



## **Predictores tempranos de desórdenes en la vaca en transición.**

*J.M. Huzzey y T.R. Overton  
Departamento de Ciencia Animal  
Cornell University*

*Traducción: MVZ Fernando Cavazos G.  
Veterinario de Servicio Técnico  
ABS MEXICO S.A. de C.V.*

### **Introducción**

El ingreso que genera una vaca lechera, proviene de su producción de leche, de la venta de progenie sobrante y finalmente del valor de su canal (Gröhn et al, 2003). Desde luego que, los factores que afectan a cualquiera de esas fuentes de ingreso (por Ej. Genética del ganado, Nutrición, Manejo Ambiental y Salud del Hato); pueden afectar la rentabilidad total del hato lechero. La atención de los asuntos relacionados con la salud del hato ha sido quizá el área de mayores retos, tanto para los productores como para los científicos.

Alteraciones en la salud pueden ocasionar tanto costos directos relacionados con la enfermedad (tratamiento con medicamentos, honorarios veterinarios y muerte de animales) como costos indirectos. Las enfermedades pueden afectar la eficiencia de producción a través de disminución en la producción (Deluyker et al., 1991; Rajala and Gröhn, 1998), reducción de la eficiencia reproductiva e incremento en el riesgo de desecho involuntario (esto ocurre cuando el productor se ve obligado a eliminar una vaca productiva y rentable, debido a enfermedad, lesión, infertilidad o muerte). (Gröhn et al., 2003). Un ejemplo es proporcionado por LeBlanc y col (2002) quienes reportaron que las vacas con endometritis clínica (infección uterina) tardaban 27% más tiempo en quedar gestantes y tenían 1.7 veces más riesgo de ser desechadas por falla reproductiva; que las vacas que no presentaban la endometritis.

### **La Vaca en Transición**

El mayor reto para productores y veterinarios es mantener sanas a las vacas durante el período de transición. El período de transición (también llamado período del periparto) es definido típicamente como el período desde 3 semanas antes hasta 3 semanas después del parto. Durante ese período hay muchos retos metabólicos, fisiológicos y endocrinos relacionados con el parto y el inicio de la lactancia. La demanda de nutrientes en la vaca se incrementa en este período para poder hacer frente al desarrollo final del feto y luego del parto, a la producción de leche. Un reto adicional es que el consumo de materia seca durante el período de transición, es generalmente insuficiente para cubrir los requerimientos de energía para la lactancia y el mantenimiento. (Drackley, 1999).

Las vacas tienen que adaptarse también a múltiples desafíos de manejo durante el período de transición. En muchas lecherías de Norteamérica la transición desde vaca preñada hasta la lactancia se ve marcada por varios re-agrupamientos sociales y cambios de dieta. El primer cambio de grupo, se da unas 3 semanas antes de la fecha esperada de parto y permite proporcionar a las vacas una dieta con mayor nivel de energía y nutrientes para hacer frente a las fases finales de desarrollo fetal y preparar a la vaca para las adaptaciones fisiológicas y metabólicas necesarias para el parto e inicio de la producción de leche. (Overton and Waldron, 2004).

Este cambio de grupo permite también a los productores el observar más de cerca a las vacas conforme se aproxima su fecha esperada de parto. Hay, sin embargo, evidencia de que el reagrupamiento tiene consecuencias negativas tanto para el comportamiento animal como para la producción. Phillips y Rind (2001) reportaron que, los animales reagrupados tuvieron menores tiempos de alimentación, mayor tiempo paradas y menor producción de leche, en relación a vacas que permanecieron en un grupo estable. Cuando entran vacas nuevas a un grupo, la dinámica de ese grupo cambia y eso puede conducir a mayores niveles de agresión entre los individuos del grupo, mientras se establecen las relaciones sociales nuevamente. (Tennessen et al., 1985).

Conforme se aproxima el parto, las vacas son a veces movidas nuevamente hacia la maternidad o corral de partos donde son aisladas del resto del hato. Se ha observado que el aislamiento social en un ambiente poco familiar desencadena respuestas de estrés en vacas lecheras en la forma de mayor frecuencia cardiaca, concentraciones altas de cortisol y mugidos frecuentes (Rushen et al., 1999). Luego del parto se les retira la cría y la vaca es cambiada nuevamente. En esta ocasión, la vaca se integra al hato en producción y recibe una nueva dieta formulada para proporcionar más energía para cubrir la demanda creciente de nutrientes debida a la producción.

