

ASPECTOS NUTRICIONALES RELACIONADOS CON EL INTERVALO PARTO - CELO EN VACA DE CRÍA

Méd. Vet. Francisco Cortes Rondán*. 2011. Engormix.com.
*Moreno 2637, (7400) Olavarría, prov. Buenos Aires.
Tel. 02284-15520275.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Condición Corporal](#)

RESUMEN

El principal factor productivo dentro de la actividad de cría es la producción de un ternero por vaca por año. Siendo el período de gestación de nueve meses, la hembra bovina debe quedar preñada dentro de los 90 días. Para llegar a este objetivo se debe lograr que el anestro posparto sea lo mas breve posible. Uno de los factores considerados como de mayor importancia que determinan la duración de este proceso es el estado nutricional del animal. En los animales, durante el posparto, según el estado energético del animal, se llevan a cabo distintos procesos dependiendo de la importancia de estos. La reproducción y el inicio de una nueva gestación se consideran de baja prioridad. El estado nutricional del animal y la función reproductiva están relacionados por una serie de hormonas y metabolitos, dentro de los cuales la leptina juega un papel importante como integradora en este proceso. La condición corporal se puede utilizar para monitorear el estatus energético del animal. Una suplementación tendiente a mejorar el estado del animal y prepararlo para la actividad reproductiva debe considerar el resguardo de la masa proteica del organismo, y ser fuente de energía.

PALABRAS CLAVES: CRÍA, ANESTRO NUTRICIONAL, LEPTINA, INTERVALO PARTO-CONCEPCIÓN, NUTRICIÓN.

INTRODUCCIÓN

En la productividad de un rodeo de cría uno de los factores de mayor importancia, es el número de terneros y los kilos destetados por vaca por año durante su vida útil [Catalano R.L. y Sirhan L.A; 1999].

En la actividad de cría, dentro del ciclo productivo pecuario, se tiene como objetivo primario optimizar la rentabilidad, para ello, se apunta a la producción, con una carga animal ajustada a la producción forrajera del campo, de un ternero por vaca por año. Para lograr este objetivo es necesario, ya que no es posible acortar el período de gestación de nueve meses, que el intervalo parto-concepción no supere los 80 días [Dunn, T.G. And Moss, G.E; 1992].

El porcentaje de preñez en un servicio natural y estacionado de tres meses, es de un 65%. Este porcentaje representa la probabilidad de quedar preñadas de las vacas que reciban un único servicio dentro de la temporada. Las que reciban dos servicios, sus probabilidades aumentarán a 87.75%, y las que reciban tres servicios las probabilidades aumentarán al 95.61% [Dunn, T.G. And Moss, G.E; 1992]. Además, por cada día que el anestro posparto se prolonga mas allá de los 60 días se pierden aproximadamente 0.833 Kg. de ternero por vaca servida por día [Catalano R.L. Y Sirhan L.A; 1999]. Teniendo en cuenta este incremento en las probabilidades de preñez, y la magnitud de la pérdida expresada en kilogramos de ternero, es de vital importancia que el intervalo parto-primer celo sea lo mas breve posible y que todas las vacas del rodeo presenten su primer celo fértil dentro de los 60 días posparto para lograr un período parto-concepción no mayor a 80 días.

Luego de ocurrido el parto la hembra bovina presenta un período de infertilidad, al cual se lo denomina anestro posparto, que es lapso de tiempo transcurrido entre el parto y el primer ciclo ovulatorio con manifestación del estro o celo. Este período es de longitud variable, y es la principal variable sobre la cual se puede trabajar para lograr el objetivo de un ternero por vaca por año [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

La longitud del anestro posparto depende de varios factores, los cuales pueden clasificarse como de mayor y menor importancia (Short et al, 1990). Dentro del grupo de los de menor importancia se puede considerar la estación del año, raza, número de parto, edad, tipo de parto (presentación de distocias), presencia del toro y otros relacionados con diferentes patologías. En cuanto a los factores de mayor importancia podemos considerar el amantamiento y la nutrición [Short, R., et al; 1990].

OBJETIVOS

En este trabajo se presentan los distintos puntos a considerar desde un enfoque nutricional para lograr el objetivo primario de un ternero por vaca por año. A partir de una acabada comprensión de los procesos metabólicos

que regulan la función ovárica, elaborar estrategias de manejo tendientes a aminorar la duración del Intervalo Parto-Primer Celo, para lograr que el anestro posparto no se prolongue más allá de los 60 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución de los nutrientes en el organismo esta determinada por una jerarquización de los procesos metabólicos que lleva a cabo el animal en su economía interna. Este orden es determinado en función de mecanismos homeostáticos que el organismo hace según su estado fisiológico. Un orden de prioridades propuesto coloca en primer lugar al metabolismo basal, luego, la actividad voluntaria (considerándose dentro de esta a la actividad llevada a cabo por el animal para la obtención de los alimentos), seguidamente se encuentran: crecimiento, reservas energéticas, gestación, lactación, reservas energéticas adicionales, presentación de ciclos estrales e inicio de la gestación y por ultimo, reservas energéticas en exceso [Short, R.; 1990]. Claramente queda evidenciado que las actividades de reinicio del ciclo ovárico y la eventual gestación están consideradas como eventos de baja prioridad. A su vez, hay que considerar que la exposición a factores de estrés ambientales, tales como las inclemencias climáticas, los períodos de sequía y la baja disponibilidad de forraje, crean períodos de estrés nutricional, incrementándose los requerimientos energéticos de mantenimiento [Hawkins D. E. et al; 2000].

Se podría considerar que en la duración del anestro posparto están involucrados dos procesos: 1) a nivel de los tejidos directamente involucrados en la gestación, que determinarían las características de la involución uterina, y 2) a nivel sistémico, directamente relacionado con la homeostasis del organismo [Catalano R.L. Y Sirhan L.A; 1999].

La involución uterina está caracterizada por tres períodos que se superponen: la reducción del tamaño, la pérdida de tejido y la reparación del tejido [Catalano R.L. Y Sirhan L.A; 1999]. La importancia de la involución uterina se podría resumir en dos puntos fundamentales: 1) una involución patológica incide directamente sobre el comportamiento reproductivo presente y futuro del animal, y 2) una involución considerada fisiológica mente normal, en el anestro temprano, podría considerarse como una barrera física, que obstaculiza el paso del semen y su transporte uterino, y a su vez, podría alterar la normal implantación del embrión [Short, R., et al; 1990].

Algunos investigadores observaron que, vacas alimentadas con dietas con alto contenido energético presentaron una involución en un período de tiempo más corto que las alimentadas con un nivel de energía deficiente. La suplementación de las dietas con selenio y vitamina E disminuye la frecuencia de presentación de placenta retenida y el tiempo de involución uterina, a su vez una baja concentración de calcio sérico puede retrasar el proceso de involución uterina [Catalano R.L. Y Sirhan L.A; 1999].

RESEÑA FISIOLÓGICA

1) Eje hipotálamo hipófiso-adrenal.

La gestación y el parto son dos procesos que se llevan a cabo con relativa precisión debido a una fina regulación hormonal [Catalano R.L. Y Sirhan L.A; 1999]. Durante la gestación se encuentra inhibida la actividad cíclica del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal. En el posparto se deben recuperar los patrones normales de secreción de diversas hormonas para que el ovario reinicie su actividad. La actividad de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y la sensibilidad hipofisiaria a esta, así como la actividad pulsátil de la LH, se recuperan durante el posparto, en un período de tiempo, que en condiciones normales en vacas de cría, tiene una duración de 20 a 30 días [Hawkins D. E. et al; 2000].

Al reinicio de la actividad cíclica, los cambios endocrinos que conducen al alza preovulatoria de LH se inician con un cambio en la pulsatilidad de la secreción de LH durante el proestro, por la caída en la secreción de progesterona. La frecuencia y la amplitud de los pulsos aumentan en comparación con la fase luteal, este aumento se traduce en un aumento de la concentración media de la LH. Existe una alta correlación entre la frecuencia de descarga de GnRH desde el hipotálamo hacia los vasos portales y la frecuencia de pulsos de LH en la sangre periférica. Por lo tanto, se podría asumir, que el aumento en la frecuencia de pulsos de LH durante el proestro es consecuencia de un aumento en la frecuencia de pulsos de GnRH liberado desde el hipotálamo.

La mayor secreción de GnRH tiene un efecto modulador positivo en el número de receptores para GnRH en la hipófisis, la activación de los genes que codifican la síntesis de LH y la estimulación de la secreción de LH.

El aumento en la secreción pulsátil de GnRH desde el Centro Generador de Pulsos de GnRH (CGP), que comprende a las neuronas que liberan GnRH hacia los vasos portales hipotálamo-hipofisiarios en el hipotálamo medio basal, está dado por un aumento en la secreción ovárica de estradiol. Sin la secreción de estradiol el alza preovulatoria de LH no se presenta. El estradiol en presencia de bajas concentraciones de progesterona, ejerce un feedback positivo sobre el CGP y posee una acción amplificadora de los efectos de la GnRH sobre la secreción de LH.

La concentración de nutrientes en la dieta, antes y después del parto, posee una influencia directa sobre la duración del intervalo parto-primera ovulación y en la tasa de crecimiento folicular hasta llegar a la primera ovulación. En hembras posparto, alimentadas con dietas hipo-energéticas, con un balance energético negativo, se ob-

servó que se produce una disminución en el diámetro de los folículos dominantes y un aumento en el número y tamaño de los folículos subordinados. [Boland M.P., Lonergan I.P. y Callaghanz D. O; 2001] [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000] [Gong J.G; 2002] [Bossis I, et al; 2000] [Robinson J.J; 1999].

