



En los bóvidos la edad del primer estro está fuertemente influenciada por el nivel nutricional.

# Alimentación y fertilidad en los bovinos (II)

Vittorio Cappa (\*)

## ENERGIA Y FERTILIDAD

Como se sabe, la reproducción está controlada por una compleja combinación de mecanismos hormonales y nerviosos. Es importante comprender cómo

(\*) El autor pertenece al Instituto de Zootecnia de la Universidad Católica del S. Cuore de Piacenza.

mo influye la alimentación en la actividad reproductora, pero también cómo ésta está influenciada por los mecanismos que la controlan. Algunos de estos mecanismos y las complejas interacciones entre sí existentes se indican en la fig. 2.

Como se ve, la fuente de energía,

expresada como glucosa, puede modular algunos de estos mecanismos mediante su utilización y en concurrencia con otras importantes e indispensables funciones del organismo, entre las que es principal la de la producción de leche.

Es indudable que una vez iniciada la lactación, las necesidades metabólicas para la síntesis y la secreción de la leche superan en mucho a las inherentes a la función reproductora. Esto no significa en absoluto que una vaca de leche, correctamente alimentada, no pueda producir cantidades elevadas de leche y al mismo tiempo reproducir normalmente. Si se calcula la producción de leche diaria en el periodo de permanencia en establo, se observará que las vacas con las producciones más altas son las que presentan los intervalos interparto más breves. En otras palabras, son las más fértiles.

Por consiguiente no existiría una verdadera y propia contraposición entre producción de leche y fertilidad, al menos en términos de selección, como ampliamente ha sido demostrado por Butler W.R. (1987, *J. Dairy Sci.*, 72, 767-783), indicando los resultados de

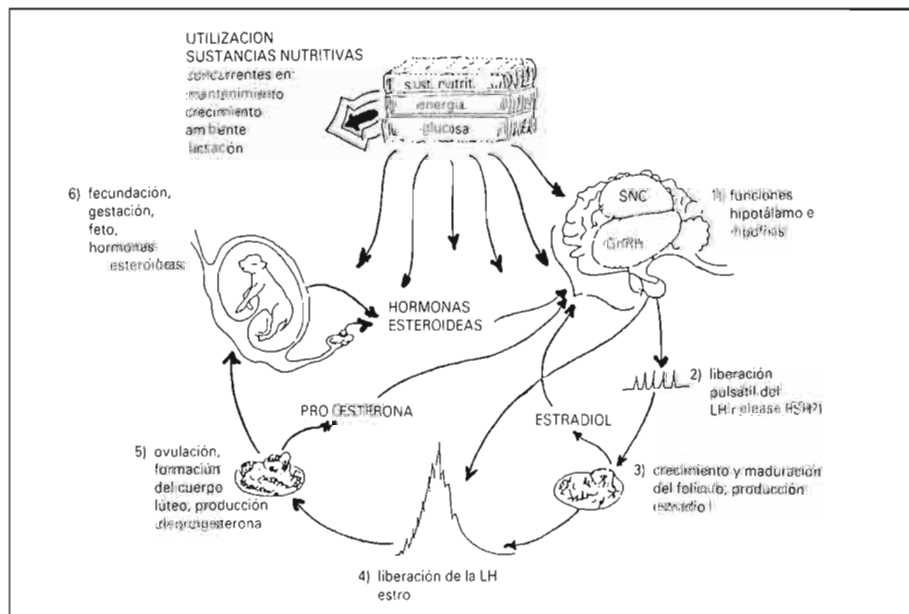


Fig. 2. Representación de las conexiones existentes entre alimentación y control neuro-hormonal de la reproducción (R.E. Short et al., 1988, *Can. J. Sci.* 68, 29-39).