Todos estos retos y las diferencias entre lecherías en el manejo general, seguramente contribuyen a la alta incidencia de problemas metabólicos e infecciosos que se presentan después del parto. En una revisión de 25 estudios relativos a la salud de la vaca en transición, Ingvartsen y col. (2003), resumieron la incidencia de enfermedades en producción (Tabla 1) y notaron gran diferencia entre lecherías en la incidencia de las enfermedades. Esa variación en la incidencia de los problemas es seguramente consecuencia de las variaciones en las prácticas de manejo del hato y en el criterio para el diagnóstico. Además, la incidencia reportada se refiere a problemas clínicos, sin embargo muchos de los problemas se presentan de forma subclínica (Ingvartsen, 2006). La magnitud de la incidencia también depende mucho de la calidad y precisión de los registros de salud del hato en las lecherías. Por lo tanto, es probable que el porcentaje real de vacas que desarrollan enfermedad post-parto, sea mayor al que se reporta en los estudios actuales.

**Tabla 1.** Promedio y Rango de incidencia de algunos desórdenes de salud, en el periparto.

<b>Tipo de problema</b>	<b>Promedio (%)</b>	<b>Rango (%)</b>
Fiebre de Leche	4.6	0.2 - 8.9
Desplazamiento de Abomaso	2.1	0.6 - 2.3
Cetosis	4.1	0.2 - 10
Retención de Placenta	7.8	3.1 - 13
Metritis	10.8	1.7 - 43.8
Mastitis	17.6	2.8 - 39

Adaptado de Ingvartsen y col (2003)

La habilidad para detectar los primeros signos de anormalidad / enfermedad dentro del hato puede conducir a una rápida intervención y de esa forma beneficiar la futura salud y desempeño del hato.

El conocimiento de cómo los alojamientos o los sistemas de manejo pueden estar influyendo en el éxito de las vacas en transición, va a ayudar también al productor a decidir si cambios en el manejo o inversiones de capital conducirán a un mayor éxito a largo plazo. En este trabajo se discutirán los esfuerzos anteriores y actuales para determinar los indicadores tempranos de problemas en la vaca en transición.

## **Comportamiento y enfermedad**

Los animales gravemente afectados por una infección sistémica comúnmente desarrollan una variedad de síntomas que incluyen cambios en la temperatura corporal, aletargamiento y pérdida de apetito (Harto, 1988). Para los veterinarios, éstos síntomas, particularmente los de comportamiento, han sido considerados una consecuencia de un estado fisiológico debilitado que le impide al animal un patrón normal de comportamiento (Aubert, 1999).

Sin embargo, Hart (1988) argumentó que el comportamiento del animal enfermo es un conjunto coordinado de cambios fisiológicos y conductuales que se desarrollan en respuesta a una infección. Él propuso que la fiebre y la correspondiente disminución en el apetito y en la actividad son las respuestas adaptativas del cuerpo para combatir al patógeno invasor. Por ejemplo, la inactividad resulta en una menor actividad muscular que conduce al organismo a conservar la energía para afrontar los mayores costos metabólicos que implica montar una respuesta inmune y un estado febril. Adicionalmente, el hecho de alimentarse quizá requiera moverse hacia el área del comedero, competir con otros animales por el espacio así como la ingestión y digestión del alimento; todo lo cuál incrementa el gasto de energía (Hurt, 1988).

Investigaciones en corrales de engorda han demostrado que los cambios en el comportamiento alimenticio pueden ser utilizados para detectar animales enfermos e incluso para predecir la morbilidad. Sowell y col

(1998 y 1999) reportaron que los novillos sanos permanecían más tiempo en el comedero y consumían mayor número de porciones que los animales enfermos. Un estudio de seguimiento hecho por Quimby y col. (2001) determinó que el monitoreo electrónico de la asistencia de los animales al comedero podía detectar animales enfermos hasta 4 días antes que los supervisores de corrales bien entrenados. Recientemente, un trabajo de Urton y col (2005) ha mostrado que el menor consumo de alimento antes del parto puede ser utilizado para predecir las vacas en riesgo de padecer metritis aguda. Estos resultados indican que el comportamiento puede ser utilizado para detectar problemas días antes de que el veterinario o el trabajador logren diagnosticarlos. La recuperación es más rápida cuando el tratamiento se inicia tempranamente en el proceso de la enfermedad. Milner y col (1997) reportaron que la temprana detección y tratamiento de la mastitis, midiendo conductividad eléctrica en la leche; limitó la severidad de la enfermedad previniendo el desarrollo de signos clínicos de la infección y disminuyendo la pérdida de producción. Consecuentemente, el monitoreo del comportamiento alimenticio puede ser utilizado por los productores como herramienta para detectar y tratar más tempranamente las enfermedades y así mejorar la salud del hato.

