



## ENERGÍA EN LA VACA SECA: EFECTO SOBRE EL BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO, PRODUCCIÓN Y LOS TEJIDOS MUSCULAR Y ADIPOSO EN EL PERIPARTO DEL GANADO LECHERO

Daryl Nydam, Sabine Mann, Tom Overton, Joseph Wakshlag<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cornell University, Ithaca, NY 14853 USA. Correspondencia: dvn2@cornell.edu

### INTRODUCCIÓN

Una transición exitosa de las vacas lecheras desde el período seco a la lactancia, se refleja en la prevención de enfermedades y en asegurar la rentabilidad de ésta (Drackey, 1999). Los esfuerzos de la investigación se han concentrado tanto sobre las estrategias de manejo pre- y post parto para identificar las limitantes nutricionales, de alojamiento y los procedimientos preventivos empleados para cumplir esta meta. Las estrategias nutricionales para las vacas secas han variado durante las últimas décadas, con varias de ellas actualmente en uso en los diferentes establecimientos. Debido a que el consumo voluntario (DMI) invariablemente cae antes del parto, algunos autores han propuesto aumentar el contenido de energía en las raciones preparto para mejorar la producción y la salud en la lactancia temprana (Grummer, 1995; McNamara et al., 2003) y fue demostrado que el DMI aumenta en el preparto cuando se administran dietas con mayores contenidos de energía. Por otro lado, la investigación y la experiencia en el campo han demostrado efectos beneficiosos alimentando a las vacas con una dieta de energía controlada en el preparto (Drehmann, 2000; Douglas et al., 2006; Janovick et al., 2011; Vickers et al., 2013). Se observó cierta diferencia para dietas con diferente energía cuando fueron administradas más lejanas al parto que cerca de este, y los autores concluyeron que la sobrealimentación lejos del parto tuvo consecuencias negativas más severas que cuando se hacía más cerca de este (Dann et al., 2006). El objetivo fue evaluar el efecto de cada ración de vaca seca sobre el balance energético negativo postparto, la producción de cuerpos cetónicos y la productividad así como diferencias en las concentraciones de hormonas pancreáticas implicadas en el balance de la glucosa.

Los tejidos adiposo y muscular representan los principales tejidos insulino-dependientes del consumo de glucosa. La investigación se ha focalizado principalmente sobre el rol del tejido adiposo en el periparto de las vacas lecheras, específicamente porque su rol en la potencialmente alterada sensibilidad a la insulina de-

bido a la producción de diferentes adipokinas, tales como el factor alpha de necrosis tumoral (TNF) (Ronti et al., 2006). Una excesiva movilización del tejido adiposo en las vacas lecheras post parto es un factor clave en el desarrollo de desórdenes metabólicos (Vernon, 2005). Sin embargo, el tejido muscular también juega un gran papel en la adaptación a la lactación temprana en las vacas lecheras (Bell, 1995; Kuhla et al., 2011). Por lo tanto, en este estudio, apuntamos a describir los cambios en la masa de los tejidos adiposo y muscular, así como la expresión de adipokina.

### ENFOQUE EXPERIMENTAL

En este diseño de bloque al azar, 84 vacas Holstein de rodeo lechero para Enseñanza e Investigación fue bloqueado por fecha de parto esperado según registro (57 días antes de la fecha esperada de parto) y asignado a uno de tres niveles de energía dietaria para vacas secas. Las vacas en el grupo C recibieron una dieta de energía controlada, formulada para aportar el 100% de los requerimientos energéticos durante el período seco. Las vacas del grupo H recibieron una dieta que proveía 150% de los requerimientos energéticos. Las vacas del grupo I recibieron una dieta de energía controlada durante las primeras cuatro semanas luego del secado, y fueron cambiadas a una dieta formulada para aportar el 125% de los requerimientos hasta el día del parto. Todos los tratamientos contenían 300 mg/día de monensina. Luego del parto, todas las vacas fueron alimentadas con la dieta para vacas frescas (F) hasta el fin del ensayo a los 42 días de lactancia. La composición de los ingredientes de los principales componentes de las dietas para vacas secas y frescas se describe en el Cuadro 1. Todas las dietas fueron administradas ad libitum y ajustadas para permitir un mínimo de un 5% de rechazo. Los consumos diarios se registraron diariamente y el consumo de materia seca (DMI) determinado a partir de la materia seca semanal de todos los TMR. Se tomaron muestras sanguíneas semanales de todas las vacas antes de ser alimentadas por la mañana. La frecuencia de muestreo se incrementó a tres veces por semana desde las 3 se-