La ingesta de nutrientes y los niveles de reserva corporal determinan la concentración en sangre de los intermediarios de los procesos metabólicos, y de las hormonas involucradas en estos [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000]. Dichos metabolitos se consideran a su vez como las señales que recibe el eje hipotálamo-hipófiso-gonadal acerca del status nutricional del animal. Está establecido que una disminución en la secreción pulsátil de LH esta fuertemente relacionada con el anestro nutricional, pero aun no esta dilucidada la señal metabólica entre el estado energético del cuerpo y la secreción de GnRH y LH, a su vez se cree que estos mismos u otros mediadores actúan directamente sobre el ovario y el desarrollo folicular [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

Los primeros estudios realizados sobre la influencia nutricional en la fertilidad en las hembras a nivel hormonal, fueron enfocados hacia la modulación del nivel nutricional del animal sobre el eje hipotalamo-hipofisiario. Los estudios mas recientes hacen hincapié en las hormonas metabólicas como señales en si mismas del nivel nutricional del animal, y su influencia directa e indirecta sobre la actividad ovárica [Gong J.G; 2002].

Por lo tanto, han sido propuestos distintos compuestos como posibles responsables de esta transmisión de señales y/o como señales en si mismos [Gong J.G; 2002] [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000]:

Hormona Folículo Estimulante (FSH): En experiencias realizadas con dos grupos de animales, uno testigo y el otro sometido a restricción alimentaria, se encontró que en estos últimos, durante el proestro los pulsos de LH están disminuidos, a consecuencia de una disminución de la frecuencia de los pulsos de GnRH, encontrándose a su vez ésta, asociada con un incremento en el nivel de secreción de FSH. Durante el ultimo ciclo ovulatorio, los niveles de secreción de ambos grupos fue similar, sin embargo a partir del día 2 del ciclo anovulatorio, los animales sometidos a restricción alimentaria, el nivel de secreción de FSH se elevó. Este incremento puede deberse a una disminución de la secreción pulsátil de GnRH, o a una reducción en los niveles de estradiol u otros factores secretados por el folículo dominante. En vacas con anestro nutricional, no parecería ser los niveles de FSH un factor limitante para el desarrollo de los folículos, ya que la concentración encontrada de esta hormona no solo no fue menor, sino que alcanzó un nivel superior al logrado en las vacas con actividad ovárica normal. [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000] [Bossis I, et al; 1999]. Apoyando esta hipótesis, otro grupo de investigación encontró en experiencias similares, que los niveles de FSH no cambiaron significativamente antes y durante la inducción al anestro nutricional, ni tampoco lo hicieron cuando los animales fueron alimentados con un 200% de sus requerimientos de mantenimiento durante tres días [Gong J.G; 2002].

Ácidos Grasos No Eterificados (AGNE): El consumo insuficiente de energía trae como resultante un aumento en la tasa de lipólisis, con el incremento subsiguiente de la concentración plasmática de los AGNE. Durante los períodos de restricción alimentaria, los cambios en la condición corporal de los animales tienen una correlación inversa con la concentración plasmática de los AGNE. Estos animales presentan un incremento paulatino de los niveles plasmáticos de los AGNE en los dos ciclos previos al anovulatorio. Finalizado el período de restricción, las reservas corporales de grasa se incrementan y las concentraciones de los AGNE son comparativamente menores que las concentraciones en los animales sin restricción. Luego durante las tres ondas foliculares previas a la ovulatoria, se produce un incremento gradual de los AGNE en plasma. La reducción de los AGNE durante el período posterior inmediato a la finalización de la restricción alimentaria, estaría explicada por la disminución de la tasa metabólica que se produce en los animales durante la restricción alimentaria. A pesar que el aumento de la concentración plasmática de los AGNE se haya producido previamente al descenso de la frecuencia pulsátil de LH, experiencias en ovejas, a las cuales se les inyectó ácidos grasos libres no eterificados no modificaron su patrón de secreción pulsátil de LH, por lo que es improbable que los AGNE afecten de manera directa la secreción pulsátil de LH [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

Glucosa: En un estado de subnutrición, en los monogástricos se produce una drástica disminución de su concentración plasmática; pero en los rumiantes, este metabolito no puede ser utilizado para monitorear la magnitud del estado de subnutrición al estar éstos preparados para mantener la glucemia muy estable, en comparación con los no rumiantes, en aproximadamente 48 mg /100 ml. Esta concentración es independiente de la dieta [Hawkins D. E. et al; 2000] [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

Insulina: además de su función en la regulación del metabolismo de los carbohidratos tiene una función estimuladora de la liberación de GnRH a nivel del eje hipotálamo-hipófisis, y una actuación directa sobre el ovario bovino, estimulando la proliferación y la esteroideogénesis a nivel de las células tecales y de la granulosa [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000] [Spicer L. J. And Echtermkamp S.E; 1995]. En experiencias con dos grupos de animales, con y sin restricción alimentaria, los niveles de glucosa y de insulina sérica se redujeron en los dos pe-

ródos previos al ciclo anovutorio. Luego durante el período donde a los dos grupos de animales se les permitió el acceso al alimento ad-libitum, en las dos ondas foliculares previas a la ovulación, los niveles séricos de insulina en los animales que habían sufrido la restricción alimentaria fueron similares a los animales del grupo testigo.

Tanto a la glucosa como a la insulina no se las considera como señales primarias en el control y el desarrollo folicular y en la ovulación puesto que, ambas disminuyeron su concentración plasmática en forma significativa en los animales con restricción alimentaria, aun antes de la instauración del anestro, y cuando el nivel alimentario fue reestablecido, la concentración plasmática fue similar en los dos grupos de animales en las dos ondas foliculares previas a la ovulación [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

En contraposición, se postula a la insulina como una de las señales metabólicas que actúan regulando la función ovárica de manera directa junto con el IGF-I. Este efecto sería sinérgico con las gonadotropinas, estimulando la proliferación de las células de la granulosa en los folículos pequeños, y no así en los de mediano y gran tamaño [Gong J.G; 2002] [Bossis I, et al; 2000].

Hormona de Crecimiento (GH) y el Factor de Crecimiento Símil Insulina Tipo I (IGF-I): poseen diversos efectos metabólicos asociados a los hidratos de carbono, los lípidos y las proteínas. [Spicer L. J. And Echtermkamp S.E; 1995]. La GH posee un rol importante en la regulación de la utilización de energía. Regula en forma directa el metabolismo de los adipocitos, atenúa los efectos lipogénicos de la insulina e incrementa su sensibilidad a los estímulos adrenérgicos, con efectos lipolíticos [Houseknecht Kl., et al, 2000]. Algunos de los efectos anabólicos de la GH están mediados a través de la síntesis y secreción de IGF-I [Gong J.G; 2002] [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000]. El IGF-I es producido por los hepatocitos, las células de la granulosa, tecales y luteales y posee funciones de regulación autócrina y parácrina en estas dos últimas. La síntesis, liberación, y efectos del IGF-I esta ligado a la presencia de proteínas de ligamiento en las membranas de las células ováricas (IGFBPs), cuya expresión esta regulada por actividad hormonal.

El IGF-I posee efectos directos sobre las células ováricas: produce la estimulación hacia la mitogénesis en las células de la granulosa, la producción de progesterona por parte de las células de la granulosa y luteales, y la producción de andrógenos por parte de las células tecales [Spicer L. J. And Echtermkamp S.E; 1995] a través de la activación del sistema de las aromatasas [Zulu, V. C., et al; 2002]. A nivel hipotalamo-hipofisis posee una acción estimuladora sobre la secreción de FSH y LH e incrementa la sensibilidad a estas en las células foliculares [Zulu, V. C., et al; 2002] [Bossis I., et al; 1999].

La restricción en la ingesta de nutrientes [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000] y el balance energético negativo, [Hawkins D. E. et al; 2000] modifican el patrón secretor de la GH. La respuesta que se desencadena se traduce en un aumento de la concentración plasmática de la Hormona de Crecimiento por el aumento de la amplitud del pulso secretor, sin alteración de la frecuencia pulsátil [Hawkins D. E. et al; 2000] [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000]. El aumento de la amplitud del pulso no es debido a un aumento en la concentración del factor liberador de GH a nivel del sistema porta-hipofisiario, sino que es por disminución en la liberación del factor inhibidor de la liberación de GH [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000]. El aumento de la concentración en plasma de la GH, estimula el catabolismo de los tejidos, y una disminución del nivel de insulina (<0.2 ng / ml), que produce una disminución en la glucólisis y la lipogénesis [Hawkins D. E. et al; 2000].

Normalmente el IGF-I es estimulado por la GH, sin embargo durante el estado de balance energético negativo se produce un desacople de esta relación [Hawkins D. E. et al; 2000]. Este hecho es debido a una disminución del numero de receptores de GH en el hígado, con una disminución de los RNAm relacionados con la síntesis de IGF-I [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000] [Zulu, V. C., et al; 2002]. Se ha encontrado una fuerte relación negativa entre la concentración de IGF-I (disminuida), los AGNE (por aumento de la lipólisis) y la aspartato amino transferasa (AST) (por el catabolismo proteico) [Zulu, V. C., et al; 2002].

Debido al catabolismo proteico de los tejidos y la liberación de los grupos amino durante la utilización de los carbonos de los aminoácidos para la neoglucogénesis o el metabolismo oxidativo, se produce una elevación considerable de los niveles de urea en plasma [Hawkins D. E. et al; 2000] [Zulu, V. C., et al; 2002].

En experiencias realizadas, [Gong J.G; 2002], utilizando GH recombinante (rGH), durante dos ciclos estrales se logro aumentar el numero de folículos pequeños (2 a 5 mm), mediante estudios ecográficos se vio que este efecto es debido a un incremento en el numero de folículos reclutados. Este efecto parece ser mediado por IGF-I e insulina de manera directa, ya que se produjo un incremento en los niveles de estas dos hormonas y no se vieron afectados los niveles de FSH y LH. Estas dos últimas mantuvieron los niveles basales y tampoco se modificó el patrón de secreción pulsátil ni el número de sitios de ligamiento para estas hormonas a nivel ovárico. Analizando los niveles de GH, Insulina e IGF-I, en las tres hormonas se produjo un incremento en sus concentraciones sérica, pero solo las dos últimas respondieron a altas dosis de rGH.