En los estudios de Quimby y col. (2001) y en los de Urton y col. (2005) no está muy claro si la reducción en la actividad de alimentación de los animales que se descubrieron posteriormente enfermos, se debió a la expresión de un comportamiento por enfermedad o si la diferencia en el comportamiento contribuyó al desarrollo de la enfermedad misma. Los cambios en el comportamiento de alimentación pueden influenciar cambios en el consumo, pero el cómo ocurre esto todavía no está comprendido. Como ya se discutió anteriormente, nutrientes (Weiss y col., 1990) o consumo (Hammon y col., 2006) inadecuados antes del parto han sido asociados con una mayor incidencia de problemas post-parto. Sin embargo, Quimby y col. (2001) y Urton y col. (2005), no pudieron medir el consumo individual de materia seca. A la fecha, ningún trabajo ha examinado la relación entre el tiempo comiendo y el consumo de materia seca en vacas individuales en transición.

Las vacas que son menos exitosas en lograr el acceso a recursos como el alimento, quizá sean más susceptibles a enfermedad debido a las deficiencias nutricionales asociadas con una reducción en el consumo de alimento. Un estudio terminado en 2006 por Huzzey y col., mostró que las vacas de menor jerarquía en el comedero (es decir, vacas que eran desplazadas por otras más veces de las que ellas desplazaban a otras), tuvieron menor tiempo comiendo en respuesta a un incremento en la competencia por la comida, en comparación con vacas de mayor jerarquía (es decir, vacas que desplazaban a otras más de lo que ellas eran desplazadas). A la fecha, ninguna investigación ha explorado la relación entre el comportamiento social, el consumo de alimento y la salud, durante el período de transición. El monitoreo del comportamiento social es otra herramienta que el productor puede utilizar para identificar aquellas vacas que quizá van a tener dificultad para lograr el acceso a la comida y que por consiguiente, tienen un mayor riesgo de tener problemas de salud.

### **El comportamiento de alimentación y el consumo predicen la metritis.**

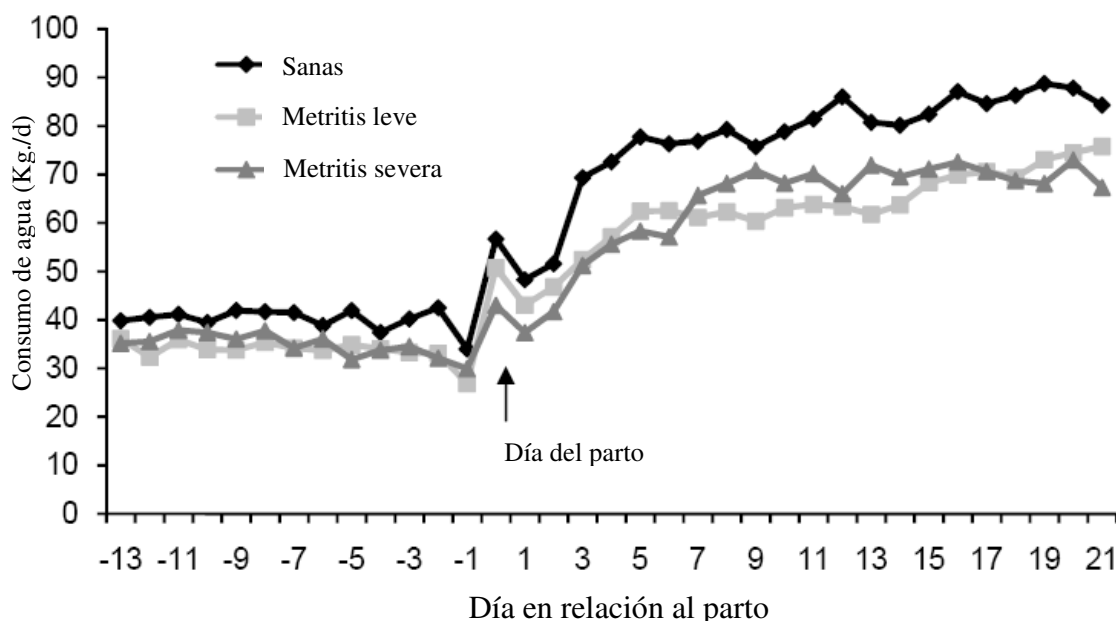
En el Centro Para Educación e Investigación en Lechería de la Universidad de British Columbia, (Agassiz, BC), pueden monitorear tanto los tiempos comiendo y bebiendo como el consumo en vacas alojadas en establos con echadero individual (free-stalls), a través de un sistema de monitoreo electrónico (INSENTEC, Marknesse, Holland; Figura 1). Este sistema fue utilizado para probar la predicción de que las vacas con una reducida actividad de comer y de beber (decrementos en el consumo y en el tiempo comiendo / bebiendo), durante las semanas anteriores al parto, tenían más probabilidades de ser diagnosticadas con metritis luego de su parto. Además, se hizo la predicción de que esas vacas iban a ser menos exitosas en interacciones competitivas por el comedero durante el período pre-parto; comparadas con las vacas que permanecieron saludables.