manas antes a 3 semanas después del parto. Las concentraciones de -hidroxibutirato (BHBA) en sangre total se midieron al pie de la vaca usando el dispositivo manual Xtra Precision (Abbott Laboratories) y las concentraciones de NEFA en suero fueron medidas empleando un kit comercial (WAKO Life Sciences). La producción de leche fue registrada en cada ordeño; se recogieron las muestras semanalmente y se remitieron para análisis de sus componentes a Dairy One (Ithaca, NY). La composición analizada de las dietas es parcialmente descrita en el Cuadro 2.

El balance energético fue estimado en CNCPS (v.6.1) para cada semana e individualmente entrando el promedio de peso corporal y el consumo de materia seca, y los días que llevó el feto durante el período seco estimado, o la producción de leche así como el porcentaje de grasa, proteína y lactosa en el período post parto. El balance energético fue expresado como porcentaje de los requerimientos. Los días 28 y 10 antes del parto esperado, así como los días 4 y 21 luego del parto, las concentraciones basales de insulina y glucagón se determinaron por medio de radioinmunoanálisis (Millipore) cuatro horas después de la remoción de los orts. En los mismos días así como en el día del registro y al final del estudio, se usó ultrasonografía para determinar la grosor de la grasa subcutánea en el área de la cadera así como el diámetro del músculo longissimus dorsi a la altura de la 4a vértebra lumbar. Se usó PCR en tiempo real para describir la expresión de los genes objetivo en el tejido adiposo.

Se generaron test de chi cuadrado con PROC FREQ de SAS (SAS 9.3, SAS Institute INC., Cary, NC) para las diferencias en episodios de BHBA > 1.2 mmol/L así como los tratamientos de la cetosis clínica. Se usaron medidas repetidas ANOVA para los consumos de materia seca, balance energético, concentraciones de BHBA y NEFA; usando para la producción de leche y ECM PROC MIXED en SAS. Cinco estructuras de covarianza fueron testeadas para cada variable analizada (simple, simetría compuesta, auto regresión orden 1, Toeplitz y desestructurada). Se eligió la estructura de covarianza con los mínimos criterios Aikaike de información. Los efectos fijos fueron grupo tratado y paridad con la declaración REPETIDA para la variable tiempo. Los datos fueron analizados separadamente para pre-y post parto. Cuando los resultados del análisis de ANOVA arrojaron un valor de  $p < 0.05$ , se usó el test de Tukey para la comparación de las medias de todos los grupos para controlar la tasa de error del experimento.

## **EFEECTO DEL NIVEL DE ENERGÍA EN EL PERÍODO SECO SOBRE LOS METABOLITOS ENERGÉTICOS, EL CONSUMO DE MATERIA SECA Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE**

Las concentraciones de BHBA durante el post parto fueron más altas en el grupo H ( $0.63 + 0.06$ ,  $0.77+0.06$  y  $0.85+ 0.06$  en grupos C, I y H respectivamente,  $P=0.05$ ). Cuatro vacas en el grupo I y cinco en el H fueron tratadas por cetosis clínica, mientras que ninguna de las vacas del grupos C requirió tratamiento ( $p=0.07$ ). De todos los test posibles en los primeros 21 días de lactancia, cuando se analizó la sangre 3 veces por semana para cada vaca hubieron 13, 32 y 31 episodios positivos en los grupos C, I y H respectivamente ( $p=0.007$ ). Las concentraciones de NEFA fueron más altas en el grupo H post parto ( $659+36,4$ ,  $665+36,7$  y  $796+39,5$   $\mu\text{Eq/L}$  en los grupos C, I y H respectivamente,  $P=0.02$ ). El consumo de materia seca preparto fue diferente entre los grupos con los mayores consumos en el grupo H y los menores en el grupo C. No se registraron diferencias en consumo de materia seca o producción de leche en el posparto. Las diferencias numéricas encontradas lo fueron en % de grasa de la leche y producción de ECM, las cuales fueron más altas en el grupo H y más bajas en el grupo C. La estimaciones del balance energético producido con CNCPS v.6.1 se presentan en el cuadro 2.

