en los meses secos [40,41]

Buscando los partos estacionales en novillas mestizas, se logró una frecuencia de servicios fértiles de 62.5, 17.7, 3.0 y 17.7% para los períodos Octubre-Diciembre, Enero-Marzo, Abril-Junio y Julio-Setiembre [40,41]; esa estacionalidad se mantiene relativamente constante durante la vida productiva de las vacas, correspondiendo la mayor tasa de servicios entre Setiembre-Febrero y de partos en Julio-Diciembre (60%). En una explotación tropical se ha motivado igualmente para establecer servicios estacionales de novillas entre Octubre-Febrero, de forma que 85-92% de partos se sucedan entre Agosto y Noviembre, época de buena calidad de pastos [40]. Similarmente, en otra explotación se evitan los partos entre Enero-Abril, manteniendo los servicios entre Diciembre-Marzo (31.7%) y Julio-Septiembre (64%), logrando una distribución de partos de 50.5% y 35% y fer-

tilidad al primer servicio de 82 y 62% entre Agosto-Noviembre y Abril-Junio, a la vez que la duración de la lactancia fue mas prolongada [50].

En caso que las novillas se incorporen al servicio estacional, es recomendable que las inseminaciones se realicen 15-30 d antes que en las vacas para favorecer una reanudación conjunta de la actividad posparto, a la vez que se reduce el estrés de la incorporación al rebaño productivo. Dentro de cada ambiente, deberá analizarse la época más adecuada para alcanzar un mejor comportamiento productivo y reproductivo con una máxima supervivencia de las crías [43].

V. INDUCCIÓN DE LA PUBERTAD.

1. INFLUENCIA DEL COMPONENTE GENÉTICO.

Para adelantar la EP es imprescindible considerar el componente genético de la pubertad como un carácter heredable (que puede ser modificado por el ambiente)[72] y su relación con el peso adulto [111]. Animales puros B indicus parecen ser distintos de los B taurus en relación con los efectos del genotipo sobre la pubertad, a pesar que se ha mostrado que animales cebuínos pueden alcanzar la EP tan temprano como las razas B taurus a través de la selección por el carácter de pubertad precoz [6]. En novillas mestizas, aunque no se ha estimado la heterosis en relación con la EP y PP como en ganado de carne [116], es posible detectar su presencia al relacionar la frecuencia de ciclos estruales y fases luteales cortas al inicio de la pubertad [46] y su actividad ovulatoria [74]. El hecho que los Cebú cruzados con razas de baja fertilidad requieran un extra de 25-27 k de peso corporal para obtener las mismas tasas de concepción que las vacas categorizadas con de buena fertilidad, se ha señalado como una posible base genética de pubertad atrasada [88].

Cuando el predominio racial de las mestizas es B indicus de características de pubertad tardía es recomendable recurrir a cruces con razas B taurus como la Holstein o Jersey de pubertad mas precoz [25,76,84]. Bajo similares condiciones, entre las distintas razas de carne (Angus, Hereford) y de leche (Holstein, Jersey), las Brahman fueron las de pubertad mas tardía (537 d) y pesadas (341 k), mientras que las Jersey fueron las mas jóvenes (255 d) y ligeras (172 k), siendo las demás intermedias [21,25,52,76,82,84,104,109]. También es posible lograr una pubertad tem-

prana a través de una selección adecuada de los toros. Aquellos toros con mayor circunferencia escrotal a los 15 m, alcanzan la EP más temprana que toros con testículos pequeños; sus medias hermanas también alcanzan una pubertad temprana. El coeficiente de correlación entre tamaño escrotal y pubertad temprana es de -0.71 [8]; siendo muy alta la heredabilidad del tamaño escrotal (0.67), la EP puede reducirse seleccionando toros con testículos grandes [19].

2. EFECTO MACHO EN LAS NOVILLAS.

Al igual que en los pequeños rumiantes, se ha tratado de demostrar el efecto bioestimulante de la presencia del macho sobre el inicio de la pubertad; sin embargo, han sido inconsistentes los resultados de la exposición de las novillas prepuberales a machos a corto plazo [71] y largo plazo [92] sobre el inicio de la pubertad [84], aunque se ha señalado que ese estímulo no existe en novillas [92].

El número de novillas cíclicas al inicio de la estación no parece estar influenciado por su exposición a toros vasectomizados durante un período de 18 d [71]; sin embargo, en novillas expuestas al macho entero antes de la estación sexual, se observó que ciclaban y eran servidas antes que las no expuestas [85]. Igualmente, novillas sometidas a toros epididectomizados 70 d antes de la época de servicios mostraban una ciclicidad de 70% superior al 30% de las no expuestas [62], a la vez que las novillas que copulaban con un toro estéril adelantaban la ovulación en 2.2 h sobre las que no habían copulado (7.7 y 9.8 h después del celo), sin afectar la duración del celo.

El inicio más temprano de la pubertad en novillas pastoreando con toros ha sido atribuido al efecto de feromonas primarias, desde que la pubertad puede adelantarse en novillas que recibieron orina de toro colocada por vía intranasal sobre el órgano vomeronasal [60]. El estímulo despierta respuestas endocrinas y de comportamiento: 67% de las novillas tratadas alcanzaron la EP en un lapso de 8 semanas contra sólo 33% en las tratadas únicamente con agua [60].