**Fig. 1** El Sistema Insentec para el monitoreo electrónico de la alimentación o consumo.

En este estudio, 110 vacas lecheras fueron monitoreadas desde 2 semanas antes del parto hasta 3 semanas después del parto. Se estuvo monitoreando continuamente el comportamiento de alimentación y de ingestión de agua, así como el consumo de alimento a través del sistema electrónico Insentec. Se evaluó el comportamiento social en el comedero a través de grabación de videos y la producción diaria de leche fue registrada en los primeros 21 días post-parto. La severidad de las metritis fue diagnosticada en base a la temperatura corporal registrada diariamente y en base a la condición de la descarga vaginal (DV), que fue evaluada cada 3 días durante los 21 días siguientes al parto. Se clasificó a las vacas con metritis severa si presentaban por lo menos una DV con puntuación de 4 y un registro de fiebre de 39.5° C ó más. Se les clasificó con metritis leve si presentaban por lo menos una DV con puntuación 2 o 3 pero no con puntuación de 4. Las vacas con metritis leve podían haber tenido o no fiebre. Se clasificó a las vacas como sanas si tenían solo puntuación 1 en sus DV y no presentaron fiebre. Todos los animales que no cumplían con estos criterios de clasificación o que presentaban síntomas de otro tipo de desorden común en la transición (como fiebre de leche, Cetosis o mastitis) no se consideraron en el análisis.

Las vacas con metritis severa o leve, consumieron menos agua que las vacas sanas, antes y después del parto; aunque la diferencia en el consumo de agua antes del parto entre las sanas y las que mostraron metritis severa, apenas fue estadísticamente significativa (Fig. 2). El consumo de agua en la semana previa al parto mostró tendencia a ser un factor de riesgo para metritis severa. Por cada Kg menos de consumo de agua en ese período, la probabilidad de que la vaca fuera diagnosticada con metritis severa fue 1.21 veces más. En las 3 semanas después del parto, el consumo de agua fue menor en las vacas que mostraron metritis severa o leve, comparado con el consumo de las que permanecieron sanas; ese menor consumo de agua seguramente contribuyó a la reducción en la producción de leche que mostraron las vacas con metritis. La producción promedio diaria de leche fue 8.3 Kg. menos en las vacas con metritis severa y 5.7 Kg. menos en las vacas con metritis leve, en relación a la que tuvieron las vacas que permanecieron sanas los 21 días posteriores al parto.