**ALIMENTACION**

estudios realizados durante un cierto número de años en explotaciones de Holstein Friesian. En ellos se ha observado una disminución de la fertilidad del 66 al 50%, que aún en concomitancia con un incremento productivo del 33%, no es atribuible a la mejora genética obtenida y, por tanto, a la selección, sino a otros factores probablemente de naturaleza alimentaria y de gestión. En efecto, en las terneras controladas en el curso del mismo estudio y en las mismas explotaciones, el porcentaje de concepciones en la primera inseminación ha permanecido casi invariable en el tiempo.

Es en la diferencia entre cantidad de leche producida y cantidad de energía consumida, con el fin de satisfacer las necesidades, donde es preciso encontrar la causa principal del estado de hipofertilidad en los primeros meses de lactación; correspondiente al momento de máxima producción cuando la demanda de energía es más elevada.

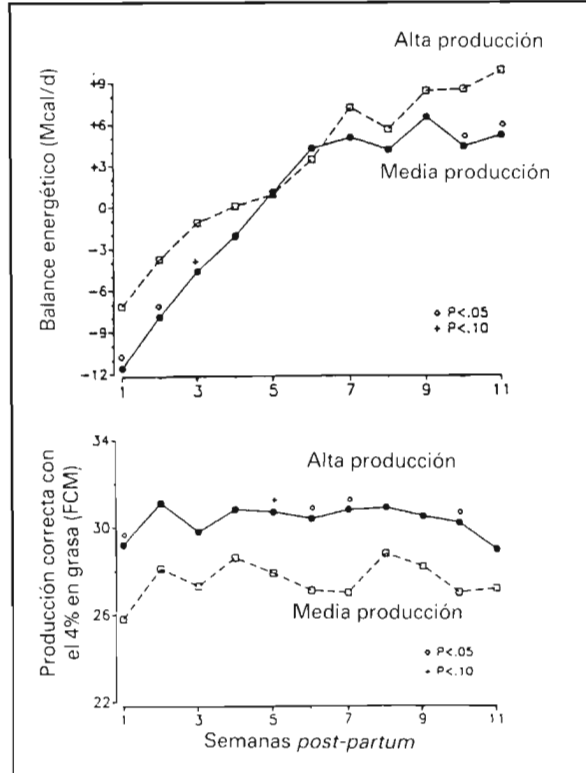
Para demostrar que no es fácil satisfacer las demandas indispensables, bastará recordar que una vaca con una producción de 35 kg de leche al día requiere una cuota de energía tres veces superior a la exigida para la cuota de mantenimiento (p. ej. 5 más 15 UFL para una vaca de 600 kg de p.v., con una producción de 35 kg de leche con



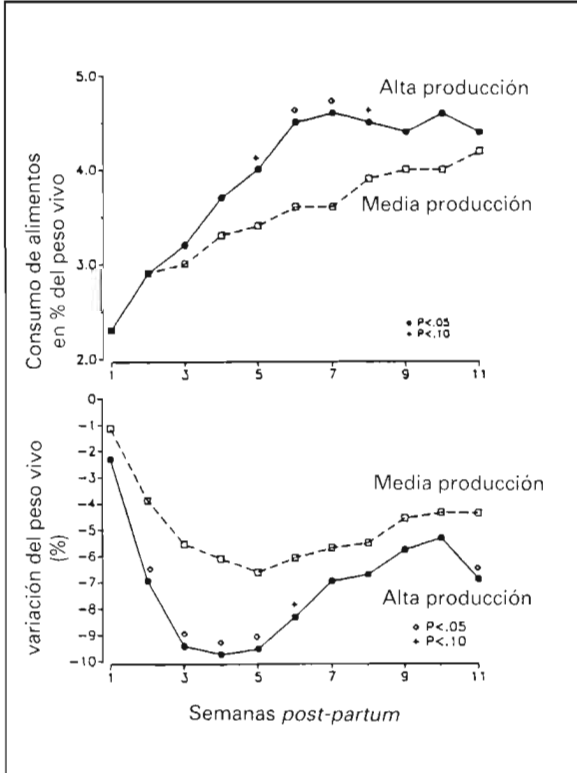
**Calcio, fósforo, selenio, manganeso y zinc juegan un papel fundamental en los delicados mecanismos que regulan la esfera reproductora de la vaca.**