Por otro lado, la exposición de novillas prepúberes a vacas maduras, influencia consistentemente el inicio de la pubertad [79], aunque la interacción social con novillas cíclicas parece que no tiene efecto sobre la EP y PP [92], al no favorecer una mayor frecuencia de celos [9]. Las diferencias en la respuesta a la interacción social se han vinculado con las razas, tiempo de exposición, estado nutricional e incluso con el peso y CC, al señalar-

se un efecto positivo entre la tasa de crecimiento y exposición al toro [60]. La respuesta fue mas amplia en novillas mantenidas en un plano elevado de nutrición, por lo que esta respuesta al efecto macho en relación con la CC parece ser inversa a la observada en vacas posparto.

3. TRATAMIENTOS HORMONALES DE INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN.

Aunque la EP está regulada por efectos genéticos y ambientales y en especial por los niveles nutricionales [100], se han utilizado una serie de tratamientos hormonales para inducir la pubertad en novillas que no la logran en la época deseada y con la edad óptima; sin embargo, no se han evaluado las ventajas y consecuencias a largo plazo de los tratamientos aplicados. Por otro lado, el control hormonal del celo favorece el manejo de las hembras de reemplazo y el acortamiento de la estación de servicios y partos, lo que permitirá extender su período posparto [9].

La escasa frecuencia y amplitud de las descargas de GnRH y LH se incrementan conforme se acerca la pubertad. Los tratamientos exógenos para inducir el crecimiento folicular y la ovulación se basan en la pérdida progresiva de la sensibilidad hipotalámica al efecto negativo de los esteroides [62,79,96]. Para una respuesta adecuada del tratamiento se requiere simular la impresión de la progesterona (P4) que se como una descarga prepuberal temporal y baja previa al celo ovulatorio [40]; P4 actúa sinérgicamente con los estrógenos para estimular la descarga de LH y un feed-back positivo [96], a la vez que desensibiliza los ovarios a las gonadotropinas [87].

Varias técnicas han sido utilizadas para inducir el celo en novillas de reemplazo [49], siendo posible elaborar protocolos específicos de acuerdo a las circunstancias [3,7,32,54,101,105]. Como premisa, debemos considerar que los tratamientos hormonales deben ser evitados cuando las novillas son muy jóvenes o tienen poco peso con CC y CTR bajos, pero podrán ser utilizados en hembras de madurez tardía con CC de 3 o mas y CTR de 4 o mas; buenos calificativos son imprescindibles para garantizar una exitosa respuesta. En caso contrario, abstenerse de trabajos y gastos inútiles, especialmente por el uso de las prostaglandinas o sus análogos, hacia los cuales la respuesta es muy pobre en novillas con bajos calificativos y nula en las pre-puberales [101].

La progesterona y los progestágenos han sido usados para inducir celo fértil en novillas peripuberales [38,39,101,105], incluso en mestizas [49], tanto con implantes (Norgestomet, Synchro-Mate B, SMB) como con dispositivos intravaginales (PRID, CIDR-B); para una respuesta más uniforme, en novillas puberales, se adiciona estradiol que actúa como luteolítico y se complementan con PMS o prostaglandinas para asegurar una mejor sincronización ovulatoria y fertilidad al servicio sincronizado y sobre los tratados [49]. Otras drogas [3,105] que se incorporan al alimento (MGA, MAP, CAP) no son recomendables en mestizas por ser más costosas, menos exitosas y por requerir de un período de acostumbramiento a la ración.

Para lograr una respuesta satisfactoria de sincronización en novillas mestizas se requieren pesos superiores al 65-70% del peso adulto y mantener GDP de 400 g/d o más, como se deduce de los tratamientos con SMB o PRID en novillas con pesos medios de 342 y 326 k [49]; la respuesta de celo fue más elevada ($P<0.01$) en animales con CC > 2.5 (90 contra 74% para CC de 2 o menos), al igual que la fertilidad al primer servicio (75 vs 50%; $P<0.01$), situación que igualmente se repite en los animales no tratados (CUADRO IX).

Cuadro IX. Influencia del estado nutricional de las novillas mestizas sobre la respuesta al tratamiento con implantes progestágenos (NORGESTOMET) o dispositivos intrauterinos de progesterona (PRID) adicionados de PMSG y/o prostaglandinas e inseminadas 12-16 h después del inicio del celo

Tratamiento	Nivel nutricional de las novillas							
	Bueno (CC>2.5)				Deficiente (CC<2.0)			
	N	Induc. celo	Fertilidad(%)		N	Induc. celo	Fertilidad (%)	
° Obs.	1-4d	1er Serv.	3er Serv.	° Obs.	1-4d	1er Serv.	3er Serv.	
NORGESTOM (9-12 d)	19	89.5 ^a	76.5 ^a	88.2 ^a	17	70.6 ^c	50.0 ^c	58.3 ^c
	32	93.7 ^a	73.3 ^a	81.3 ^a	13	76.9 ^c	50.0 ^c	53.8 ^c
PRID (7-12 d)	28	100.0 ^a	67.9 ^a	78.6 ^a	17	76.5 ^c	46.2 ^c	64.7 ^c
TESTIGOS (45 d)								

Alrededor del 90% de novillas de carne prepuberales tratadas con SMB entran en celo, con 50% de preñez [3,39,102], mientras que esas cifras fueron de 73 y 60% en novillas prepuberales tratadas con PRID [32]. En novillas de carne acíclicas ha sido posible inducir el celo con SMB [39] con 77% de respuesta de celos y baja fertilidad que fluctúa entre 33 y 68% [80], atribuida a la falta de actividad ovárica. Esa baja fertilidad fue confirmada en hatos con menos de 50% de animales cíclicos y en novillas cíclicas tratados con SMB (48 contra 30% resp), siendo la respuesta más efectiva cuando se tratan cerca del momento de la pubertad [7].