A su vez, analizando el incremento del numero de folículos, se detecto que cuando el incremento era solo del nivel de GH no se producía una variación (apoyado por el hecho que en el ovario bovino no se han encontrado receptores para GH), que si se produjo con en el incremento de los niveles de IGF-I e insulina [Gong J.G; 2002][Mackey D.R; 1999].

L-tyrosina: los efectos de los niveles de éste aminoácido ha sido investigado en ovinos. El tratamiento con L-tyrosina produjo un incremento en la frecuencia de pulsos de secreción de LH. Sin embargo, la administración de L-tyrosina protegida a vacas con ternero al pie, en anestro posparto no produjo una alteración de los pulsos de LH [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

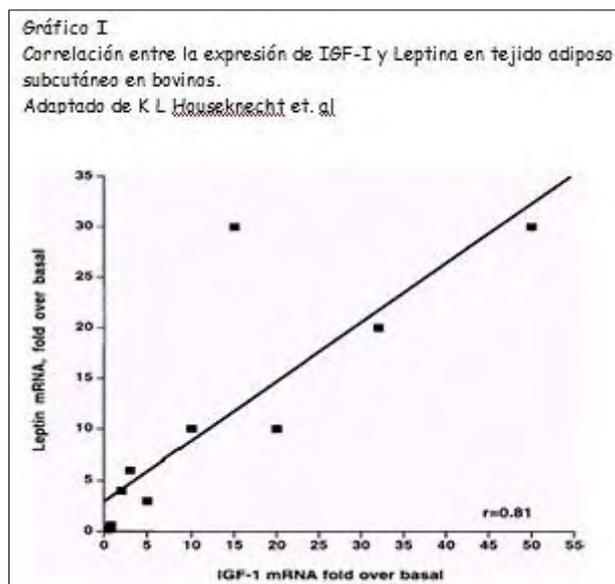
Neuropeptido Y (NPY). Animales con restricción alimentaria crónica tienen una tasa elevada de transcripción del RNAm del NPY, en diferentes ensayos en animales ciclando normalmente se les administro una suspensión del NPY, en estos se produjo una disminución de la frecuencia pulsátil de LH a través de una alteración en la secreción de GnRH. [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

Leptina (*leptos: delgado*): es una hormona proteica recientemente descubierta (Zhang, 1994) de 167 aminoácidos transcrita desde el gen *ob*, y que conserva una alta homología (84-97%) entre las especies en que fue estudiada (ratón, ratas, humanos y bovinos). Es secretada por el tejido adiposo blanco, y en bovinos también se encontró que es secretada durante la gestación tardía en el trofoectodermo. [Soliman, M., et al; 2002]. Su expresión está altamente correlacionada con la masa y el tamaño de los adipositos [Houseknecht Kl., et al, 2000]. Esta hormona ha detonado una verdadera revolución en el estudio de la regulación de la homeostasis energética del organismo, de la termogénesis y de la regulación del peso. A la leptina se le atribuyó inicialmente un rol como señal de saciedad, que limita la ingesta de alimento y aumenta el gasto energético, ya que se observó un mejoramiento en el control metabólico y en la reducción del peso corporal en ratones obesos genéticos al inyectárseles leptina (Weigle, 1995).

Como el ratón *ob/ob* (doble recesivo) carece de leptina, la observación que estos ratones recuperaban la fertilidad al ser tratados con leptina, permitió vincular esta hormona a la regulación de la reproducción [Houseknecht Kl., et al, 2000] [Spicer Lj and Francisco Cc; 1997].

La leptina actuaría a través de receptores específicos en el hipotálamo, en regiones relacionadas con la regulación del peso pero también en las zonas de regulación de la liberación de las neurohormonas que controlan v la secreción de hormonas de la hipófisis anterior, como la hormona luteinizante (LH) y la hormona del crecimiento (GH).

Estos descubrimientos han conducido a proponer que la leptina tendría un rol destacado en la regulación neuroendocrina de la reproducción y en el inicio de la maduración sexual [Boland M.P., et al; 2001] [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000]. Se podría considerar, que la reducción de los niveles de leptina, que en el posparto cae a aproximadamente un 50% de la concentración pre-parto, tienen dos consecuencias inmediatas en la homeostasis energética de los animales: 1) promover un aumento del consumo voluntario a fin de salir lo mas rápidamente posible del balance energético negativo, y 2) la coordinación neuro-endocrina de la adaptación del organismo al balance energético negativo, derivando la utilización de energía a funciones consideradas de alta prioridad [Block, Ss., et al; 2001].



La disminución de los niveles de leptina en plasma esta directamente relacionada con una disminución en la concentración y transcripción de su ARNm en el tejido adiposo blanco. [Houseknecht Kl., et al, 2000] [Block, Ss., et al; 2001]. Esta disminución llega hasta un 42% de los niveles de transcripción basales [Amstalden M., et al; 2000] [Block, Ss., et al; 2001] (GRAFICO I).

Se considera que la insulina, los glucocorticoides y los estrógenos son potentes estimuladores de la expresión genética de la leptina [Houseknecht Kl., et al, 2000].

La insulina cumpliría su acción mediante la captación de glucosa por parte del tejido graso blanco, ya que a nivel celular, la tasa de transcripción estaría modulada por el nivel de energía del adipocito [Block, Ss., et al; 2001] [Amstalden M., et al; 2000]. La GH juega un papel complejo como modulador de la síntesis de leptina, de acuerdo al estado energético del animal. En un balance energético positivo, la GH induce a una regulación positiva de la expresión del RNAm del IGF-I a nivel hepático. Este incremento en el IGF-I es acompañado con un incremento en los niveles de RNAm de la leptina en el tejido adiposo ($r=0,81$; $p<0,001$) [Houseknecht Kl., et al, 2000]. Cuando los animales se encuentran en balance energético negativo o neutro, la resistencia del hígado a la GH aumenta, con lo que disminuye la transcripción de IGF-I. La relación de la IGF-I con la leptina a nivel del hepatocito estaría mediada por la insulina [Houseknecht Kl., et al, 2000] [Block, Ss., et al; 2001] [Amstalden M., et al; 2000].

La leptina, a nivel ovárico actúa en forma directa (las células ováricas tienen receptores de alta afinidad a la leptina), a niveles fisiológicos atenúa la estimulación de la insulina hacia la esteroideogénesis en las células de la granulosa, sin afectar la proliferación. Este efecto inhibitorio se realiza mediante la atenuación de la fosforilación de la tiroxina del receptor de insulina [Spicer Lj and Francisco Cc; 1997].

La leptina, al actuar como hormona integradora de la homeostasis energética del organismo, su concentración plasmática esta fuertemente correlacionada con el resto de las hormonas involucradas y con el estado energético del animal.

Estas correlaciones representan un complejo sistema de regulación de la síntesis de leptina de acuerdo al balance energético [Block, Ss., et al; 2001].

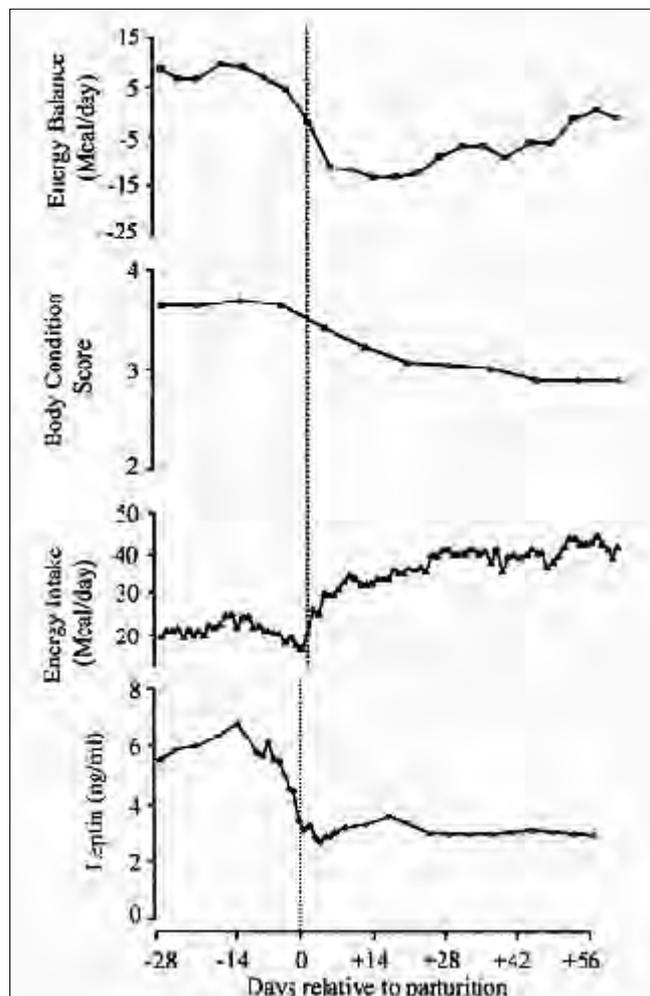


Gráfico II - Correlación entre el BE, CC, EI y la concentración de leptina en función al día del parto. Adaptado de S. S. Block et. Al.

Las concentraciones plasmáticas de leptina disminuyen en un 50% en condiciones de balance energético negativo.

Cuando el animal comienza a revertir esta situación, sin embargo los niveles de leptina continúan bajos. Este desacople estaría dado por la depleción del tejido graso que se produjo durante el balance energético negativo (BEN) (Gráfico II) [Block, Ss., et al; 2001] [Amstalden M., et al; 2000].