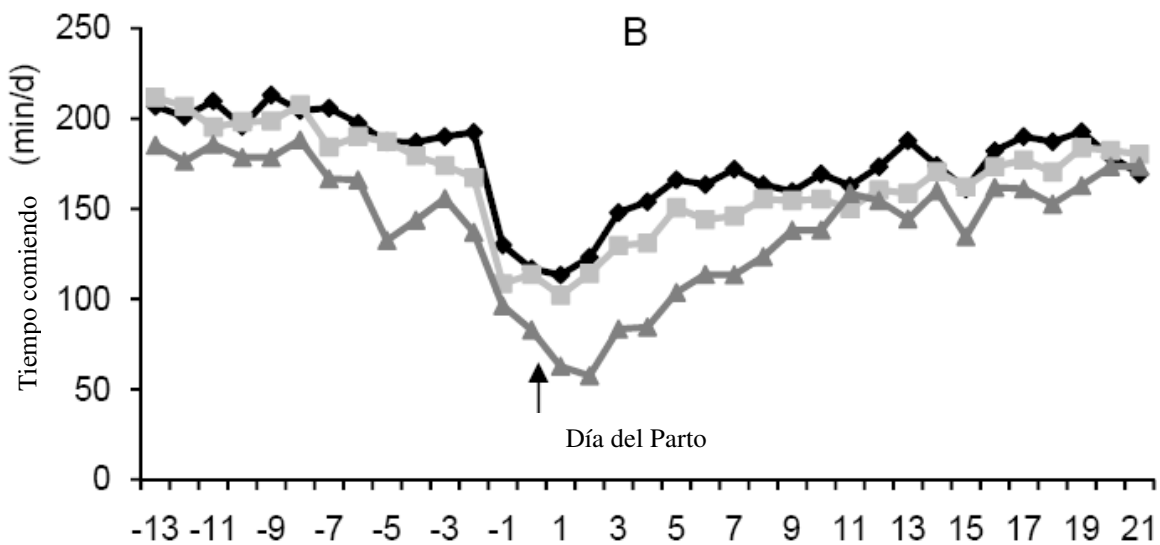
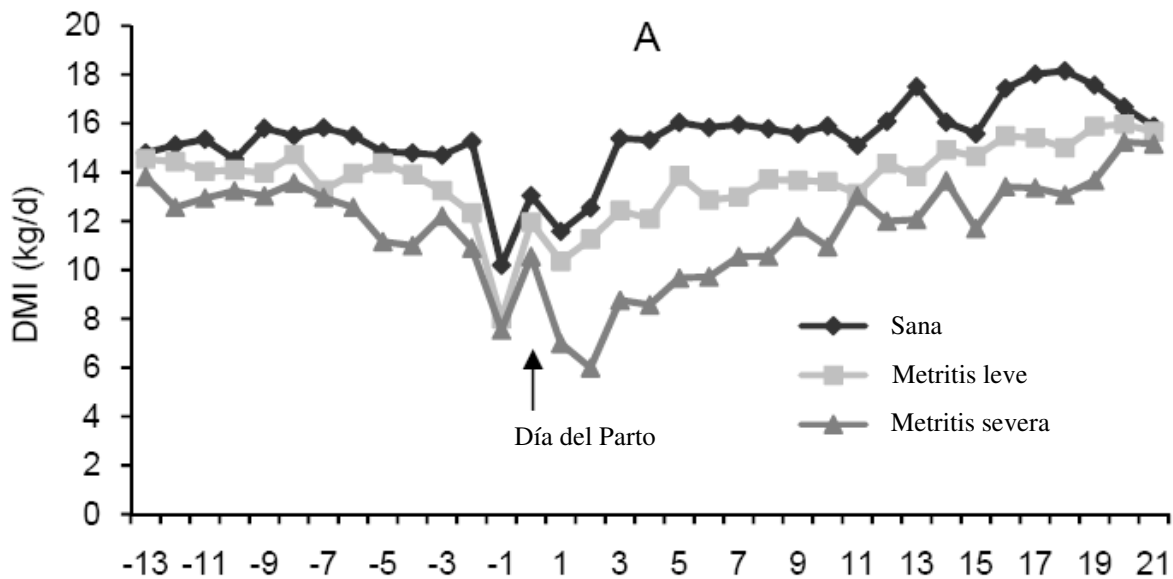
**Fig 2.** Consumo promedio diario de agua (Kg. / día) en vacas Holstein sanas (n=23), en vacas con metritis leve (n=27) y en vacas con metritis severa (n=12), desde 13 días antes del parto hasta 21 días después del parto. (Adaptado de Huzzey y col., 2007)

Las vacas que padecieron metritis severa consumieron menos alimento y pasaron menos tiempo en el comedero en las dos semanas previas al parto y por casi 3 semanas antes de que se observaran en ellas los signos clínicos de la infección (Fig. 3). El número promedio de días del parto a los primeros signos de descarga vaginal patológica (DV= 2 ó más) fue de  $5.3 \pm 1.9d$  (media  $\pm$  D.E.) para vacas con metritis severa y de  $9.1 \pm 3.9d$  para vacas con metritis leve. Las vacas que mostraron metritis leve también consumieron menos alimento y pasaron menor tiempo comiendo en la semana previa al parto. Por cada 10 minutos menos de tiempo en el comedero en la semana previa al parto, las vacas tuvieron una probabilidad de 1.72 veces más, de ser luego diagnosticadas con metritis severa. Y por cada Kg. menos de consumo de materia seca en ese mismo período, las vacas tuvieron una probabilidad 3 veces más de ser luego diagnosticadas con metritis severa.