Los progestágenos son mas efectivos en novillas con buen estado nutricional y CC [49] y cuando se combinan con un incremento de la energía de la dieta [39]; una alimentación suplementaria con más de 20 MJ/d de energía metabolizable adicional, seis semanas antes y después del celo inducido en novillas lecheras, incrementó la tasa de partos en 19% sobre los testigos, aunque no se confirmó una relación significativa entre CC y fertilidad [29]. Igualmente, es necesario prolongar el período de alimentación suplementaria después del servicio para no incrementar las perdidas embrionarias; tampoco debe modificarse la composición y calidad del alimento pues puede producirse una caída de la fertilidad [27]. Una reducción de la alimentación suplementaria a sólo tres semanas antes y después sólo fue efectiva en novillas con CC superior a 2.5 y en aquellas servidas por MN o IA al celo observado [27].

La facilidad de disposición de las prostaglandinas (PGs) ha favorecido su amplio uso en novillas puberales. Una doble dosis permite una buena respuesta de celo y fertilidad luego de la IA en momentos pre-determinados. Las prostaglandinas no mejoran la fertilidad y no reemplazan un buen manejo del servicio; sólo responderán adecuadamente aquellas con buena CC y CTR indicativo de ciclicidad; muchas novillas jóvenes o con poco peso no responden aun luego de dos inyecciones [54], disminuyendo la eficiencia del tratamiento.

Para una mejor respuesta se ha sugerido una suplementación 4-6 semanas antes del servicio que asegure una GDP no menor de 500 g/d e inyectar una dosis de PGs, observar celos e inseminar; las que no entraron en celo, re-inyectarlas a los 10-12 d e inseminarlas al celo detectado, repasando con toros 5-6 d después [27]. Una sola IA 80 h después de la segunda dosis no mejora la fertilidad [27] al parecer por ser demasiado tardía en novillas y por ser mas corto el lapso entre las PGs y el celo [80].

En rebaños donde es posible la detección de los celos, los programas de inducción deben iniciarse con el CTR e inyectar con PGs sólo aquellas novillas cíclicas con CTR de 4 o más; si el número de tratadas es amplio, puede ser suficiente una sola inyección para lograr un buen grupo y realizar una sola inseminación exitosa al celo detectado. En caso que se desee una segunda inyección en las que no exhibieron celo, se sugiere una nueva palpación y CTR para eliminar las acíclicas. Con una buena selección se reduce el trabajo y los costos, siendo los resultados más satisfactorios. Otra forma de reducir costos, es detectando el celo durante 7 d en el grupo de novillas púberes que se desea inducir e inseminar las observadas en celo; las restantes serán inyectadas el d 7 con PGs por una o dos veces, inseminando al celo detectado.

Las expectativas iniciales por una amplia utilización de los tratamientos de inducción y sincronización del celo en novillas mestizas han disminuido debido a una serie de razones discutibles: la escasa distribución de las drogas en nuestro medio, alta variabilidad de las respuestas y posible menor fertilidad, elevado costo de los tratamientos, semen e IA adicional, además de la aducida excesiva manipulación de los animales. El ganadero señala, a veces con razón, mejores tasas de fertilidad en celos, igualmente sincrónicos, introduciendo el macho durante 45-60 d. Nuestra experiencia indica que los tratamientos hormonales sólo deben aplicarse en ganaderías mejoradas, sobre animales de reemplazo de calidad y bajo un manejo nutricional suficiente para asegurar una buena CC y CTR con elevada respuesta de celo y de fertilidad en corto plazo.

4. APLICACIÓN DEL CTR PREVIO A LA INDUCCIÓN Y SINCRONIZACIÓN.

Por los resultados previos podemos deducir que el principal factor que limita el éxito de los tratamientos, es la tasa de novillas cíclicas al momento del tratamiento, la cual suele estar afectada por el peso y la alimentación. Una forma de evaluar la ciclicidad y predecir el resultado potencial de los tratamientos es mediante el CTR por palpación rectal de los ovarios y útero [1,67] (ver Cuadro IV).

El CTR varía entre 1 y 5 pero los indicativos de ciclicidad determinados 15-30 d antes del tratamiento deben ser 4 ó 5, con un índice ovárico (IO) mayor de 4.0 ó 4.8, lo que permitiría asegurar una respuesta favorable de celo y fertilidad, como se ha señalado en novillas de carne [1,67,80] es-

pecialmente antes del tratamiento con prostaglandinas [47]. En novillas mestizas tratadas con SMB, la respuesta de celo fue superior para CTR de 4 o más (89 contra 79% para CTR<3;P<0.05) al igual que la fertilidad al celo sincronizado (64 contra 54%) (CUADRO X). La inducción fue inferior en las tratadas con PGs debido a la acíclica y pobre respuesta de las novillas con bajo IO y CTR <3(21 vs 78%; P<0.01); en todo caso, es más recomendable el tratamiento con progestágenos que inducen más celos fértiles, especialmente en novillas con buena CC [47], aunque con CTR de 4 o más, ambos tratamientos tienen una semejante óptima respuesta [47,80].