## **EFEECTO DEL NIVEL DE ENERGÍA EN EL PERÍODO SECO SOBRE LA INSULINA Y EL GLUCAGÓN**

La concentración de insulina fue la más baja en el grupo H en el 4º día post parto, mientras que la concentración de glucagón fue la mayor de todas el mismo día. El cálculo de la insulina molar: proporción de glucagón como indicativa de un balance energético negativo mostró que la tasa decreció sustancialmente en todas las vacas en el post parto inmediato, pero fue menor en las vacas del grupo H.

## **EFEECTO DEL NIVEL DE ENERGÍA EN EL PERÍODO SECO SOBRE LOS TEJIDOS MUSCULAR Y ADIPOSO**

Las vacas de los grupos I y H mostraron numéricamente mayores diámetros del tejido adiposo subcutáneo en el período preparto inmediato, y una mayor tasa de decremento del diámetro en el período post parto. Junto con las mayores concentraciones de NEFA en estos grupos, hipotetizamos que eso refleja una mayor grado de lipólisis en la vacas alimentadas con dietas más energéticas compradas con aquellas que había sido alimentadas con dietas de energía



controlada. Esta hipótesis fue luego sostenida por el hallazgo de que la expresión génica de la ácidos grasos sintetasa, una enzima implicada en la catalización de la síntesis de ácidos grasos está aumentada en las vacas del grupo H. En paralelo con los cambios en el tejido adiposo, el diámetro muscular fue también numéricamente mayor en los grupos con dietas de más alta energía, indicando que el acrecentamiento de la masa muscular se incrementó en comparación con las vacas que habían sido alimentadas con una dieta de energía controlada. Las vacas de todos los grupos mostraron un decremento en el diámetro muscular en el período post parto. No se encontraron diferencias en la expresión génica de TNF entre un subconjunto de vacas del grupo control con otras de los grupos experimentales, respectivamente.

### IMPLICANCIAS Y CONCLUSIONES

Los datos de este estudio muestran que las vacas alimentadas con una dieta de energía controlada a lo largo del período seco, movilizaron menos tejido adiposo, como se evidencia por las menores concentraciones de NEFA, y también por una menor concentración de BHBA en el postparto, mientras que la producción de leche y el consumo de materia seca no fueron afectados. El más alto porcentaje de grasa butirosa en el grupo alimentado con una dieta de alta energía en el preparto se debería a una mayor cantidad de NEFA empleada en la síntesis de esa grasa. Las menores concentraciones de insulina y las altas de glucagón a los 4 días post parto reflejan un mayor grado de balance energético negativo y disminución de la inhibición de la insulina sobre la lipólisis, explicando así la más alta concentración de NEFA en las vacas alimentadas con una dieta alta de energía en el preparto.

Las vacas alimentadas con un nivel de energía intermedio en aumento tuvieron la misma producción de leche y el mismo consumo de materia seca en el post parto que las vacas de los otros dos grupos. Cuando se toman en cuenta las concentraciones de NEFA y BHBA en el postparto, tanto como los tratamientos de cetosis clínica y los episodios de cetosis subclínica, las vacas alimentadas con un nivel de energía intermedio en aumento en el preparto mostraron algunos de los mismos efectos de un más pronunciado balance energético negativo que las vacas que había sido alimentadas con un nivel energético más alto durante todo el período seco, a pesar del hecho de haber recibido la misma dieta de energía controlada durante el comienzo de dicho período.