Los resultados de este estudio y de otros anteriores proporcionan evidencia clara de que una disminución, ya sea en el tiempo en el comedero ó en el consumo de materia seca, incrementa el riesgo de que las vacas padezcan enfermedades infecciosas después del parto. Sin embargo, no se sabe bien si esa disminución en el consumo de alimento o en el tiempo que pasa la vaca en el comedero antes del parto son la causa de las enfermedades infecciosas o simplemente un efecto de alguna condición pre-existente. Se ha demostrado que los escenarios propicios a Cetosis (es decir, con concentraciones bajas de glucosa en plasma y altas concentraciones de Ac. Grasos no esterificados y de Beta-hidroxi-butirato), afectan al sistema inmune por diversas vías (Sato et al., 1995; Suriyasathaporn et al., 1999; Zdzisinska et al., 2000; Lacetera et al., 2004). Hammon y col. (2006) reportaron que, las vacas que eventualmente sufrieron metritis puerperal y endometritis sub-clínica, tenían un mayor grado de inmunosupresión que el de las vacas que permanecieron sanas, medido en base a la función de los neutrófilos.

Un sistema inmune que se ve comprometido como resultado de una inadecuada nutrición en el pre-parto, puede incrementar la susceptibilidad de las vacas a metritis puerperal, sin embargo, la razón subyacente de porqué unas vacas sufren disminución en su comportamiento alimenticio y otras no, no se conoce aún.

**Fig. 3** Consumo promedio diario de Mat. Seca (Kg. /d, gráfico A) y tiempo comiendo (min. / d, gráfico B) de vacas Holstein sanas (n = 23), vacas con metritis leve (n = 27) y vacas con metritis severa (n = 12); desde 13 días antes del parto hasta 21 días después del parto. (Adaptado de Huzzey y col. 2007)



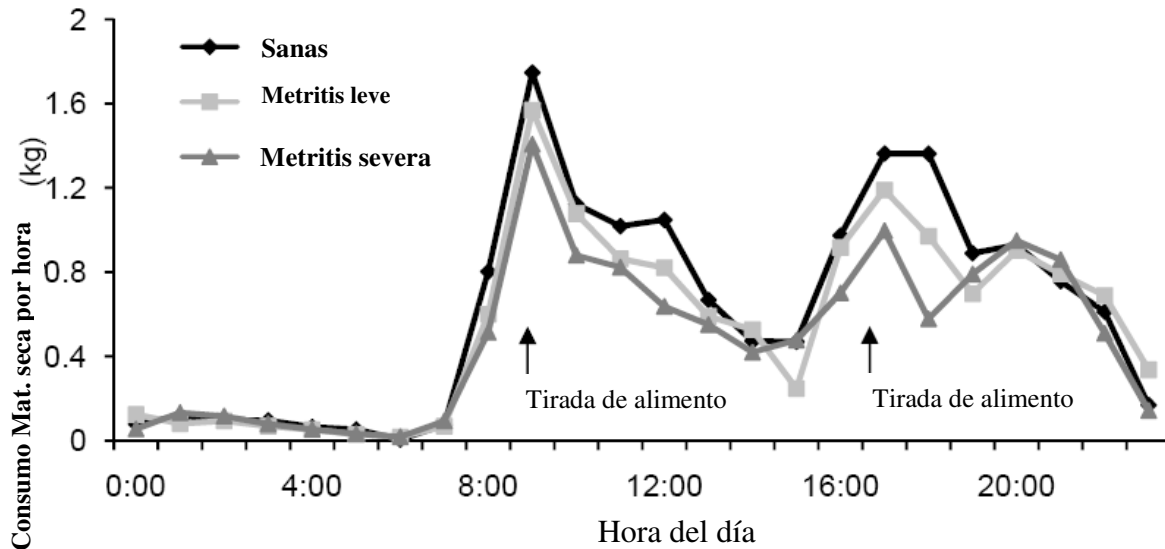
Día en relación al parto

### El comportamiento social predice la metritis.

En el estudio discutido más arriba se demostró la primera evidencia de que el comportamiento social de la vaca antes del parto, puede estar relacionado con la incidencia de metritis post-parto. Las vacas que eventualmente resultaron con metritis severa, se vieron involucradas en un menor número de interacciones agresivas junto al comedero en la semana previa al parto (hubo menos veces en que desplazaran a otras del comedero) y estuvieron también menos tiempo comiendo y con menor consumo de alimento en los periodos de tiempo siguientes a la administración de ración fresca (Fig. 4), tiempo en el que las vacas tienen una alta motivación para acercarse a comer. Las vacas que luego tuvieron metritis severa post-parto se mostraron menos motivadas para competir por el acceso a la comida antes del parto. Esa falta de

motivación puede indicar que esas vacas se sienten socialmente subordinadas y no desean involucrarse en interacciones con individuos más dominantes.