La leptina tiene una correlación positiva con la insulina, glucosa [Block, Ss., et al; 2001], IGF-I y LH [Amstalden M., et al; 2000] (Grafico II); y negativa con GH y AGNE [Block, Ss., et al; 2001] (Grafico III).

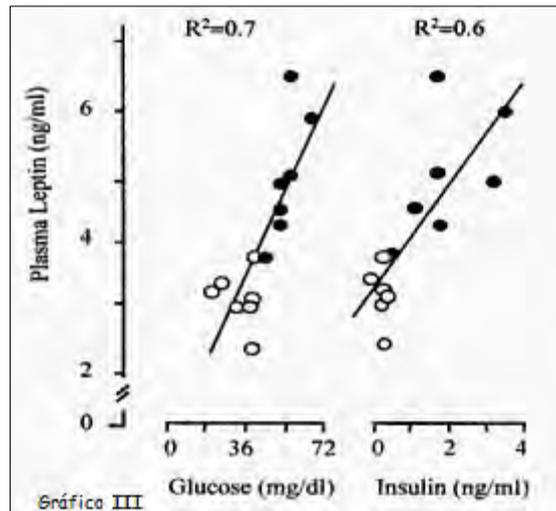


Gráfico III - Correlación entre Glucosa, Insulina y la concentración de Leptina. Adaptado de S. S. Block et. Al.

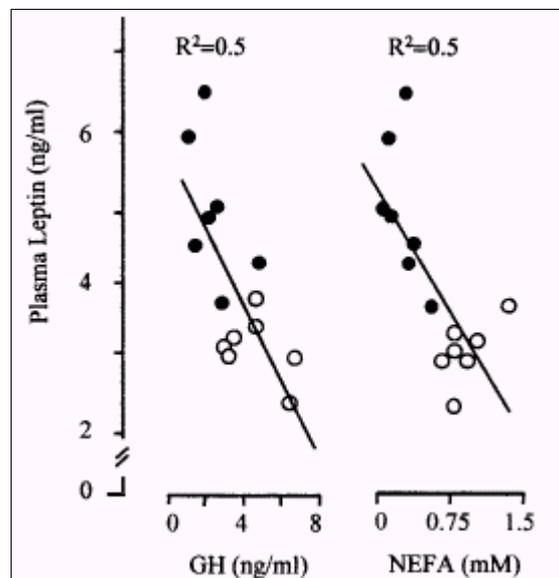


Gráfico IV - Correlación entre GH, AGNE y la concentración de Leptina. Adaptado de S. S. Block et. Al.

RESEÑA FISIOLÓGICA: 2.- METABOLISMO INTERMEDIO

Los procesos metabólicos que se llevan a cabo generan un gasto de energía que debe ser cubierto. El organismo posee dos fuentes disponibles de energía para llevar a cabo dichos procesos: la energía ingresada al organismo a través de los alimentos, y 2) la acumulada en el cuerpo en forma de reservas grasas.

Ante un déficit energético en el que la dieta no llega a cubrir los requerimientos, el organismo produce un fenómeno llamado switch corporal entre las diferentes fuentes de energía, y comienza a utilizar las reservas energéticas endógenas con una eficiencia promedio del 80%.

La magnitud de la energía contenida por kilogramo de peso vivo está directamente relacionada con la condición corporal del animal. En animales con diferentes condiciones corporales (Escala 1-5), la energía contenida por kilogramo de tejido animal es 2.57 (CC1), 3.82 (CC2), 5.06 (CC3), 6.32 (CC4) y 7.52 Mcal/Kg (CC5) (Nutrient Requirements of Beef Cattle 1996 - Pág. 12). Luego del parto, se produce un aumento en los requerimientos del animal y una disminución del consumo, lo que desencadena un déficit energético entre los requerimientos y los aportes (BEN) (Grafico V).

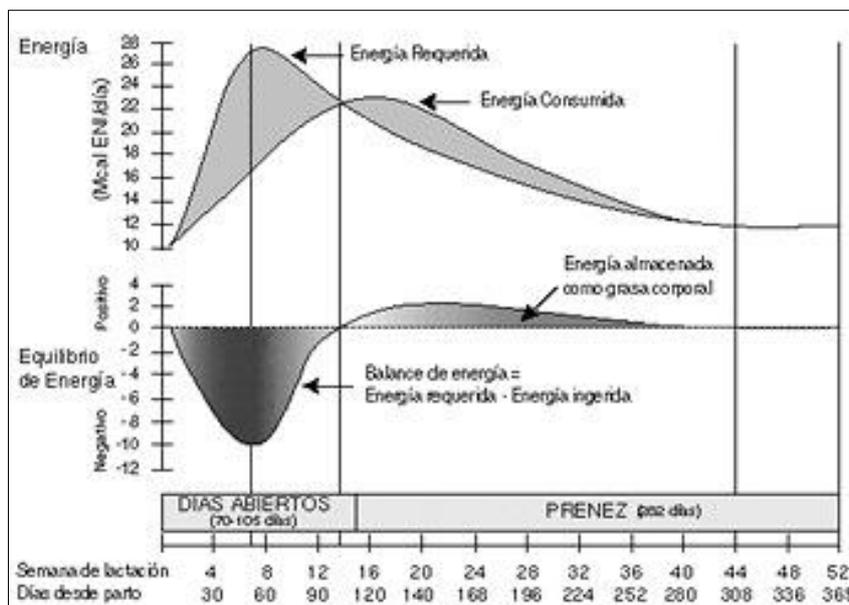


Gráfico V - Balance Energético en relación a los días transcurridos desde el parto.

Normalmente se reconoce que el punto de inflexión en el balance energético negativo cuando la pérdida de peso es revertida, el cenit, como señal metabólica para el inicio de la secuencia de sucesos que desencadenara los procesos hormonales que determinan la ovulación [Hawkins D. E. et al; 2000] [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

En la pradera pampeana, con un servicio estacionado en los meses de octubre, noviembre y diciembre, las pariciones se producen desde mediados de julio (cabeza de parición) hasta septiembre. Considerando que la fecha promedio de la primera helada es el 4 de mayo y la última el 8 de septiembre, los animales tienen el incremento de sus requerimientos (fin de la gestación y principios de lactación), coincidentemente con una oferta forrajera que es, baja en calidad y cantidad.

En los animales alimentados sobre la base de un forraje de baja calidad, el acetato es el principal ácido graso volátil (AGV) producido en el rumen, en detrimento del propionato, principal precursor de la neoglucogénesis. La síntesis ruminal de proteína microbiana es mínima, en adecuación al insuficiente aporte de nitrógeno. La restricción de la ingesta de materia seca, con una lenta tasa de fermentación ruminal, trae aparejado una disminución de los aportes de proteína metabolizable y de potenciales precursores de glucosa al intestino delgado.

Con una inadecuada gluconeogénesis, se produce la depleción de oxaloacetato (OA), que es el principal intermediario dentro de la neoglucogénesis y del metabolismo del acetato. La restricción del OA produce un desvío del metabolismo del acetato, de producción de ATP a ciclos improductivos que aumentan la producción de calor; de esta manera ocurre una disminución en la producción de ATP y la desviación de un carbono del acetato a la síntesis de cuerpos cetónicos, disminuyendo así la eficiencia en la producción de energía [Hawkins D. E. et al; 2000]. Este cambio metabólico es atenuado con una disminución de la ingesta que a su vez reduce el aporte de acetato y por una reducción en la eficiencia del metabolismo energético, la cual se expresa como un incremento de las concentraciones plasmáticas de b-hidroxibutirato [Hawkins D. E. et al; 2000] [Bossis I, et al; 1999].

CONDICIÓN CORPORAL (CC)

La CC esta íntimamente relacionada con la performance reproductiva de los rodeos, la duración del anestro posparto, la cantidad de días seca, la producción de leche durante el amamantamiento y el vigor de las crías; y en el caso de las vacas de extremada gordura, con dificultades al parto [Herd D.B. And Sprrott L.R; 1999]. Por los motivos enunciados la evaluación de la CC se convierte en una herramienta indispensable en el proceso de toma de decisiones en la producción pecuaria [Herd D.B. And Sprrott L.R; 1999].

En el proceso de clasificación del rodeo general en los distintos rodeos subsidiarios, se debe tener en cuenta la CC de los animales para lograr una máxima eficiencia en la utilización de los recursos forrajeros y en el cálculo de las necesidades futuras de suplementación. La CC afecta de manera directa la cantidad y tipo de suplementación que va a ser necesaria durante el invierno.

Los animales con mayor CC solo van a necesitar, pequeñas o nulas cantidades de suplementación proteica (30-40% de los requerimientos) mas una suplementación vitamínica mineral. Los animales con baja CC van a necesitar una suplementación alta en energía (mas del 70% TND), media en proteína (15 a 30 %) y la suplementación vitamínico mineral [Herd D.B. And Sprrott L.R; 1999].

El promedio de la CC a lo largo del año puede ser utilizada para evaluar el manejo nutricional del rodeo general

DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL

La determinación de la Condición Corporal se basa en un método subjetivo de evaluación de las reservas corporales de energía que el animal dispone para hacer frente a los períodos en los que se encuentra en BEN. Los grados de condición corporal son una escala numérica usada para cuantificar la composición corporal relativa de las vacas [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999]. La determinación se hace independiente del tamaño y del peso del animal. Las variaciones en el peso del animal no son de por sí indicadores fehacientes del estado general del animal, debido a los cambios que se producen no son iguales en todos los tejidos. La condición corporal o sus cambios son más confiables que el peso o cambios de peso como indicador del estado nutricional del animal. El peso vivo es afectado por el llenado del tracto digestivo o el estado de preñez.