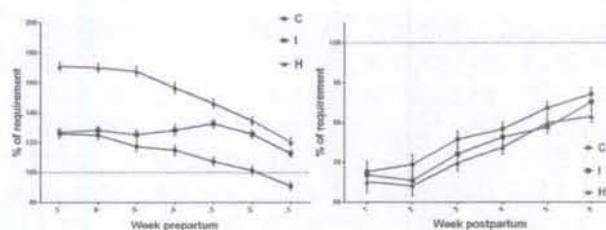
Aunque el tamaño de la muestra en este estudio no fue el adecuado para comparar eventos de salud, los datos epidemiológicos unen altas concentraciones de NEFA y BHBA con un riesgo aumentado para varios desórdenes periparto, incluyendo desplazamiento de abomaso, metritis, fallas reproductivas así como un descenso en la producción de leche y exclusión del rodeo (Ospina et al., 2010a;b; Chapinal et al., 2011; Chapinal et al., 2012; McArt et al., 2012; McArt et al., 2013; Suthar et al., 2013) están disponibles. La conclusión de los autores es por lo tanto, que una dieta de energía controlada administrada durante todo el período seco mostró claras ventajas en la prevención de un balance energético negativo que puede conducir a una enfermedad subsiguiente sin afectar la producción de leche.

**Tabla 1.** Composición de las dietas (% de materia seca total)

Ingredientes	Preparto			Postparto
	Controlado	Intermedio	Alto	
Ensilado de maíz	28.45	42.2	55.9	44.19
Feno de trébol	35.56	24	12.42	-
Ensilado de cultivo	-	-	-	10.72
Fardo (Panicum virgatum)	-	-	-	2.72
Amiño Phasif	10.54	6.03	1.52	4.53
Canola	6.82	7.86	8.92	9.82
Pulso citricos	3.67	4.38	5.10	-
German de maíz	-	-	-	3.83
Miela planta entera	2.64	3.633	4.64	4.73
Subproducto de destilería	4.52	3.038	1.56	7.24
Cascara de soja	2.42	3.678	4.95	5.97
Rumensin 90E	0.01	0.01	0.01	0.01
Soy ChlorE	1.71	1.258	0.82	-

**Tabla 2.** Análisis de la composición de las dietas, presentadas como promedio de once composiciones mensuales ± DS.

Componente	Preparto			Postparto
	Controlado	Intermedio	Alto	
Materia seca (MS) %	56.4 ± 3.8	49.8 ± 3.1	44.7 ± 3.9	46.8 ± 3.1
CP % of DM	14.2 ± 1.6	13.9 ± 0.7	12.5 ± 0.9	17.8 ± 0.9
NDF % of DM	48.4 ± 5.0	42.2 ± 4.5	41.0 ± 4.2	35.4 ± 2.3
ADF % of DM	30.1 ± 4.2	28.5 ± 3.2	26.6 ± 3.3	21.3 ± 4.4
Starch % of DM	15.0 ± 2.5	20.1 ± 3.6	23.7 ± 2.6	21.2 ± 2.3
DCAD meq/100g	-0.76 ± 1.65	-0.39 ± 3.32	-0.53 ± 2.24	-



**Figura 1.** Estimación del balance energético expresado como % de requerimientos utilizando CNCPS v. 6.1 (C=dieta de energía controlada, I= dieta de energía intermedia, H=dieta de alta energía).

### REFERENCIAS

- Bell AW. J Anim Sci. (1995)73:2804.
- Chapinal NM et al. J Dairy Sci. (2011)94:4897.
- Chapinal NS et al. J Dairy Sci. (2012) 95:5676.
- Dann HM et al. J Dairy Sci. (2006) 89:3563.