el 4% de grasa). Esto implica el consumo de una mayor cantidad de materia seca, que a la vuelta de poco más de 1 mes debe pasar de 12 kg al día de la fase seca a 22 kg aproximadamente para la producción de leche antes indicada (35 l). Si después se hace referencia a producciones todavía más elevadas (40-50 l), la diferencia aumenta sensiblemente (V. Cappa, 1991, Praxis Vet., N. 1, 8-11).

En la mayoría de las lactíferas no existe correspondencia, en términos de energía neta, entre la cantidad de leche producida y la cantidad de materia seca consumida con el fin de cubrir las necesidades, permaneciendo ésta claramente inferior. La energía requerida es entonces satisfecha con la movilización de las reservas del tejido adiposo. Esto conlleva una caída de peso vivo, que es más o menos sensible y de mayor o



**Fig. 3. Balance energético y producción de leche correcta con el 4% en grasa de vacas de alta (108 q) y media (69 q) producción (Harrison, 1990).**



**Fig. 4. Consumo de alimentos y variaciones de peso en vacas de alta (108 q) y media (69 q) producción (Harrison, 1990).**

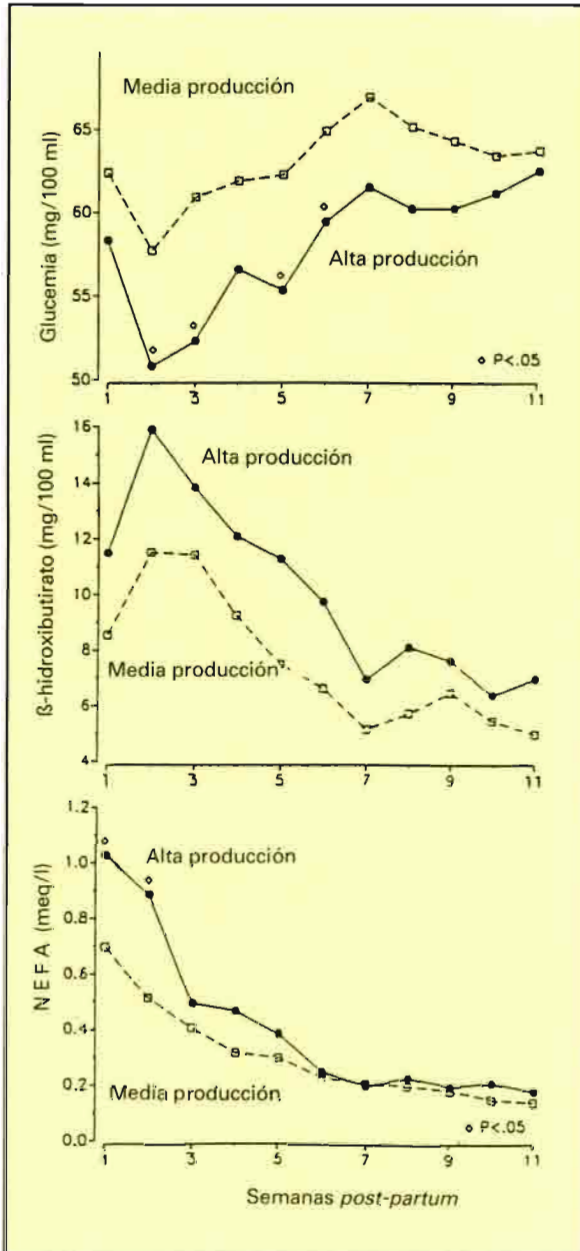


Fig. 5. Parámetros hemáticos registrados después del parto en vacas de media y alta producción (Harrison, 1990).