**Fig. 4** Patrón diario de consumo de alimento por hora (Media de consumo de Mat. Seca) para vacas Holstein sanas (n = 23), vacas que tuvieron metritis leve (n = 27) y vacas con metritis severa (n = 12), durante la semana previa al parto (día -7 a día -2). Adaptado de Huzzey y col. 2007.



Durante los períodos de transición ocurren numerosos cambios incluyendo las reagrupaciones y mezcla de animales. Las vacas socialmente subordinadas quizá no logran adaptarse a estas frecuentes reestructuraciones sociales y quizá respondan a esa situación disminuyendo el tiempo comiendo y el consumo de alimento e incrementando un comportamiento de evasión en respuesta a las confrontaciones sociales. Esas estrategias conductuales quizá pongan a esas vacas en un mayor riesgo de deficiencias nutricionales que afectan más al funcionamiento del sistema inmune e incrementan la susceptibilidad a enfermedades.

### Indicaciones Futuras

Como ya se ha discutido, las vacas lecheras enfrentan múltiples factores estresantes y se ha sugerido que, las vacas que han estado crónicamente bajo factores de estrés, son las que tienen mayor riesgo futuro de complicaciones en su salud.

Durante el período de transición, situaciones como el reagrupamiento frecuente, el mezclar primíparas con multíparas o el hacinamiento, ponen a prueba la habilidad de las vacas para adaptarse a situaciones diversas con efecto potencial sobre su fisiología, su comportamiento alimenticio o ambos. El hecho de conocer cómo los alojamientos o un determinado sistema de manejo pueden afectar al nivel de éxito que tengan las vacas en su transición, también ayudará al productor a decidir si acaso un determinado cambio en el manejo o una inversión de capital conducirán a un mayor éxito a largo plazo.

Actualmente, los productores no cuentan con herramientas objetivas para medir qué tanto impacto están teniendo los sistemas de manejo y sus correspondientes factores estresantes sobre la salud y desempeño general de las vacas. Investigación en curso en la Univ. de Cornell está evaluando marcadores fisiológicos clave relacionados con el estrés, la función inmune, la inflamación y el "status" de energía, antes del parto; para determinar si esos marcadores pueden detectar o predecir qué vacas están en mayor riesgo de tener problemas de salud o menor producción o desempeño reproductivo después del parto. Estos marcadores incluyen el Cortisol plasmático, el "factor-alfa de necrosis tumoral", la haptoglobina, los ácidos grasos no esterificados y los metabolitos del Cortisol que aparecen en heces.

El siguiente paso en las investigaciones en esta área será indagar cómo cambian las respuestas al estrés (ya sea conductuales, fisiológicas o inmunológicas) bajo distintos regímenes de manejo (es decir, varios niveles de disponibilidad de espacio de comedero o para descanso o niveles de inestabilidad social) y posteriormente evaluar si los animales considerados como los de mayor riesgo de presentar problemas de salud post-parto, se benefician con la implantación de prácticas de manejo tendientes a disminuir el estrés y a promover el bienestar del animal.

## **Conclusión**

A pesar de décadas de investigación sobre la salud y manejo de la vaca en transición, la alta incidencia de problemas de salud alrededor del parto, continúa afectando negativamente la producción de las vacas y su desempeño reproductivo. La habilidad para detectar los primeros signos de cualquier dolencia en el hato, puede conducir a una oportuna intervención y consecuentemente a la prevención de las enfermedades; esto podría mejorar substancialmente la rentabilidad de las lecherías. En la actualidad los productores no cuentan con herramientas objetivas para medir el grado en que los factores estresantes ligados al manejo, la dieta, o al ambiente alrededor del parto, pueden impactar la salud y el desempeño de las vacas. Los progresos futuros en esta área deberán combinar nuestro conocimiento sobre nutrición, metabolismo, fisiología, inmunología y comportamiento (etología), para determinar las relaciones entre esos factores de estrés y la enfermedad y así desarrollar estrategias de manejo que ayuden a reducir la incidencia de problemas post-parto.