En invierno, la condición corporal decrece en forma más proporcional al estado nutricional que el peso vivo, debido fundamentalmente a la menor digestibilidad de las pasturas invernales diferidas que llenan más el tracto digestivo. También debemos tener en cuenta que en un rodeo nos encontramos con vacas de distintos tamaños corporales, aún dentro de una misma raza, y más aún si está compuesto por distintas razas o cruza, lo que implica pesos diferentes para una condición corporal similar [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

En la composición del animal existe una relación entre proteína y agua. A mayor porcentaje de grasa, decrece el porcentaje de proteína y de agua. La ganancia o pérdida de condición corporal involucra cambios en los porcentajes relativos y absolutos de proteína y agua, como así también en grasa, pero en mayor medida de esta última. Por lo tanto, la raza, la condición corporal inicial, la tasa de cambio de la condición corporal y la estación del año afectan la composición y el valor energético de las pérdidas o ganancias de peso [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

Los dos métodos empleados para la evaluación se basan en la palpación y observación de diferentes áreas del cuerpo.

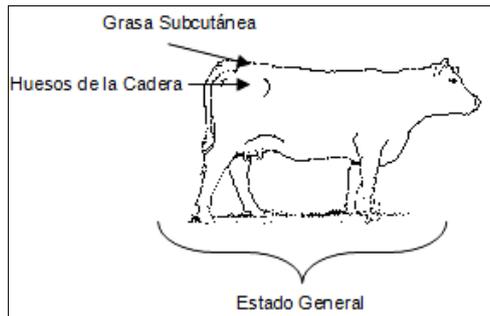


Gráfico VI -Áreas del cuerpo evaluadas para la determinación de la Condición Corporal [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999]

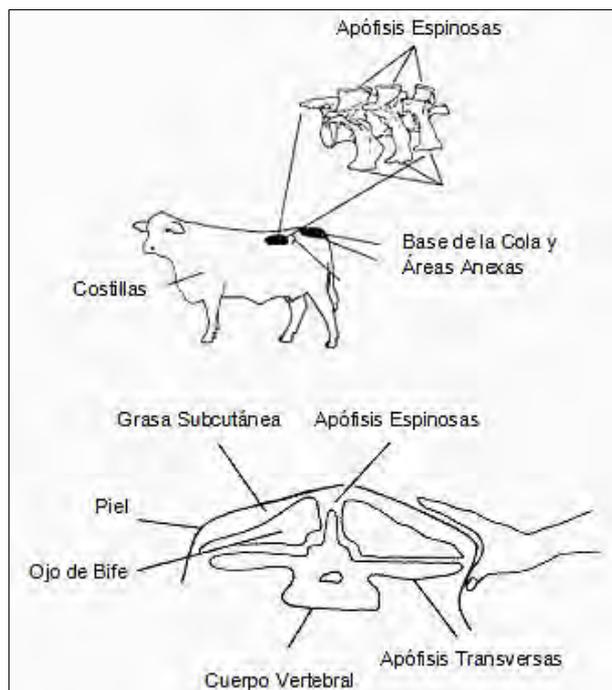
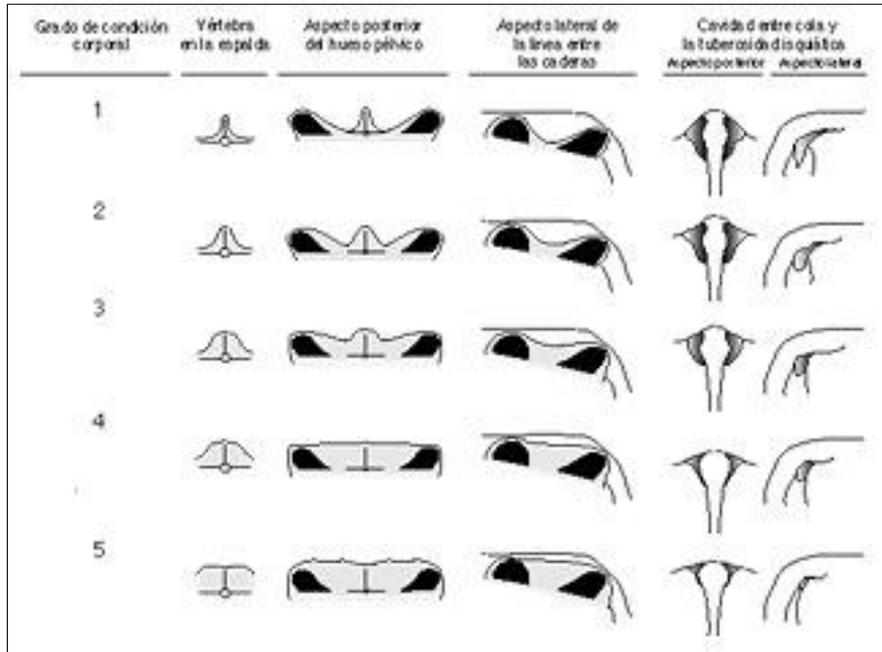


Gráfico VII - Grados de Condición Corporal - Escala 1-5



Lowman y col. (1976) y Van Niekerk y Louw (1980) establecieron una escala de puntuación de 1 a 5 para determinar el estado de Condición Corporal en vacas de carne, a su vez esta escala contempla puntos intermedios que van de a 0.25 unidades, que pueden ser utilizados para una determinación de la CC mas exacta. Herd y Sprott (1986), Wagner y col. (1988) crearon una nueva escala que va desde 0 a 9 puntos. En ambos casos el valor inferior (1) indican un animal extremadamente flaco y caquéctico, y el valor superior, de 5 (Escala 1-5) y de 9 (Escala 1-9) se utilizan para un animal excesivamente gordo u obeso [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

En el establecimiento de estos puntos límites y en la determinación del punto medio (ni excesivamente flaca ni excesivamente gorda) radican las bases de la evaluación de la CC. Estos puntos de referencia facilitan la apreciación de los cambios en la CC y la posibilidad de ser implementado como método de evaluación por distintas personas. A pesar de ser una método subjetivo, la evaluación de la CC no difiere entre distintos evaluadores en mas de un punto para la escala de 1-9 y de ½ punto para la escala de 1-5[Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

Ambas escalas son semejantes, por lo que se puede establecer una equivalencia entre ellas, tomando como base de comparación animales adultos. En la escala que va desde 1 a 5, cada grado de variación de la CC implica una variación de peso entre 50 y 70 Kg., en la escala de 1 a 9 cada variación unitaria representa una variación en el peso vivo del animal de 25 a 35 Kg., considerando las diferencias fenotípicas entre animales.

Teniendo en cuenta esto, la equivalencia entre escalas seria del siguiente modo:

Escala	Grados								
1 a 5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
1 a 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

La determinación de la CC puede hacerse de manera visual o por medio de la palpación, ambos métodos por igual son efectivos, sin embargo la determinación de la CC media difiere significativamente según cual sea el método utilizado, para animales con pelo largo seria importante que la determinación se hiciera mediante palpación, mientras que en los de pelo corto puede ser suficiente con la determinación visual [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

Existe una relación entre la CC, el espesor de la cubierta grasa y la composición química corporal de los animales. A modo de ejemplo se puede citar que un animal con una condición corporal de 5 (E: 1-9) va a tener de 0.381 a 0.609 cm. de cubierta grasa a la altura de la 13 costilla y un 14 al 18 % de grasa corporal en relación al peso vivo vacío [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999]. La relación entre la CC y la composición corporal se encuentran detalladas en el cuadro 1.

Cuadro I: Efecto de la Condición corporal sobre la composición corporal y los cambios en la Composición corporal en relación a las variaciones de CC [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].						
CC	3	%	5	%	7	%
PV (Kg.)	425,7		495,0		577,8	
		%**		%**		%**
PV vacía (Kg.)	379,3	89,1	441,0	89,1	514,8	89,1
		[%]		[%]		[%]
Grasa (Kg.)	30,1	7,9	70,6	16,0	123,7	24,4
Proteína (Kg.)	76,9	20,2	81,4	18,4	85,9	69,5
Agua (Kg.)	253,8	66,90	269,1	61,0	284,4	330,9
Minerales (Kg.)	17,5	4,6	18,4	4,1	19,8	6,9
Mcal totales	700,0		1107,0		1647,0	
Mcal / PV (Kg.)	1,8		2,5		3,2	
[%]:% del PV _v - %**:% PV _v /PV						

Evaluación de la condición corporal:

El momento más importante de la evaluación es al tacto, en otoño, cuando la oferta forrajera abundante me permite realizar un manejo adecuado de los animales. También es de suma importancia la evaluación al comienzo de la parición y al comienzo de la temporada de servicio. En líneas generales es aconsejable hacer de rutina una evaluación de la CC cada vez que se encierra a los animales en la manga para realizar las distintas tareas zootécnicas durante el año; esto permitiría llevar un control y evaluar las distintas estrategias tomadas, así como aplicar de ser necesario, las correcciones pertinentes para llegar a los momentos críticos con una buena condición corporal a un menor costo.

Condición corporal al tacto:

La condición corporal a comienzos de otoño (al tacto) cuando los partos son de primavera debe estar en un mínimo de 3 en una escala 1-5. Aunque los requerimientos de una vaca gestante son relativamente bajos, en este período, los animales que estén con el ternero al pie van a encontrarse en el último período de lactancia, por lo que se constituyen en el grupo crítico por el aumento de sus requerimientos. Estos van a necesitar de una estrategia diferencial en su manejo como ser un destete anticipado o uno precoz, suplementación del ternero al pie de la madre, etc., lo que permitirá a la vaca, al bajar sus requerimientos, una recuperación más rápida de su CC, a un mínimo de 3 de CC (E: 1-5), pudiendo de esta manera entrar al invierno con mejor estado.

Los requerimientos de la vaca durante la gestación se incrementan en el último tercio en forma considerable, por lo que hay que tener un especial cuidado con estos animales durante la época invernal, que es el período en el que se produce la máxima restricción alimentaria por la disminución o el cese de producción de pasto por parte de las praderas y la disminución de su calidad nutritiva [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

Estratégicamente, considerando la curva de producción de las pasturas, es conveniente que los animales recuperen su condición corporal durante el otoño antes de la llegada del invierno.