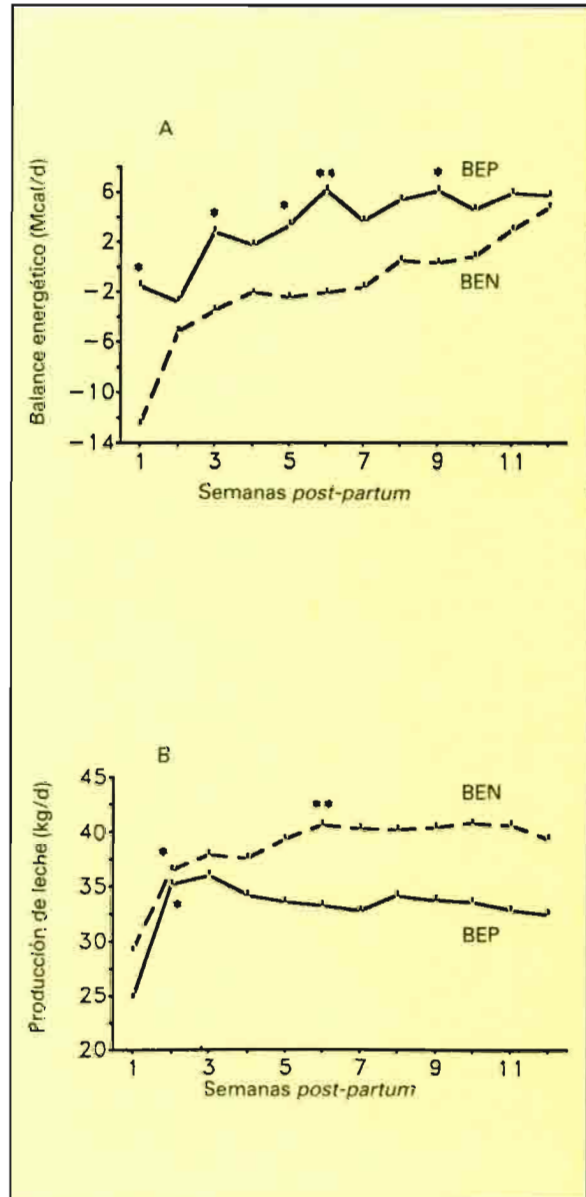


Fig. 6. Variación del balance energético (A) y de la producción de leche (B) en vacas con balance energético positivo (BEP) o negativo (BEN), en las 12 primeras semanas de lactación (L. J. Spicer, 1990).

menor duración en el tiempo en función del apetito de las vacas y de la cantidad de leche producida.

El balance energético, o sea, la diferencia entre energía neta introducida y energía neta utilizada (para el mantenimiento y la producción), cambia de negativo a positivo en el curso de la lactación y con el aumento en el consumo de materia seca.

Dado que la inversión de tendencia del balance energético de negativo a positivo puede influir en el rendimiento reproductor, el objetivo más importante a alcanzar es el de conseguir ligar la exigencia energética o metabólica de la producción de leche a la función reproductora. Además de prestar mayor atención a la intervención existente

entre movilización y utilización de las reservas corpóreas y consiguiente rendimiento reproductor. Estos aspectos implican necesariamente a las relaciones existentes entre balance energético negativo y actividades metabólicas ligadas directa o indirectamente con la reproducción.

El comportamiento de las vacas es obviamente diferente según las cantidades de leche producidas, en relación a las cuales las respuestas pueden ser igualmente diferentes en función del apetito de los animales y evidentemente del consumo real de materia seca. A este propósito se pueden considerar explicativas las investigaciones realizadas por Harrison R.O. (1990, *J. Dairy Sci.*, 73, 2749-2758) sobre dos grupos de vacas de raza Holstein Frie-

sian con producción diferenciada: alta (108 q en 305 días) o media (69 q), referida a «equivalente vaca madura».