- Douglas GN et al. J Dairy Sci. (2006) 89:2141.
- D rackley J K. J Dairy Sci. (1999)82:2259.
- Drehmann PC. Hoard's Dairyman. (2000) 145:641.
- Grummer RR. J Anim Sci. (1995) 73:2820.
- Janovick NA et al. J Dairy Sci (2011) 94:1385.
- Kuhla BG et al. J Proteome Res. (2011) 10:4252.
- McArt JA et al. J Dairy Sci. (2012) 95:2505.
- McArt JA et al. Vet J. (2013)198:560.
- McNamara SF et al. J Dairy Sci. (2003) 86:2397.
- Ospina PA et al. J Dairy Sci. (2010a) 93:1596.
- Ospina PA et al. J Dairy Sci. (2010b) 93:3595.
- Ronti TG et al. Clin Endocrinol (Oxf). (2006) 64:355-365.
- Suthar VS et al. J Dairy Sci. (2013) 96:2925-2938.
- Vernon, R. G.. J Dairy Res. (2005) 72:460.
- Vickers LA et al. J Anim Sci. (2013)91:886.

## IMPACTO, MONITOREO Y MANEJO DE LA HIPERCETONEMIA EN GANADO LECHERO EN TRANSICIÓN

Daryl Nydam, Paula Ospina, Jessica McArt, Tom Overton

Cornell University Ithaca, NY 14853 USA

Correspondence: dvn2@cornell.edu

### INTRODUCCIÓN

Como las demandas de energía sobrepasan el consumo de materia seca durante el periodo de transición, concentraciones elevadas de ácidos grasos no esterificados (NEFA) y de B-hidroxibutirato (BHBA), pueden ser usadas como marcadores del grado de balance negativo de energía, en la vaca individualmente y en el rodeo (Duffield et al., 2009 - Oetzel, 2004). Estudios previos han identificado un nivel objetivo donde los NEFA y/o BHB son excesivos y causan efectos perjudiciales en la salud (Ospina et al., 2010a), reproducción y producción lechera (Ospina et al., 2010b). Recientemente, fue determinado el nivel de alarma de rodeo, es decir, la proporción de vacas muestreadas con concentraciones de metabolitos por arriba del umbral que se asocia con resultados perjudiciales (Ospina et al., 2010c).

Los objetivos son revisar: 1) la asociación entre los umbrales críticos de NEFA y BHB y el riesgo de enfermedad, con el efecto en producción de leche y performance reproductiva; 2) la proporción y prevalencia de vacas muestreadas con metabolitos elevados, que resultan en efectos a nivel de rodeo, es decir, el nivel de alarma del rodeo; 3) el uso de pool de muestras versus muestras individuales para estimar el nivel de alarma del rodeo en free-stall, alimentado con ración totalmente mezclada (TMR); 4) sugerir una estrategia de testado para rodeos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Una muestra de aproximadamente 100 predios

en el noreste de EE.UU fue seleccionada para participar en un estudio prospectivo de cohortes. Todos los establecimientos consintieron en participar, y el estudio fue aprobado por el Cornell University Institutional Animal Care and Use Committee. Para ser incluido en el estudio el rodeo debe incluir: 1) más de 250 vacas en ordeño, 2) sistema de estabulación free-stall, 3) alimentados con ración totalmente mezclada (TMR) y 4) haber participado en la Asociación de Información Nacional de Rodeos Lecheros (DHIA) y/o usar Dairy Comp 305 (Valley Af. Software, 2009).

Todos los establecimientos recibieron un formulario de consentimiento estandarizado, una encuesta y definiciones de casos para las enfermedades de interés. La encuesta registró información de: datos demográficos del predio, tiempos de alimentación en relación a la extracción de sangre, tiempo de espera voluntario, y protocolos de sincronización de la ovulación. El personal del establecimiento fue instruido para documentar cualquier caso incidente de la enfermedad de interés: desplazamiento de abomaso (DA), cetosis clínica (CK), y metritis (MET) y/o retención de placenta (RP).

Los predios fueron visitados una vez y durante la visita se seleccionaron dos cohortes de animales: unos 14-2 días pre parto y otros 3-14 días post parto. Dentro de cada cohorte, se evaluaron muestras de conveniencia de 15 animales aparentemente sanos. La evaluación incluyó extracción de sangre y evaluación de la condición corporal (BCS) (Ferguson et al., 1994). Las pautas para la extracción de sangre y el mane-