Cuadro X. Efecto de la calificación del tracto reproductivo (CTR) sobre la respuesta de celo y la fertilidad al servicio sincronizado en novillas mestizas tratadas con prostaglandinas o progestagenos (n=140)

CRT	Peso (kg) CC (Prom)		Respuesta a los Tratam.de Sincronización (%)					
			Prostaglandinas			Progestágenos		
			Nº	Celo 1-5 d	Fertil.	Nº	Celo 1-5 d	Fertil.
<3	306.4	3.1	15	26.7 ^a	50.0 ^a	14	78.6 ^a	54.5 ^a
4	316.8	3.4	23	82.6 ^c	57.9 ^b	24	87.5 ^b	61.9 ^b
5	323.1	3.5	32	90.6 ^c	62.1 ^b	32	90.6 ^b	65.5 ^b
Total	317.5	3.3	70	74.3 ^{xx}	59.6	70	87.1 ^{xx}	62.3
	±14	±0.3						

a-b P<0.05 a-c P<0.01 xx P<0.01

VI. COMPORTAMIENTO POSPARTO.

Resulta interesante el hecho de una significativa interrelación negativa entre la EP y el intervalo parto-celo; las novillas que pesan más al destete alcanzan la EP más temprana pero sus intervalos parto-celo serán más prolongados comparados con sus contemporáneas que pesaban menos al destete [84]. La edad recomendable al primer parto en novillas mestizas bajo pastoreo y en sistemas mejorados varía entre 32 y 36 m, cuando las novillas están maduras y han adquirido el volumen necesario para una buena producción de leche. Los mayores intervalos de las novillas más pesadas se asocian con baja CC y altos niveles de producción [42,44]. Siendo

la heredabilidad reproductiva baja en vacunos [104,111], la interrelación pubertad-posparto estará influenciada principalmente por factores de manejo y ambientales, los cuales deberán superarse para mantener una eficiente reproducción.

Esa vaca de primer parto constituye un caso especial de infecundidad. Una serie de factores atribuidos a cambios fisiológicos como, consecuencia del estrés del parto, inicio de la lactación y del amamantamiento como del efecto bio-estimulante de la presencia de la cría ejercen un bloqueo endocrino sobre el reinicio de la actividad ovárica prolongando el intervalo vacío luego del parto [31,42,44,114]. Sin duda, este efecto es más evidente en rebaños con manejo tradicional con hembras amamantando y con bajo nivel nutricional. Al eliminar estos dos factores en fincas con manejo mejorado, es posible observar su efecto en hembras mestizas primíparas (CUADRO XI).

En las fincas con manejo mejorado 50% de las hembras paren con CC superior a 2.3, cifra que sólo es de 33% en vacas de fincas tradicionales. A los 45 d posparto habían ciclado 26.5 y 8.3% de vacas resp ($P < 0.01$), cifras que aún a los 90 d posparto duplicaban la ciclicidad en las fincas mejoradas

Cuadro XI. Influencia decisiva de la condición corporal al parto y del manejo sobre el reinicio de la ciclicidad y tasa de eliminación en vacas mestizas de primer parto (1988-1992)

Condición corporal	%	Finca con manejo mejorado (n = 230)					
		Frecuencia de celo en días posparto (%)					
		30	30-45	46-60	61-90	91-120	150 d(%)
Elimin.							
1 o menos	17.8	0	19.5	51.2	80.5	80.5	12.2
1.3 - 2.0	31.7	4.1	28.8	63.0	89.0	89.0	5.5
2.3 - 3.0	29.1	28.4	55.2	71.6	94.0	94.0	0
3.3 o más	21.3	44.9	75.5	91.8	95.9	95.9	4.1
Promedios		19.1 ⁺⁺	44.5 ⁺⁺	69.6 ⁺⁺	90.4 ⁺⁺	90.4 ⁺⁺	4.8 ⁺
Finca con manejo tradicional (n = 216)							
1 ó menos	27.3	0	0	16.9	40.7	40.7	18.6
1.3 - 2.0	39.4	0	0	32.9	50.6	50.6	9.4
2.3 - 3.0	21.8	8.5	19.1	48.9	61.7	61.7	8.5
3.3 o más	11.6	20.0	36.0	60.0	76.0	76.0	8.0
Promedios		4.2 ⁺⁺	8.3 ⁺⁺	35.2 ⁺⁺	53.2 ⁺⁺	53.2 ⁺⁺	11.6 ⁺

con respecto a las fincas tradicionales (70 vs 35%; $P<0.01$). Estas cifras resultan mas importantes en los animales con CC superior a 2.3, que a los 90 d habían ciclado en 81 y 54% resp, Como consecuencia del prolongado anestro posparto se eliminaron 4.8 y 11.6% de vacas primíparas en las fincas con manejo mejorado y tradicional. Es en ese sentido donde deben desarrollarse esfuerzos para controlar la perdida de peso y de CC luego del primer parto. Los programas de manejo han demostrado tener efectos importantes sobre el futuro comportamiento y eficiencia reproductiva de las novillas y vacas.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha podido ser preparado gracias al apoyo técnico y económico del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y Alimentarias (INIA) y de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia de España.

VII. LITERATURA CITADA.

1. Andersen KJ, D LeFever, JS Brinks, JG Odee. 1991. The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agri-Practice* 12:19.
2. Arije GF, JN Wiltbank. 1971. Age and weight at puberty in Hereford heifers. *J Anim Sci* 33:401.
3. Beal WE, GA Good, LA Peterson. 1984. Estrus synchronization and pregnancy rates in cyclic and non cyclic beef cows and heifers treated with Synchro-Mate B or norgestomet and alfaprostol. *Theriogenology* 22:59.
4. Bellows RA. 1978. Developing replacement heifer. In: *Proc Natl Ext Ind Invit Workshop Beef Cattle Reprod Manag.* Oklahoma, SEA Ext Mis Doc.Wash.USA.
5. Bellows RA, OO Thomas, TM Riley, RB Gibson, NF Kiefer, JJ Urick, OF Pahnish. 1965. Feed effects on puberty in beef heifers. *Proc West Sect Am Soc Anim Sci* 23:23.
6. Beverly JR, JC Spitzer. 1979. Management of replacement heifers for a high reproductive and calving rate. *TAMU Agric Ext Serv Bull.* B-1213:3.
7. Brink JT, GH Kiracofe. 1988. Effect of oestrous cycle stage at Synchro-Mate B treatment on conception and time to estrus in cattle. *Theriogenology* 29:513.
8. Brinks JS, MJ McInerney, PJ Chenoweth. 1978. Relationship of age at puberty in heifers to reproductive traits in young bulls. *Proc West Sect Am Sco Anim Sci* 29:28.
9. Britt JH. 1995. Management of reproductive performance in high producing cows in a healthy environment. In: *Acta III Cong int Med Bovine.* ANEMBE, Santander (España), 102.