El balance energético de los dos grupos de vacas resulta diversificado en relación con la producción de leche (fig. 3), con el consumo de alimentos y con la variación de peso vivo (fig. 4). Al mismo tiempo se observan también valores hemáticos diferentes para glucosa, β-hidroxibutirato y NEFA (No Esterified Fatty Acid) (fig. 5). La hipoglucemia es índice de un menor aporte de energía; los NEFA de un aumentado proceso de lipólisis, y el β-hidroxibutirato de una no completa degradación en el ciclo de Krebs de los ácidos grasos procedentes de la lipólisis, que señalan un incipiente estado de cetosis.

# KEMZYME®



***La correcta combinación  
de enzimas para un mejor  
aprovechamiento de los  
nutrientes del pienso***



KEMIN IBERICA SA  
Deu I Mata 117-121  
08029 Barcelona, Spain  
Tel +34-3-322 27 51  
Fax +34-3-410 98 84

KEMIN PORTUGUESA A.A. LDA.  
Av. 24 de Julho, 124 4º Esq.,  
1300 Lisboa, Portugal  
Tel +351-1-3977011  
Fax +351-1-3967081  
Tlx 13025 KEMIN P

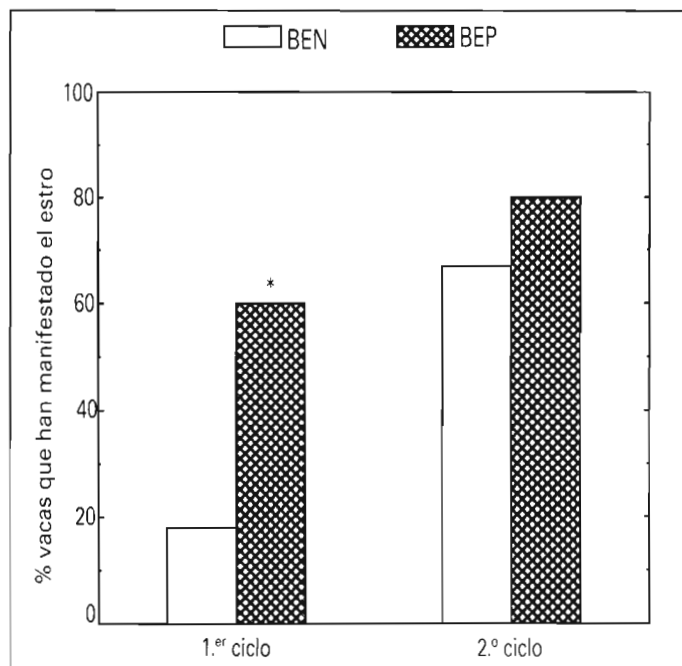


Fig. 7. Porcentajes de celo evidentes en vacas BEN o BEP en el primer y segundo ciclo estral (Spicer, *J. Dairy Sci.*, 1990). (\* = > p < 0,15 en el ámbito del ciclo).