## **Referencias**

- Aubert, A. 1999. Sickness and behavior in animals: a motivational perspective. *Neuro. Biobehavior Rev.* 23:1029-1036.
- Deluyker, A., J. M. Gay, L. D. Weaver, and A. S. Azari. 1991. Change of milk yield with clinical diseases for a high producing dairy herd. *J. Dairy Sci.* 74:436-445.
- Drackley, J. K. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *J. Dairy Sci.* 82:2259-2273.
- Gröhn, Y. T., P. J. Rajala-Schultz, H. G. Allore, M. A. DeLorenzo, J. A. Hertl, and D. T. Galligan. 2003. Optimizing replacement of dairy cows: modeling the effects of diseases. *Prev. Vet. Med.* 61: 27-43.
- Hammon, D. S., I. M. Evjen, T. R. Dhiman, J. P. Goff, and J. L. Walters. 2006. Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 113:21-29.
- Hart, B. L. 1988. Biological basis of the behaviour of sick animals. *Neuro. Biobehav. Rev.* 12:123-137.
- Huzzey, J. M., T. J. DeVries, P. Valois, and M. A. G. von Keyserlingk. 2006. Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89:126-133.
- Huzzey J. M., D. M. Veira, D. M. Weary, and M. A. G. von Keyserlingk. 2007. Prepartum behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. *J. Dairy Sci.* 90: 3220-3233.
- Ingvartsen, K. L., R. J. Dewhurst and, N. C. Friggens. 2003. On the relationship between lactational performance and health; is it yield or metabolic imbalance that causes production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livest. Prod. Sci.* 73:277-308.
- Ingvartsen, K. L. 2006. Feeding- and management-related disease in the transition cow: Physiological adaptation around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Anim. Feed Sci. Tech.* 126:175-213.
- Lacetera, N., D. Scalia, O. Franci, U. Bernabucci, B. Ronchi and A. Nardone. 2004. Short Communication: Effects of Nonesterified Fatty Acids on Lymphocyte Function in Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* 87:1012-1014.
- LeBlanc, S. J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, K. G. Bateman, G. P. Keefe, J. S. Walton and, W. H. Johnson. 2002. Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 85:2223- 2236.



- Milner, P., K. L. Page and, J. E. Hillerton. 1997. The effects of early antibiotic treatment following diagnosis of mastitis detected by a change in the electrical conductivity of milk. *J. Dairy Sci.* 80:859-863.
- Overton, T. R., and M. R. Waldron. 2004. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. *J. Dairy. Sci.* 87:E105-E119.
- Phillips, C. J. C., and M. I. Rind. 2001. The effects on production and behavior of mixing uniparous and multiparous cows. *J. Dairy Sci.* 84:2424-2429.
- Quimby W. F., B. F. Sowell, J. G. P. Bowman, M. E. Branine, M. E. Hubbert, and H. W. Sherwood. 2001. Application of feeding behavior to predict morbidity of newly received calves in a commercial feedlot. *Can. J. Anim. Sci.* 81:315-320.
- Rajala, P. J. and Y. T. Gröhn. 1998. Effects of dystocia, retained placenta, and metritis on milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81: 3172-3181.
- Rushen, J. A. Boissy, E. M. C. Terlouw, and A. M. B. de Passillé. 1999. Opioid peptides and behavioral and physiological responses of dairy cows to social isolation in unfamiliar surroundings. *J. Anim. Sci.* 77:2918–2924.
- Sato, S., T. Suzuki, and K. Okada. 1995. Suppression of mitogenic response of bovine peripheral blood lymphocytes by ketone bodies. *J. Vet. Med. Sci.* 57:183-185.
- Sowell, B. F., J. G. P. Bowman, M. E. Branine, and M. E. Hubbert. 1998. Radio frequency technology to measure feeding behavior and health of feedlot steers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 59:277-284.
- Sowell, B. F., M. E. Branine, J. G. P. Bowman, M. E. Hubbert, H. W. Sherwood, and W.F. Quimby. 1999. Feeding and watering behaviour of healthy and morbid steers in a commercial feedlot. *J. Anim. Sci.* 77:1105-1112.
- Suriyasathaporn, W., A. J. Daemen, E. N. Noordhuizen-Stassen, S. J. Dieleman, M. Nielen, and Y. H. Schukken. 1999. Beta-hydroxybutyrate levels in peripheral blood and ketone bodies supplemented in culture media affect the in vitro chemotaxis of bovine leukocytes. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 68:177-186.
- Tennessen, T., M. A. Price, and R. T. Berg. 1985. The social interactions of young bulls and steers after regrouping. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 14:37-47.
- Urton, G., M. A. G. von Keyserlingk, and D. M. Weary. 2005. Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. *J. Dairy Sci.* 88:2843-2849.
- Weiss, W. P., J. S. Hogan, K. L. Smith, and K. H. Hoblet. 1990. Relationships among selenium, vitamin E, and mammary gland health in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.* 73:381-390.
- Zdzisinska B., J. Filar, R. Paduch, J. Kaczor, I. Lokaj, and M. Kandefor-Szerszen. 2000. The influence of ketone bodies and glucose on interferon, tumor necrosis factor production and NO release in bovine aorta endothelial cells. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 74:237-247.