10. Brown JE, CJ Brown, WT Butts. 1972. Relationships among weights, gains and earliness of maturing in Hereford and Angus females. *J Anim Sci* 35:507.
11. Burfening PJ. 1981. Effect of nutrition on future reproduction. *Proc Ann Mtg Soc Theriogenology*, Denver Co, 63-67.
12. Burfening PJ, DC Anderson, RA Kinkie, J Williams, RL Friedrich. 1978. Synchronization of estrus with PGF_{2a} in beef cattle. *J Anim Sci* 47:999.
13. Byerley DJ, RB Staigmiller, JB Berardinelli, RE Short. 1987. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. *J Anim Sci* 65:645.
14. Carter AH, EH Cox. 1973. Observations on yearling mating of beef cows. *Proc NZ Soc Anim Prod* 33:94.
15. Chapman HD, JM Young, EG Morrison, NC Edwards Jr. 1978. Differences in lifetime productivity of Herefords calving first at 2 or 3 years of age. *J Anim Sci* 46:1159.
16. Chirinos Z, González-Stagnaro C, M Ventura, A del Villar. 1990. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas mestizas de primer parto sometidas a tratamientos nutricionales prepuberales. VI Cong Venez Zoot. San Cristóbal NR-32 (Abstr)
17. Choung DC, JK Kim, DC Kim. 1986. Use of radioimmunoassay to monitor the reproductive status of Cheju native cattle and the effect of supplementary feeding on reproduction. In: Nuclear and related techniques in Animal Production and Health. *Proc Symp IAEA-SM-292*, 9:583.
18. Clanton DC, LE Jones, ME England. 1983. Effect of rate and time of gain after weaning on the development of replacement beef heifers. *J Anim Sci* 56:280.
19. Coulter GH, TR Rounsaville, RH Foote. 1976. Heredability of testicular size and consistency in Holstein bulls. *J Anim Sci* 43, 9.
20. Crichton JA, JN Aitken, AW Boyne. 1959. The effect of plane on nutrition during rearing on growth, production and reproduction and health of dairy cattle. I. Growth to 24 months. *Anim Prod* 1:145.
21. Cundiff LV, KE Gregory, RM Koch. 1974. Effects of heterosis on reproduction in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *J Anim Sci* 38, 711.
22. Dale HE, AC Ragsdale, CS Cheng. 1959. Effects of constant environmental temperatures, 50° and 80° F, on appearance of puberty in beef calves. *J Anim Sci* 18:1363.
23. Day ML, K Imakawa, DD Zalesky, RJ Kittok, JE Kinder. 1986. Effects of restriction of dietary energy intake during the prepubertal period on secretion of luteinizing hormone and responsiveness of the pituitary to luteinizing hormone-releasing hormone in heifers. *J Anim Sci* 62:1641.
24. Desjardins C, Hafs HD. 1969. Maturation of bovine female genitalia from birth through puberty. *J Anim Sci* 28:502.
25. Dobson H, M. Kamonpatana. 1986. A review of female cattle reproduction with special reference to a comparison between buffaloes, cows and zebu. *J Reprod Fert* 77:1.
26. Drew SB. 1988. The influence of management factors during rearing on the subsequent performance of Friesian heifers. *Brit Cattle Breed Digest* 43:41.
27. Drew SB. 1992. Heifer rearing-12 weeks to calving. In: *Bovine Medicine*. Edit AH Andrews, RW Blowey, H Boyd, RG Eddy. Blackwell Scient Publ 5:45.