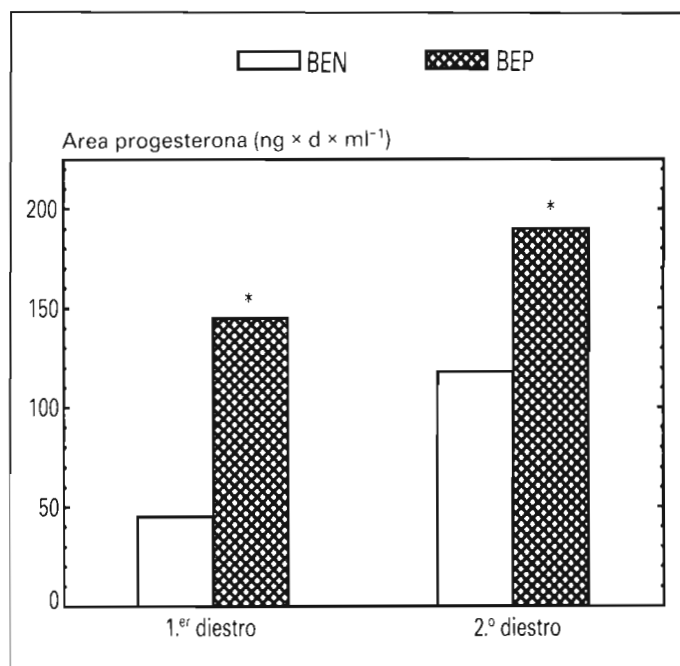


Fig. 8. Área del gráfico de progesterona en el diestro en vacas BEN o BEP en el primer y segundo ciclo estral (Spicer, *J. Dairy Sci.*, 1990). (\* = > P < 0,05 en el ámbito del ciclo).

Sobre la actividad reproductora se han advertido evidentes efectos, que se han expresado con una significativa diferencia entre el grupo de alta producción y el de media en los días transcurridos desde el parto a la aparición del primer estro (66 contra 43) y de los transcurridos desde el parto a la primera concepción (217 frente a 74). El estado de hipofertilidad ha resultado claro, aunque no se ha obtenido la misma comparación en otros parámetros controlados, como por ejemplo: los días necesarios para la involución del útero (24 frente a 27); los días de aparición de la primera ovulación (31 frente a 29); y la duración de la primera fase lútea (11 frente a 14).

También otros investigadores (L.J. Spicer *et al.*, 1990, *J. Dairy Sci.*, 73, 929-937) han aportado su contribución al intento de clarificar la influencia que puede tener una carencia energética sobre la actividad del aparato reproductor de las vacas. Vacas individualmente controladas durante 12 semanas después del parto, con un balance energético negativo (BEN) o positivo (BEP) (fig. 6A), y con una correspondiente diferente producción de leche (fig. 6B), han demostrado un comportamiento sexual que confirma los resultados de la precedente investigación. En el primer ciclo estral han ovulado sólo el 16,7% de las vacas BEN, frente al 60% de las vacas en BEP. En

el segundo ciclo estral, el dato de ovulación ha sido del 66,7% frente al 80% (fig. 7). Una correspondiente respuesta se ha tenido en el control de la progesterona hemática, con fuertes diferencias entre las vacas en BEN y en BEP en el 1.º ciclo estral y menos evidentes en el 2.º ciclo (fig. 8). El diverso comportamiento de las vacas en la actividad ovárica en el primer y segundo ciclo sexual hay que atribuirlo ciertamente a las mejores condiciones del organismo, debidas a un balance energético cada vez menos negativo al alejarse del parto y, por tanto, a una regular reanudación reproductora.

Los resultados indicados, junto a los de otras pruebas experimentales, confirman la importancia que tiene el aporte de energía con la ración en lo referente a la reproducción. Todavía no está claro cual es el mecanismo. Butler (*ibidem*) ha dado su personal contribución, indicando el pensamiento de numerosos autores sobre el tema. Veamos sus aspectos más sobresalientes sintetizados en la fig. 9, que ha sido adaptada a este fin.

Como se ve, el factor clave responsable para el desarrollo de los folículos ováricos y el inicio de la ciclicidad de los ovarios en el período post-parto está representado por el retorno de la LH a una normal actividad pulsátil. En el gráfico se hace referencia al comportamiento de vacas que dan de mamar a

los terneros, sean éstos de raza de carne o de leche. El acto de mamar estimula el instinto maternal favoreciendo la secreción de prolactina, que a su vez actúa negativamente sobre la pulsatilidad de la LH. Se explica así, junto a un posible estado de subalimentación, la constatada dificultad en la reanudación de los ciclos sexuales después del parto de madres lactantes. Este mecanismo no se establece en las vacas sometidas a ordeño, en las cuales, al venir menos el estímulo al instinto materno, no se tiene el efecto negativo sobre la pulsatilidad de la LH.