Las vacas que comienzan el invierno con una buena condición corporal, grado 3 en la escala 1-5, pueden perder parte de ella en forma gradual sin afectar su fertilidad en el próximo servicio, en sentido contrario las que lo inician en una mala condición corporal, deberán tener un buen nivel de alimentación, durante este período invernal para no afectar su eficiencia reproductiva.

Condición corporal al parto:

Existe una alta correlación entre la condición corporal al parto con la que tenía en el último tercio de la gestación. Generalmente el animal pierde medio punto de su CC (E: 1-5) al parir. Considerando que comienza un período en el que los requerimientos superan al aporte, que el animal se encuentra en BEN, éste es el momento en el que el animal deberá recibir una alimentación en calidad y disponibilidad acorde a los requerimientos en aumento que tiene durante esta etapa del amamantamiento.

Se considera que existe una CC umbral al parto que puede ser de 2,5 (E: 1-5), ya que las vacas paridas en primavera disponen generalmente de pasturas de buena calidad, lo que permite a la vaca mantener su estado corporal hasta el servicio.

En diferentes experiencias se comprobó que vacas que tenían una condición corporal de 2,5 o menos al parto tenían un 62 % de celo dentro de los 80 días posparto; con CC 3, un 88 % y para CC 3,5 o más un 98 % (E: 1-5). En todos los casos, las vacas con condición corporal menor a 3 al momento de la parición tienen los porcentajes de preñez menores. Esto indica que la condición umbral es 3 y si es posible, 3,5. Todo lo que sea superior a 3,5 puede no ayudar y lo menor que 2,5 limita un buen porcentaje de preñez.

Cuadro II: Efectos de la CC al parto en el comportamiento reproductivo subsiguiente en cinco observaciones distintas. [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999]			
	CC al Parto		
	2,5 o -	3	3,5 o +
% en celo en los 80 días posparto	62 %	88 %	98 %
% de preñadas en 60 días servicio	69 %	80 %	
% de preñadas en 60 días servicio	24 %	60 %	87 %
% de preñadas en 60 días servicio	70 %	90 %	92 %
% de preñadas en 180 días servicio	12 %	50 %	90 %
Promedio	47 %	73 %	91 %

En el siguiente cuadro se resumen los resultados de cinco experiencias llevadas a cabo a fin de determinar la relación de la CC al parto y la posterior performance reproductiva.

Cuadro III: Efecto de la CC al parto (E: 1-9) en relación a la performance reproductiva al parto [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].			
Experiencia	CC al Parto		
	≤ 4	5	≥ 6
Exp. 1			
N de animales (686)	272	364	50
% con celo a los 80 días posparto	62%	88%	98%
Exp. 2			
N de animales (88)	78	10	0
% de preñez a los 60 días posparto.	69%	80%	0%
Exp. 3			
N de animales (187)	25	139	23
% de preñez a los 60 días posparto.	24%	60%	87%
Exp. 4			
N de animales (124)	32	60	32
% de preñez a los 180 días posparto.	12%	50%	90%
Exp. 5			
N de animales (612)	168	247	197
% de preñez a los 60 días posparto.	70%	90%	92%

En las cinco experiencias, los menores porcentajes de preñez se presentan en los animales con la menor condición corporal, 4 o menor a 4. Los animales con una CC de 5, posiblemente 6 presentan los mejores porcentajes de preñez, posiblemente 5 sería la CC que tendrían que tener los animales al parto (E: 1-9) [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999] [Hawkins D. E. et al; 2000].

Condición corporal al inicio del servicio:

El servicio es el período más importante en el ciclo anual de la vaca de cría, es el momento preciso en el cual se condiciona el resultado productivo del rodeo, ya que para mantener una época de partos corta y un bajo porcentaje de vacas secas, es esencial que la vaca esté en una correcta condición corporal al servicio.

Para aquellos rodeos con partos de primavera, la condición corporal mínima recomendada está entre 2 y 3 (E: 1-5). Rodeos con una condición corporal por debajo de 2,5 (E: 1-5) al inicio del servicio, incluyen una alta proporción de vacas en estado de anestro. Esto debe ser revertido por cambios rápidos en la condición corporal mediante adecuados niveles de nutrición.

El pasar de una CC 2,5 a 3,5 (E: 1-5) implica un aumento del porcentaje de preñez de cerca del 28 %. Sobre la base de esto se debe calcular cual es el costo alimenticio para cambiar la CC de las vacas de menor CC y cual será el retorno que se obtendrá. Si la vaca cae por debajo de CC 2,5 (E: 1-5) puede entrar en anestro nutricional. La vaca, luego de entrar en un anestro nutricional debe mejorar su CC en 1 grado (E: 1-5) aproximadamente para volver a ciclar. De ello se deduce que es más económico alimentar una vaca para que siga ciclando que para reiniciar el ciclo luego del anestro nutricional.

Cuadro IV: Relación entre CC y comportamiento reproductivo [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999]		
CC al servicio	Intervalo entre partos (días)	Terneros destetados c/100 vacas entoradas
1 - 1,5	418	78
2 - 2,5	382	85
2,5 - 3	364	95
> 3	368	93

En una experiencia que involucro a más de 1000 animales, se demuestra el efecto de la CC durante el período de servicio. Los animales con una CC menor a 5 (E: 1-9) presentan un muy bajo porcentaje de preñez. Una adecuada nutrición es necesaria durante el período de servicio [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

Cuadro V: Efecto de la CC al parto en relación a la performance reproductiva durante el servicio [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].			
Experiencia	CC al servicio		
	≤ 4	5	≥ 6
N de animales (1041)	122	300	619
% de preñez a los 180 días posparto.	58%	85%	95%

En el Cuadro III en la experiencia 4 y en el Cuadro V, demuestran que a pesar de que se prolongue el período de servicio (hasta los 180 días) los porcentajes de preñez no mejoran sustancialmente y continúan siendo bajos cuando la CC es por debajo de 5 (E:1-9). A su vez los animales con un período de servicio de 180 días no van a poder cumplir el objetivo de un ternero por vaca por año.

En el siguiente grafico se muestra la relación entre la CC y la duración del período Parto-Parto. Los animales con menor CC tienen un mayor período Parto-Parto [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

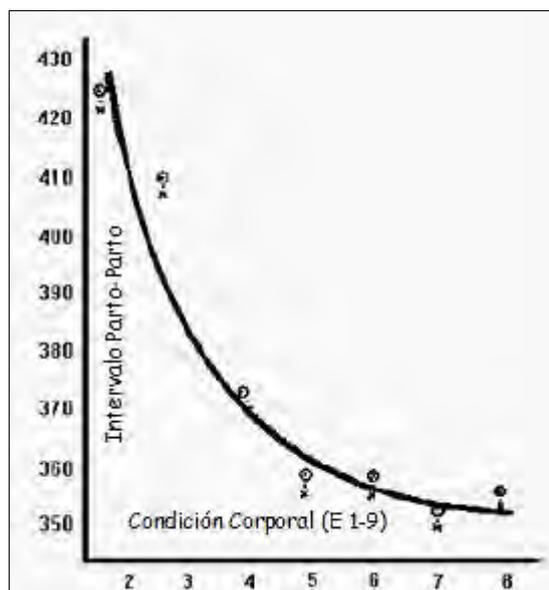


Gráfico VIII - Condición Corporal VS Intervalo Parto-Parto [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999]
Condición Corporal (E 1-9).

Condición corporal y anestro pos parto

Se ha encontrado una fuerte asociación entre la pérdida de peso preparto y la longitud del anestro posparto. El 90% de las vacas múltíparas y el 64 % de vacas primíparas que no tienen pérdida de peso previo al parto presentaron celo alrededor del día 60 posterior a la parición. También se indica a la condición corporal como un buen indicador de la repuesta reproductiva.

Una condición corporal correcta es la condición corporal umbral o mínima en la cual la vaca puede expresar su potencial reproductivo.

Se ha encontrado que existe una asociación lineal de tipo cúbica entre la tasa de preñez y a condición corporal preparto para vacas en condición entre 3 y 7 (rango de 1 a 9). El análisis de la curva sugiere en condiciones corporales entre 4 y 5 el impacto de un aumento o una disminución en la condición corporal del animal tiene un mayor impacto que en vacas con condiciones corporales menores a 4 y mayores a 5.

Mediante estos datos se podría inferir que la alimentación de los animales en el período preparto, que conlleve a una buena condición corporal al momento del parto, es más importante que la alimentación posparto, y la pérdida de peso y condición corporal posparto.

Condición Corporal Crítica:

Los animales con una CC promedio de 4 o menor al momento del parto y durante el período de servicio tienen menores performance reproductiva que los animales con una CC promedio de 5 o más. La CC de 5 o más aseguran un mayor porcentaje de preñez y manifiestan menores problemas reproductivos extra nutricionales que afectan directa o indirectamente los porcentajes de preñez. También es deseable que la condición corporal de 5 se mantenga durante el período de servicio. Los animales que parieron con una CC de 5 y la pierden durante el servicio y los animales con un menor CC deben recuperar la CC durante el período de servicio, en un momento en que sus requerimientos están aumentados por el inicio de la lactancia. Los animales con una CC de 7 u 8 pueden perder CC pero difícilmente lleguen a una CC menor a 5 (E: 1-9) [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

Una correcta evaluación de la CC se debería hacer unos 90 a 100 días antes de la parición, así los animales con una pobre CC podrían ser suplementados para llegar al momento del parto con una CC de al menos 5. La suplementación durante este período es más eficiente y por lo tanto más económica (E: 1-9) [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

CC en vaquillonas de primer y segundo servicio.