28. Drew SB, JF Alman. 1982. The effect of weight at first insemination on the subsequent performance of Friesian dairy heifers. *Anim Prod* 34:371.
29. Drew SB, CG Pointer. 1977. The effect of level of nutrition on fertility in Friesian heifers in autumn and early winter. *EAAP 28th Ann Meet. Brussels*, paper 77/8, 1.
30. Dufour JJ. 1975. Influence of postweaning growth rate on puberty and ovarian activity in heifers. *Can J Anim Sci* 55:93.
31. Dunn TG, JE Ingalls, DR Zimmerman, JN Wiltbank. 1969. Reproductive performance of 2-year-old Hereford and Angus heifers as influenced by pre-and post-calving energy intake. *J Anim Sci* 29:719.
32. Ellicott AR, CE Thompson, JR Hill. 1977. Pregnancy rates in cows and heifers inseminated at pre-determined times using progesterone-releasing intra-vaginal devices. *Theriogenology* 8:315.
33. Erickson BH. 1966. Development and senescence of the post natal bovine ovary. *J Anim Sci* 25:800.
34. Ferrell CL. 1982. Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. *J Anim Sci* 55:1272.
35. Foldager J, K Sejrsen. 1982. Nutrition of replacement heifers affect mammary development and their ability to produce milk. *World Congr Diseases of Cattle. The Netherlands* I:45.
36. Furniss SJ, A Stroud, H Barrington, SPJ Kirby, JP Wray, P Dakin. 1986. The effect of dam's parity on first lactation performance of dairy heifers. *Anim Prod* 42:463.
37. Gardner RW, JD Schuch, LB Vargus. 1977. Accelerated growth and early breeding of Holstein heifers. *J Dairy Sci* 60:1941.
38. Glencross RG. 1980. Attempts to induce normal ovarian function in prepuberal heifers. *Anim Breed Abstr* 48:442.
39. González-Padilla E, R Ruiz, D LeFever, A Denham, JN Wiltbank. 1975. Puberty in beef heifers. III Induction of fertile estrus. *J Anim Sci* 40:1110.
40. González-Stagnaro C. 1985a. Comportamiento reproductivo en novillas mestizas. *1era Jorn. Nac. Invest. Reprod. Anim. Maracaibo, Venezuela*, 24 pp.
41. González-Stagnaro C. 1985b. Factores de manejo que afectan la eficiencia de la inseminación en vacas mestiza. In: *Taller Manejo, Técnica y Control de la Reproducción. II Jorn. Ganad. Doble Propósito. Maracaibo, Venezuela*, 32 pp.
42. González-Stagnaro C. 1991. Problemas reproductivos en ganado vacuno. Importancia de los Programas de Control. *IV Jorn Prod Animal. A.I.D.A. ITEA, vol extra 11*, 1:23.
43. González-Stagnaro C. 1992. Fisiología reproductiva en vacas mestizas de doble propósito. In: *Ganadería Mestiza de Doble Propósito. 1era ed. C González-Stagnaro ed. Publ. Astro Data S.A, Maracaibo. VIII:153*.
44. González-Stagnaro C. 1994. Evaluación productiva y estrategia de manejo de la sub-fertilidad en vacas mestizas en zona tropical. *XIV Curso int. Reprod. Animal. INIA, Madrid* 27 pp.
45. González-Stagnaro C, J Goicochea. 1988. Condición corporal, eficiencia reproductiva y producción de leche en vacas mestizas. *Mem XI Reunión Latinoam. Prod. Animal. La Habana, Cuba*.

46. González-Stagnaro C, J Goicochea, LN Ramírez, D Medina. 1988. Estrus behaviour and initiation of ovarian activity as determined by serum progesterone in tropical crossbred heifers. Proc XI int Congr Animal Reprod Artif Insem. Dublin, Ireland 4:532.
47. González-Stagnaro C, J Goicochea, N Madrid-Bury. 1995. Influencia del calificación del tracto reproductivo sobre la respuesta a la sincronización del celo en novillas mestizas. Mem XIV Reunión Latinoam. Prod. Animal, Mar del Plata, Rep. Argentina.
48. González-Stagnaro C, González-Fernández R. 1974. Programas de inseminación artificial con semen congelado en novillas. Jorn. Veter. 1974 Maracay, Venezuela.
49. González-Stagnaro C, E Soto, J Goicochea. 1981. Efecto de la actividad ovárica, estado nutricional y de la inseminación sistemática sobre la eficiencia de un tratamiento progestágeno en vacas y novillas. Mem VII Reunión Latinoam. Prod. Animal, Sto. Domingo, Rep. Dominicana F-29 (Abstr).
50. González-Stagnaro, F Perea. 1994. Planificación estacional de la reproducción en hatos mestizos. Rev. Fac. Agronomía (LUZ) 11:238.
51. González-Stagnaro C, M Ventura, D Medina. 1990. Adelanto de la pubertad y primer servicio en novillas mestizas. Annais 12° Reuniao Latinoam Prod Animal, Campinas SP, Brasil 202.
52. Grass JA, PJ Hansen, JJ Rutledge, ER Hauser. 1982. Genotype x environment interactions on reproductive traits of bovine females. I Age at puberty as influenced by breeds, breed of sires, dietary regimen and season. J Anim Sci 55:1441.
53. Greer RC, RW Whitman, RB Staigmiller, DC Anderson. 1983. Estimating the impact of management decisions on the occurrence of puberty in beef heifers. J Anim Sci 56:30.
54. Hafs HD, JG Manns, SB Drew. The onset of oestrus and fertility of dairy heifers and suckled beef cows treated with prostaglandin F2a. Anim Prod 21:13.
55. Hansen PJ. 1985. Seasonal modulation of puberty and the postpartum anestrus in cattle: A review. Livestock Prod Sci 12:309.
56. Hansen PJ, KK Schillo, LA Kamwanja, ER Hauser, DJ Dierschke. 1981. The influence of season on sexual development in the bovine female: Ovarian growth and body weight as related to puberty. In: Dynamics of ovarian function. NB Schwartz & M Hunzicker-Dunn Edit. Raven Press, N York, 239.
57. Hill JR, DR Lamond, DM Henricks, JF Dickey, GD Niswender. 1970. The effect of undernutrition on ovarian function and fertility in beef heifers. Biol Reprod 2:78.
58. Imakawa K, ML Day, M García-Winder, DD Zalesky, RJ Kittok, BD Schanbacher, JE Kinder. 1986. Endocrine changes during restoration of estrous cycles following induction of anestrus by restricted nutrient intake in beef heifers. J Anim Sci 63, 565.
59. Isea, W. 1994. Producción de leche y raza paterna sobre el crecimiento predestete de becerros cruzados. Rev. Cient. FCV-LUZ Maracaibo, IV:85.
60. Izard MK, JG Vandenberg. 1982. The effects of bull urine on puberty and calving date in crossbred beef heifers. J Anim Sci 55:1160.