En el período que sigue al parto, la primera señal efectiva de reanudación de la actividad reproductora es dada por la concentración de LH en el plasma, cuya pulsatilidad aumenta cada vez más en el tiempo. Tal es el comportamiento de la adenohipófisis en respuesta a repetidas inoculaciones de GnRH en vacas en anoestro. En condiciones de normalidad, la concentración de LH en el plasma y la sensibilidad de la hipófisis pueden ser óptimas a partir de 15 días después del parto.

Al comienzo de la lactación, en presencia de un balance energético negativo (A.R. Peters *et al.*, 1992; *La riproduzione dei bovini*, Edagricole), el rápido aumento de utilización de la glucosa para la síntesis de lactosa de la leche produce una más baja concentración en la sangre, tanto de glucosa como

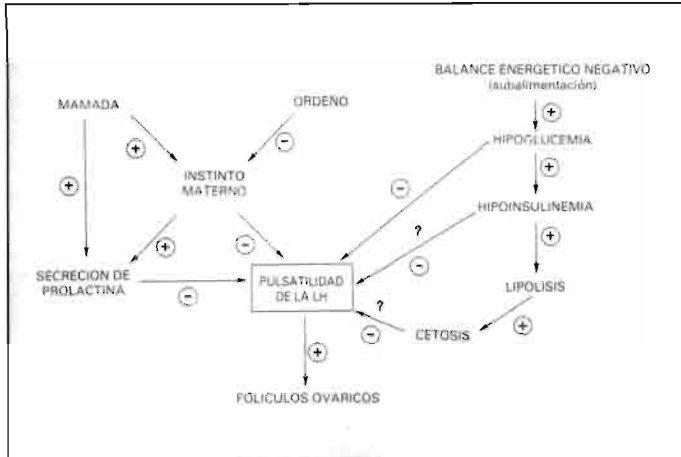


Fig. 9. Interacción entre agentes externos y factores endocrinos que influyen en la actividad ovárica de la vaca en el periodo *post-partum* (W. R. Butler *et al.*, modificado, 1989).

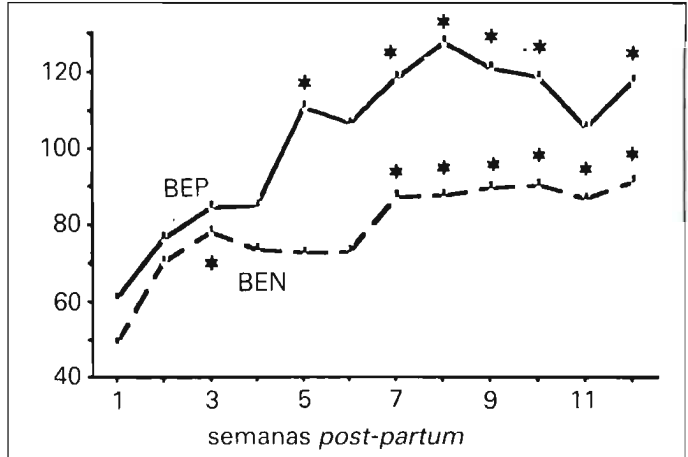


Fig. 10. Variaciones en la concentración de IGF-I (Insulin Like Growth Factor-I) en las 12 primeras semanas de lactación en vacas con balance energético positivo (BEP) o negativo (BEN) (L. J. Spicer, 1990).

mo de insulina, respecto a un período más avanzado de la lactación. En las vacas hipoglucémicas se observa también una disminución de LH.

La secreción de la hormona LH podría estar bloqueada propiamente por el estado hipoglucémico o en cualquier caso por una reducida disponibilidad de glucosa. Al mismo tiempo se ha observado que la secreción de LH era modificada durante todo el tiempo en el que el nivel de insulina era bajo, y esta condición iba más lejos del período de hipoglucemia (L.H. Rutter *et al.*, 1987, *J. Anim. Sci.*, 64, 479-488).