En una experiencia realizada con dos grupos de vaquillonas con CC de 4,4 y 5,1 (E: 1-9) y alimentadas con dos dietas preparadas para que la ganancia de peso de 0,45 kg/día (M) y de 0,90 kg/día se determinaron los siguientes parámetros con los siguientes resultados: 1) función endocrina y performance reproductiva = sin diferencias entre las dos categorías de CC. 2) intervalo parto-primer celo = mas corto en los animales alimentados con la dieta H. 3) tamaño del folículo dominante = mayor en los animales alimentados con la dieta H. 4) tasa de preñez a IA1 = H:76% y M: 58% [Ciccioli, N. H. et al; 2003]. En otra experiencia, realizada también sobre animales con dos tasas de ganancia de peso diferente, H=1,36 kg/día y L=0,23 kg/día, se determino que el tiempo necesario para la presentación de la pubertad y la frecuencia de pulsos de LH, así como la tasa de crecimiento de los folículos se ve influenciada por la tasa de crecimiento de los animales. En todos los casos, los mejores resultados se obtuvieron en los animales alimentados con la dieta H [Yelich, J.V. et al; 1996]. Esta categoría de animales, y sobre todo las vaquillonas que van a recibir su segundo servicio son las que mayor importancia y mas atento monitoreo deben recibir en cuanto a la evolución de su CC y la calidad y cantidad de nutrientes que reciben.

Suplementación de los animales basada en la CC

La condición corporal, el estado de la lactación y la calidad de los forrajes son los parámetros a considerar para realizar una correcta suplementación [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

La suplementación mineral, con énfasis en las sales de fósforo, magnesio, cobre zinc y calcio, es necesaria en todos los casos. La suplementación de la Vit. A depende de la calidad del forraje que se le suministra a los animales, en los casos que los forrajes sean de buena calidad no será necesaria, sin embargo si lo es si el forraje es de mala calidad [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

Todos los animales, ya sean flacos o gordos necesitan de suplementación proteica cuando el forraje que se consume es de baja calidad (se lo debe considerar de baja calidad cuando el porcentaje de PB es menor a un 7%). La suplementación proteica generalmente tiene una mejor respuesta que la energética. Si esta no da una respuesta satisfactoria se debe hacer una suplementación energética, en base a granos. La suplementación con granos debe ser analizada como ultimo recurso, por su mayor costo y por su efecto depresivo sobre la utilización de la eficiencia del forraje, sobre todo si el volumen de granos suministrado es grande y de manera infrecuente, por su efecto sobre el pH ruminal, los efectos sobre la flora ruminal y las alteraciones sobre la tasa de pasaje a través del tracto digestivo. De ser necesario para obtener una CC aceptable, los granos deben ser suministrados en pequeñas cantidades y de manera frecuente [Herd D.B. And Sprott L.R; 1999].

Las reservas energéticas en grasa corporal necesarias para la manutención de la ciclicidad son menores que las necesarias para la reanudación de los ciclos estrales una vez presentado el anestro nutricional. El tenor de la ganancia diaria de peso esta inversamente relacionado con el período de tiempo necesario para la reanudación del ciclo ovárico, una mayor ganancia diaria traerá aparejada una disminución en el tiempo necesario para la presentación de un ciclo ovulatorio [Wetteman R. P. And Bossis I; 2000]. En experiencias realizadas sobre dos grupos de animales en anestro, los cuales fueron alimentados para que sus ganancias de peso sean altas (LG=0,6 kg/día) y baja (HG=1,5 kg/día, se encontró que los animales alimentados con dietas HG reanudaron su actividad ovárica en promedio 23 días antes que los alimentados con dietas LG [Bossis I, et al; 2000].

Solo luego de la consideración de todos estos factores se debe establecer la estrategia del manejo nutricional de las vacas de cría.

Diversas experiencias se han llevado a cabo con el fin de comparar la respuesta fisiológica de los animales en diferentes condiciones de alimentación. En ellas se trabajaron con dos categorías de animales, a una de ellas se les restringió la alimentación. Se comprobó que animales con buena condición corporal, que son subnutridos luego de haber reiniciado su ciclicidad en el posparto temprano y que hayan presentado al menos un ciclo ovulatorio cesan su actividad ovárica luego de perder cierto peso y condición corporal. El anestro nutricional inducido ocurre en animales adultos Hereford al perder un 24% de su peso y un 36% de su condición corporal, en animales cruza Hereford x Angus la actividad del ovario ceso con una pérdida del 22% de su peso vivo. En vaquillonas, pareciera ser que el impacto de la restricción es de mayor cuantía, ya que con solo un 15% de pérdida de peso, las vaquillonas ciclando entran en anestro nutricional [Gong J.G; 2002]. Estos mismos animales, una vez que nuevamente comienzan a ser alimentados a un nivel acorde a sus requerimientos reinician la actividad cuando alcanzan una condición corporal mayor a la que tenían cuando se encontraban ciclando, y la ganancia de peso es de un 30% del peso inicial. Esto ocurre aproximadamente en unas 8 semanas [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

Estrategias de suplementación

Antes de implementar una estrategia de suplementación se plantean dos interrogantes a considerar:

- 1) Es alguno de los tejidos movilizados, proteico o graso, durante el período de balance energético negativo, mas importante en cuanto a la reproducción?
- 2) Puede ser manipulado mediante la dieta la movilización de uno u otro tejido? 3) Esta relacionada en mayor cuantía la movilización de tejido proteico con la performance reproductiva del animal?

Existe un efecto particionante durante la movilización de tejidos que puede ser utilizado para disminuir las pérdidas de tejido proteico. Se han llevado a cabo distintas experiencias con este fin [Hawkins D. E. et al; 2000].

La pérdida de peso incluye la movilización de grasa corporal para el metabolismo oxidativo y el catabolismo proteico para la neoglucogénesis y el metabolismo oxidativo. De esta manera, cuando ocurre la pérdida de peso y la pérdida de condición corporal, hay que considerar además de la pérdida de grasa al tejido proteico que se cataboliza. Ésta pérdida de masa corporal proteica va a afectar al hígado y al intestino, pudiendo alterar las funciones metabólicas y los requerimientos, con sus posibles consecuencias sobre el organismo en general y la función reproductiva en particular. Los animales con una restricción prolongada de nutrientes reducen sus requerimientos de mantenimiento como consecuencia de una disminución del tamaño de sus vísceras y de la tasa metabólica. Repárese en el hecho que las vísceras son las responsables de un 30 a un 55% del metabolismo general del organismo.

Diferentes experiencias se han llevado a cabo a fin de explorar las posibilidades de una manipulación nutricional en la cuantía de utilización de las reservas corporales.

Dentro de las diferentes estrategias se encuentra la sustitución de un 50% de proteína total suplementada por proteína no degradable en rumen. Con sustituciones crecientes de proteína degradable por no degradable de 35% a 50%, se disminuyo la pérdida de peso y el tiempo requerido para llegar a comenzar con la ganancia de peso.

Se realizó una experiencia con el fin de explorar el efecto particionante en la movilización de tejidos. Se implementaron cuatro dietas: dieta 1 (Alta Energía + Alta Proteína), dieta 2 (Alta Proteína + Baja Energía), dieta 3 (Baja Proteína + Alta Energía) y dieta 4 (Baja Energía + Baja Proteína).

Los resultados mas interesantes se dan en las dietas de AE+BP y BE+AP, en ambos casos las pérdidas de peso fueron similares, pero la composición de estas fue diferente. Los animales alimentados con la dieta AE+BP perdieron mayor proporción de tejido proteico, mientras que los alimentados con BE+AP perdieron una mayor proporción de tejido graso, y a su vez estos animales retornaron al estro en un período de tiempo menor, que fue similar al del grupo de animales alimentados con AE+AP [Hawkins D. E. et al; 2000].

Algunos estudios demostraron que la pérdida de tejido graso puede ser utilizada como fuente de energía para reponer o mantener los tejidos proteicos del cuerpo del animal.

En otra, utilizando animales con sobre-engrasamiento se plantearon dos dietas, una a base de cebada y la otra con la inclusión de una pequeña proporción de harina de pescado. El primer grupo como era de esperar tuvo una pérdida de peso, mientras que en el segundo, no solo no perdieron peso sino que la composición corporal cambio, con una disminución de la proporción del tejido graso y un aumento de la proporción de tejido proteico. En este grupo, la energía proveniente de la movilización de reservas grasas y de la harina de pescado fue utilizada para aumentar la deposición de tejido proteico.

En otra experiencia se suplemento a vacas de carne en lactación sobre pasturas con cantidades crecientes con concentrado proteico con un 50% de proteína no degradable (0, 155, 311, 455 y 602 g/día). En los resultados se muestra que a cantidades crecientes de suplementación proteica, la producción de leche y la pérdida de peso se incremento, sin embargo la retención de nitrógeno en el cuerpo aumento de -2 a 154 g/día. Estos resultados demuestran que se aumentó de la movilización de las reservas grasas para aumentar la producción láctea mientras que la proteína corporal fue reemplazada.

A partir de estas experiencias se puede especular que los animales en balance energético negativo que reciben suplementación proteica mejoran sus posibilidades de hacer frente al estrés nutricional, mejoran la utilización de los depósitos energéticos del cuerpo y protegen los depósitos proteicos corporales.

En dietas basadas en forrajes de baja calidad, el acetato y butirato representan entre el 85 y 90 % de los AGV formados en el rumen, estos son utilizados para la síntesis de ácidos grasos y el metabolismo oxidativo para la producción de ATP.

El propionato, representa un 15% o menos de los AGV formados, este es el principal precursor de la síntesis de glucosa en los rumiantes. El 90% del propionato es metabolizado a través de la gluconeogénesis.

Aminoácidos gluconeogénicos, de origen endógeno o exógeno son utilizados como segunda fuente para la neoglucogénesis, cuando el aporte de propionato esta disminuido o las demandas de glucosa están aumentadas.

Como ya se menciona anteriormente, la glucosa parece intervenir de manera indirecta en la mediación entre el estado nutricional del animal y la función reproductiva. La absorción de glucosa por parte del intestino delgado es a fines prácticos nula, la glucosa endógena tiene en los rumiantes su origen en la neoglucogénesis.