61. Joubert DM. 1954. The influence of high and low nutritional planes on the estrous cycle and conception rates of heifers. *J Agric Sci (Camb)* 45:172.
62. Kinder JE, ML Day, RJ Kittok. 1987. Endocrinology of puberty in cows and ewes. *J Reprod Fert (Suppl 1)* 34:167.
63. Kinder JE, MS Roberson, MW Wolfe, TT Stumpf. 1990. Management factors affecting puberty in the heifer. Proc 39th Ann Beef Cattle Short Course, Univ Florida, Gainesville, 16.
64. Lamond DR. 1970. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. *Anim Breed Abstr* 38:359.
65. Laster DB, HA Glimp, KE Gregory. 1972. Age and weight at puberty and conception in different breeds and breed-crosses of beef heifers. *J Anim Sci* 34:1031.
66. Laster DB, GM Smith, LV Cundiff, KE Gregory. 1979. Characterization of biological types of cattle (cycle II). II Postweaning growth and puberty of heifers. *J Anim Sci* 48:500.
67. LeFever DG, KG Odde. 1986. Predicting reproductive performance in beef heifers by reproductive tract evaluation before breeding. CSU Beef Program Report 13.
68. Levine, JM, MC Mezquita, WD Hohenboken. 1980. Relationship of live weight to calving rate of grade zebu heifers and cows on the eastern plains of Colombia. *J Anim Sci* 50:1040.
69. Little W, RM Kay. 1979. The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers. *Anim Prod* 29:131.
70. Little WC, CB Mallison, DN Gibbons, GJ Rowlands. 1981. Effects of plane of nutrition and season of birth on the age and body weight at puberty of British Friesian heifers. *Anim Prod* 33:273.
71. MacMillan KL, AJ Allison, GA Struthers. 1979. Some effects of running bulls with suckling cows or heifers during the pre-mating period. *New Zeal J Exp Agric* 7:121.
72. Martin LC, JS Brinks, RM Bourdon, LV Cundiff. 1992. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. *J Anim Sci* 70:4006.
73. McCartor MM, RD Randel, LH Carroll. 1979. Dietary alteration of ruminal fermentation on efficiency of growth and onset of puberty in Brangus heifers. *J Anim Sci* 48:488.
74. Mezzadra C, A Homse, D Sampedro, R Alberio. 1993. Pubertal traits and seasonal variation of the sexual activity in Brahman, Hereford and crossbred heifers. *Theriogenology* 40:987.
75. Menge AC, SE Mares, WJ Tyler, IE Casida. 1960. Some factors affecting age at puberty and the first 90 days of lactation in Holstein heifers. *J Dairy Sci* 43:1099.
76. Moran C, JF Quirke, JF Roche. 1989. Puberty in heifers: a review. *Animal Reprod Sci* 18:167.
77. Moseley WM, TG Gunn, CC Kaltenbach, RE Short, RB Staigmiller. 1982. Relationship of growth and puberty in beef heifers fed monensin. *J Anim Sci* 55:357.
78. Nelsen TC, CR Long, TC Cartwright. 1982. Postinflection growth in straightbred and crossbred cattle. II Relationships among weight, height and pubertal characters. *J Anim Sci* 55:293.

79. Nelsen TC, RE Short, DA Phelps, RB Staigmiller. 1985. Non-puberal estrus and mature cow influences on growth and puberty in heifers. *J Anim Sci* 61:470.
80. Odde KG, DG LeFever, GW Boyd. 1989. Heifer and bull replacement for optimum production. Proc Bull and replacement heifers Selection Workshops. Colorado State Univ, Fort Collins, Co, USA.
81. Olleta JL, R Revilla, I Blasco, L San Juan. 1992. Effect of calving season on puberty in Brown Swiss heifers. Proc 12th int Congr Anim Reprod. The Hague, The Netherlands 4:610.
82. Oyedipe ED, DIK Osori, O Akerejola, D Saror. 1982. Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rates of zebu heifers. *Theriogenology* 18:525.
83. Patterson DJ, LR Corah, JR Brethour, MF Spire, JJ Higgins, GH Kiracofe, JS Stevenson, DD Simms. 1991. Evaluation of reproductive traits in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred heifers: Effects of postweaning energy manipulation. *J Anim Sci* 69:2349.
84. Patterson DJ, RC Perry, GH Kiracofe, RA Bellows, RB Staigmiller, LR Corah. 1992. Management considerations in heifer development and puberty. *J Anim Sci* 70:4018.
85. Pennel PL, DD Zalezky, ML Day, MW Wolfe, TT Stumpf, SM Azzam, RJ Kittok, JE Kinder. 1986. Influence of bull exposure on initiation of estrous cycles in prepubertal beef heifers. *J Anim Sci* 63 (Suppl 1): 129 (Abstr).
86. Plasse D, AC Warnick, M Koger. 1968. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. I Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman x British heifers. *J Anim Sci* 27:94.
87. Ramaley JA. 1979. Development of gonadotropin regulation in the prepubertal mammal. *Biol Reprod* 20:1.
88. Randel RD. 1984. Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian breeds). *Theriogenology* 21:171.
89. Revilla R, I Blasco, P Alberti. 1989. Pubertad en novillas de carne nacidas en primavera: Efecto de la raza y del nivel de alimentación. *ITEA* 9:274.
90. Rice LE. 1988. Development of replacement beef heifers. *Compendium Food Animals* 10:543.
91. Ríos JE. 1993. Sistema mejorado de producción de leche y carne (Doble Propósito) con bovinos mestizos en el bosque seco tropical. *Fac Agronomía (LUZ)*, Maracaibo, 167 pp
92. Roberson MS, RP Ansotegui, JG Berardinelli, RW Whitman. 1991. Influence of bioestimulation by mature bulls on occurrence of puberty in beef heifers. *J Anim Sci* 64:1601.
93. Roberson MS, JG Berardinelli, RP Ansotegui, RH Whitman. 1983. Influence of growth rate and exposure to bulls on age at puberty in beef heifers. *J Anim Sci* 69:2092.
94. Ronningen K, K Lampkin, K Gravir. 1972. Zebu cattle in East Africa. I The influence of environmental factors on some traits in Boran cattle. *Swedish J Agric Res* 2:209.