Estos resultados sugieren la hipótesis de que la concentración de insulina, más bien que la de glucosa, puede ejercer un efecto directo sobre la secreción de LH (J.P. McCann *et al.*, 1986, *Biol. Reprod.*, 34, 630).

La hipoinsulinemia favorece la lipólisis con posible aumento del apetito, pero también de la producción de cuerpos cetónicos que podrían ser ellos mismos responsables de la hipofertilidad.

Se trata de un mecanismo más bien complejo, en el cual el único elemento que resulta claro es que el balance energético negativo, aún manifestándose a través de vías diversas, está en la base del estado de hipofertilidad que en forma más o menos grave se puede dar en las vacas, especialmente para aquellas que presentan un pico de producción láctea más elevada. Todo esto hace pensar que las intervenciones hormonales (empleo de GnRH) tendentes a favorecer el comienzo de un ciclo normal después

del parto en las vacas, las cuales, mediante el control de la progesterona, manifiestan el «silencio ovárico», no dan resultado positivo hasta el momento en el que el balance energético resulta ser positivo.

El suceso se puede verificar unos días después del parto (20-30), pero también a mayor distancia (más de 60 días) dependiendo del lapso de tiempo en el que se establecen en el animal normales condiciones fisiológicas de apetito y, por tanto, de suficiente consumo de materia seca. Condiciones que se pueden lograr sólo con una atenta alimentación en el período de secado y en el sucesivo período después del parto.

Un potencial mediador hormonal de la función ovárica parecería ser el «Insulin-Like Growth Factor-I» (IGF-I) (Spicer, *ibidem*). Se le reconocería la capacidad de estimular la granulosa de los folículos ováricos y la síntesis de esteroides por parte de las células luteínicas. En otras palabras, la formación de estrógenos y de progesterona. Asimismo el IGF-I, de origen sobre todo hepático, sufriría variaciones cuantitativas, dependiendo del consumo por parte de las vacas de energía o proteínas y con presencia de niveles más bajos en sujetos con producción elevada de leche. Es sobre todo en relación con un diferente balance energético como este efecto se realiza, constatando una mayor presencia de IGF-I en las vacas que tienen un balance energético positivo (BEP) y respecto a otras con balance energético negativo (BEN) (fig. 10).

En su totalidad, los resultados de las investigaciones de Spicer demuestran que: 1) un aumento del balance energético (BEP) está asociado con un incremento de la concentración de IGF-I en la sangre en la fase inicial de la lactación; 2) la mayor concentración de esta hormona está asociada con un incremento en la secreción de progesterona durante la fase de estro del 1.º y 2.º ciclo estral, y 3) la mayor producción de leche está ligada a una disminución hemática de IGF-I y del balance energético.

En el curso de la lactación a partir del parto se observa un aumento de los niveles hemáticos de IGF-I, con un valor máximo dentro de la semana 12.<sup>a</sup> (H. Ronge *et al.*, 1988, *Animal Production*, 47, 165-183). La concentración en la sangre de IGF-I puede, pues, representar un válido índice del estado nutritivo de las vacas. Con mayor razón esto es verdad en cuanto su reducida secreción está asociada con un estado de hipoglucemia y con un aumento de los NEFA y de los cuerpos cetónicos (Ronge, *ibidem*).

Si esta correlación resultase consistente y por tanto repetible, se podría obtener un resultado igual también a través de la sola determinación de la glucemia, o también de los NEFA, que resultaría más sencilla y sobre todo menos costosa. Naturalmente siempre que se confirme la hipótesis de que la reducida actividad ovárica que acompaña a una situación de balance energético negativo puede ser debida, al menos en parte, a una disminución de la concentración de IGF-I en la sangre.