En dietas basadas en forrajes de baja calidad, el metabolismo del acetato se ve incrementado ante la administración de precursores neoglucogénicos, a su vez cuando estos están en déficit la energía producida por el metabolismo del acetato, en buena parte se pierde en forma de calor.

El incremento de la tasa de metabolismo del acetato se evidencia por una disminución de la vida media del acetato, este efecto también se evidencia ante la suministración a los animales de proteína no degradable. La glucosa es requerida para la incorporación del acetato en los ácidos grasos de cadena larga en el tejido adiposo o en la glándula mamaria, 14 NADPH son necesarios para la reacción formación de ácido palmítico a partir de ocho moléculas de acetyl-CoA provenientes del acetato. Si la energía es proporcionada por la oxidación de la glucosa, serían necesarios 4 moles de glucosa para proveer la energía, esto representa 89 gramos de glucosa. La glucosa también es necesaria para la producción de glicerol, en la formación de triglicéridos y la producción de lactosa a partir de dos moles de glucosa.

Los requerimientos de glucosa para mantenimiento y lactación se estiman en unos 150 gramos / día.

La suplementación estratégica de glucosa, o compuestos que puedan economizar su oxidación (como triglicéridos) disminuirán las demandas de glucosa por parte de la glándula mamaria, quedando disponible para otros usos, como los reproductores.

Cuando la provisión de glucosa es insuficiente, se produce una pérdida de peso corporal a una alta tasa, así como la pérdida de proteína endógena. Aunque la pérdida de peso corporal sea en un rango aceptable, el déficit de glucosa produce un compromiso en la eficiencia de utilización de las reservas provistas por los tejidos y por la dieta.

Una experiencia realizada sobre la base de cuatro dietas, una control formulada para suplir los requerimientos de mantenimiento y producir una mínima ganancia de peso (100 g/día), y tres dietas de prueba.

En la primera sobre la basal se suministro intra-abomasal de glucosa (80 g), la segunda con una suplementación proteica, basada en harina de pescado, y la tercera combinando las dos anteriores. En respuesta a la primera dieta experimental, se produjo un incremento en la ganancia de peso y en la eficiencia de utilización del alimento, demostrando que la glucosa era un elemento limitante en la ganancia de peso, en respuesta a la segunda se produjo una mayor ganancia de peso que en la primera con un incremento aun mayor en la eficiencia de utilización de los alimentos, demostrando que en parte la deficiencia de glucosa puede ser suplida por parte de la suplementación de aminoácidos. La dieta que combinaba las dos anteriores fue la que mejor respuesta produjo, demostrando que cuando la demanda de glucosa es suplida a través de la dieta, la suplementación de proteínas puede ser utilizada para la síntesis y el incremento de la eficiencia de los procesos metabólicos del animal.

Una obvia solución para disminuir la pérdida de peso posparto sería el incremento de la densidad energética de la dieta a través de suplementación con granos o forrajes de alta calidad que produzcan un incremento en los precursores de la gluconeogénesis.

La suplementación con fuentes de proteína degradable produce un incremento en la producción de acetato, exacerbándose la ineficiencia en el metabolismo por el desbalance producido entre el acetato y la glucosa.

La suplementación con proteína no degradable, estimula una elevación persistente en los niveles de insulina sérica y una depresión de la hormona de crecimiento. La insulina estimula la re-esterificación de los ácidos grasos por un incremento en la captación de glucosa en el tejido graso y la movilización de los ácidos grasos. Con la reducción de los niveles de ácidos grasos no esterificados circulantes se reduce la demanda de glucosa para el metabolismo de acetyl-CoA y se reduce la formación de cuerpos cetónicos.

Sin embargo este incremento en los niveles de insulina sérica no tiene efecto sobre la demanda de nutrientes por parte de la glándula mamaria, tejido que no esta regulado por la insulina. De esta manera se produce una competencia por los nutrientes entre los tejidos de la glándula mamaria y el resto de los tejidos del organismo. Si es posible disminuir las demandas del tejido mamario, se aminora la magnitud del balance energético negativo.

En dietas suplementadas con proteína no degradable, se produce una disminución de la concentración de la hormona de crecimiento y la subsiguiente reducción en la movilización de los tejidos corporales y una disminución en la demanda de nutrientes por parte de la glándula mamaria. En la experiencia con las dos dietas, la basada en la suplementación de glucosa intra-abomasal y la basada sobre la suplementación de proteína no degradable,

los animales tuvieron similares concentraciones de insulina en sangre y producción de leche, pero en los animales de la segunda dieta los niveles de glucosa sanguínea y de ganancia de peso fueron superiores.

Distintas experiencias demostraron que en animales de más de cuatro años la respuesta a la suplementación de proteína no degradable es mínima o nula, supuestamente por una mayor resistencia a la insulina.

Las señales metabólicas que aumentan la liberación de ácidos grasos en períodos de restricción alimentaria son la liberación de catecolaminas, debidas al estrés nutricional de los animales, y de hormona de crecimiento. En las experiencias en que los animales fueron alimentados con niveles crecientes de proteína no degradable, los niveles de ambos mediadores bioquímicos disminuyeron, con una menor pérdida de masa corporal.

A fin de evaluar los efectos de la suplementación con grasas en dietas con proteína no degradable, se llevo a cabo una experiencia con vacas Hereford, de segunda parición, en el posparto, durante 90 días. Los animales fueron alimentados sobre una base de heno, que se ajusto semanalmente al 1,8 del PV, los suplementos suministrados fueron los siguientes:

Dieta	CP	PD	P No D	% p No D	Grasa
Control	363	115	248	68,32	0
PD	504	263	241	47,82	0
PD + Grasa	504	263	241	47,82	78

Tras los 90 días que duro el tratamiento los pesos vivos finales de los animales fueron 442 y 445 kg promedio para las control y las bajo tratamiento respectivamente. Fueron evaluados: producción de leche por día, concentración de insulina plasmática y de LH (días 20 y 38 posparto). Solo se encontraron diferencias significativas en el nivel de producción de leche, y no así en los otros dos parámetros evaluados [Williams G. L. And Stanko R. L.; 2000].

La deficiencia en cantidad y calidad de heno suministrado, y como consecuencia el nivel de energía de la dieta, pareciera ser la limitante a la respuesta encontrada en las otras experiencias, cuando se las suplemento con proteína no degradable.

CONCLUSIONES

La ingesta de nutrientes y las reservas corporales energéticas son los principales reguladores de la función ovárica en las vacas de cría. La restricción de energía por períodos prolongados de tiempo da como resultado una pérdida de las reservas corporales. Esta disminución de las reservas corporales es captada a través de distintos compuestos químicos que actúan como señales en el eje hipotálamo hipofisario, por lo cual se produce una evidente disminución en la secreción pulsátil de GnRH y LH.

La reducción de los pulsos secretorios de LH no permiten la maduración del folículo dominante, con la consecuente disminución de la concentración plasmática de estradiol, lo que a su vez, imposibilita la producción del requerido pico preovulatorio de LH [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

La restricción nutricional trae como resultado, por un lado, una disminución de las concentraciones plasmáticas de IGF-I, glucosa e insulina; y por otro lado un incremento en las concentraciones en plasma de la hormona de crecimiento (GH) y NEFA durante los dos últimos ciclos antes de presentarse el anestro.

En cuanto a las concentraciones halladas de LH, IGF-I y AGNE, éstas difieren solo durante los ciclos anovulatorios precedentes al ciclo ovulatorio, por lo tanto, se los consideraría relevantes durante la preparación del estroma ovárico, dado su marcado efecto mitogénico.

Una vez terminado el período de restricción alimentaria, las concentraciones de IGF-I, AGNE, glucosa e insulina se encuentran sensiblemente alteradas [Wettemann R. P. And Bossis I; 2000].

La leptina, hormona sintetizada por parte del tejido adiposo, actúa modificando las variables en forma global, dada su actividad directa a nivel hipotálamo y gonadal. Su acción conlleva a la activación de la transcripción celular, y de esa forma describe los destinos de los distintos tejidos corporales, junto a la relación de masa magra / masa adiposa del animal. La regulación de la homeostasis global y balance energético del animal, están afectando por los cambios, que en forma indirecta (hasta el presente), condicionan al metabolismo, y por lo tanto, a la mas eficiente salida del anestro post parto en la vaca de cría. Los valores de la CC previos al parto, se reflejan así dentro del panorama en la frecuencia y la forma en que esta hormona interviene en éste período.

La suplementación de proteína no degradable trae aparejado cambios en el metabolismo del animal. Se describen una reducción en la pérdida de peso y una disminución del tiempo necesario para la reanudación de la actividad ovárica. Ello es producto de una mayor eficiencia en la utilización de la energía por parte del animal [Hawkins D. E. et al; 2000].

Esta mayor eficiencia, trae aparejada un aumento en las concentraciones de glucosa, que afecta positivamente la utilización de acetato para la formación de reservas por parte del animal (tejido adiposo). Por otro lado, se incrementan los niveles séricos de insulina, lo que beneficia al panorama de tipo anabólico global, se reduce simul-

táneamente la producción de señales metabólicas que inician la lipólisis y tiene, sin lugar a dudas, un neto efecto particionante sobre la utilización de los tejidos corporales, mejorando su utilización como fuente de energía y protegiendo el tejido proteico corporal del catabolismo.

De ese modo, se evidencia una mejora reproductiva neta, dada la más rápida involución uterina junto con un mayor y más eficiente metabolismo endometrial en el período del post parto.

Estos cambios metabólicos globales traen como consecuencia una menor pérdida de peso y de condición corporal junto a un menor tiempo de anestro posparto, dado el inicio más rápido y eficiente en la liberación de gonadotrofinas.

[Volver a: Condición Corporal](#)