95. Roy JHB, CM Gilles, MW Perfitt, IJF Stobo. 1980. Effect of season of year and moon phase on puberty on the occurrence of oestrus and conception in dairy heifers reared on high planes of nutrition. *Anim Prod* 31:13.
96. Schillo KK, DJ Dierschke, ER Hauser. 1982. Regulation of luteinizing hormone secretion in prepubertal heifers: Increased threshold to negative feedback action of estradiol. *J Anim Sci* 54:235.
97. Schillo KK, JB Hall, SM Hileman. 1992. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. *J Anim Sci* 70:3994.
98. Sejrsen K. 1978. Mammary development and milk yield in relation to growth rate in dairy and dual purpose heifers. *Acta Agric Scand* 28:41.
99. Sejrsen K, JT Huber, HA Tucker, R Makers. 1982. Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpubertal heifers. *J Dairy Sci* 65:793.
100. Short RE, RA Bellows. 1971. Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *J Anim Sci* 32:127.
101. Short RE, RA Bellows, JB Carr, RB Staigmiller, RD Randel. 1976. Induced or synchronized puberty in heifers. *J Anim Sci* 43:1254.
102. Short RE, RB Staigmiller, RA Bellows, RC Greer. 1990. Breeding heifers at one year of age: Biological and economic considerations. *Proc 39th Ann Beef Cattle Short Course*. Univ Florida, Gainesville, 103.
103. Siebert BD, MJ Playne, LA Edye. 1976. The effects of climate and nutrient supplementation on the fertility of heifers in north Queensland. *Proc Austr Soc Anim Prod* 11:249.
104. Smith GM, HA Fitzhugh Jr, LV Cundiff, TC Cartwright, KE Gregory. 1976. A genetic analysis of maturing patterns in straightbred and crossbred Herefords, Angus and Shorthorn cattle. *J Anim Sci* 43:389.
105. Smith RK, ML Day. 1990. Mechanism of induction of puberty in beef heifers with melengestrol acetate. *Ohio Beef Cattle Res and Indust Rep*. 137.
106. Sorenson AM Jr, RW Bratton, W Hansel, WH Hough. 1954. The growth and sexual development of young Holstein heifers as influenced by three levels of nutrition. *J Anim Sci* 13:1031.
107. Sorenson AM, W Hansel, WH Hough, DT Armstrong, K McEntee, RW Bratton. 1959. Causes and prevention of reproductive failures in dairy cattle. I. Influence of underfeeding and overfeeding on growth and development of Holstein heifers. *Cornell Univ Agric Exp Stn Bull*, 936.
108. Spitzer JC, JN Wiltbank, DC LeFever. 1975. Increasing beef cow productivity by increasing reproductive performance. *Colorado State Univ Exp Sta. Genet Series* 949. Fort Collins, USA.
109. Steffan CA, DD Kress, DE Doornbos, DC Andersen. 1985. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding. III Heifer postweaning growth and early reproductive traits. *J Anim Sci* 61, 111.
110. Swierstra EE, GW Rahnfeld, RL Ciplef, JH Strain. 1977. Age and weight at puberty of crossbred heifers sired by Charolais, Limousin, and Simmental bulls. *Can J Anim Sci* 57:697.

111. Taylor St CS, HA Fitzhugh Jr. 1971. Genetic relationships between mature weight and time taken to mature within a breed. *J Anim Sci* 33:726.
112. Tegegne A, KW Entwistle, E Mukasa-Mugerwa. 1992. Effects of dry season nutritional supplementation on growth, onset of puberty and subsequent fertility in Boran and Boran x Friesian heifers in Ethiopia. *Theriogenology* 37:1017.
113. Varner LW, RA Bellows, DS Christensen. 1977. A management system for wintering replacement heifers. *J Anim Sci* 44:165.
114. Wettemann RP, KS Lusby, JC Garmendia, EJ Turman. 1986. Body condition and reproductive performance of first-calf-heifers. *J Anim Sci* 63 (Suppl 1):61.
115. Wiltbank JN. 1970. Research needs in beef cattle reproduction. *J Anim Sci* 31:755.
116. Wiltbank JN, KE Gregory, LA Swiger, JE Ingalls, JA Rothlisberger, RM Koch. 1966. Effects of heterosis on age and weight at puberty in beef heifers. *J Anim Sci* 25:744.
117. Wiltbank JN, CW Kasson, JE Ingalls. 1969. Puberty in crossbred and straightbred beef heifers on two levels of feed. *J Anim Sci* 29:602.
118. Wiltbank JN, S Roberts, J Nix, L Rowden. 1985. Reproductive performance and profitability of heifers fed to weight 272 or 318 kg at the start of the first breeding season. *J Anim Sci* 60:25.
119. Wiltbank JN, WW Rowden, JE Ingalls, KE Gregory, RM Koch. 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *J Anim Sci* 21:219.