

Uso de ensilaje de grano húmedo y/o alimento concentrado en la suplementación de vacas mestizas en los Llanos Centrales venezolanos

L Pinto-Santini, N Martínez, D Perozo, K Drescher, M Rossini¹, A Ruiz¹ y C Domínguez²

Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela (UCV). Apartado 4579 Maracay, Venezuela

liviapintosantini@gmail.com

¹ *Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV*

² *Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos*

Resumen

Con el objeto de evaluar el efecto del tipo de suplementación sobre la producción de leche (PL), concentración de glucosa (GLU), colesterol total (COL), nitrógeno ureico (NU) e índices biométricos de estado corporal (IBEC) desde 30 a 120 días postparto en vacas a pastoreo suplementadas con: a) EN: 2kg de ensilaje de grano húmedo (EGH; 18% proteína cruda) + Bloque mineral comercial (BM) *ad libitum* (n=9); b) PRO: 1kg de EGH + 2kg de alimento concentrado (22.5% proteína cruda) + BM (n=9). Se aplicaron análisis de varianza para medidas repetidas en el tiempo; incluyendo efecto de tratamiento, día y/o semana de evaluación e interacción y correlación de Pearson para IBEC.

No se presentó efecto de tratamiento ($P > 0.05$) sobre PL (kg): 8.7 ± 2.6 (EN) y 9.9 ± 2.3 (PRO). Peso vivo (PV) e índice de masa corporal 1 y 2 (IMC1 e IMC2) incrementaron con avance de lactancia, con promedios: PV de 395.1 ± 55.1 y 418.5 ± 41.7 ($P > 0.05$); IMC1 (kg/m^2) de 227.0 ± 23.5 y 265.0 ± 69.9 ($P > 0.05$); IMC2 (kg/m^2) de 265.0 ± 69.9 y 207.5 ± 25.0 ($P < 0.05$), para EN y PRO, respectivamente. Condición corporal (CC) postparto fue igual en ambos tratamientos ($P > 0.05$). Las correlaciones fueron PV-CC: 0.35 ($P < 0.01$); PV-IMC1: 0.34 ($P < 0.01$) y PV-IMC2: 0.58 ($P < 0.01$). GLU (mg/dL) se mantuvo dentro del rango de la especie: 60.5 ± 13.1 (EN) y 57.1 ± 11.5 (PRO) ($P > 0.05$) con incrementos desde 90 días postparto. COL aumentó entre los 45 y 75 días y descendió a los 90 días postparto ($P < 0.01$) con promedios (mg/dL) de 141.4 ± 38.4 (EN) y 138.4 ± 34.6 (PRO) ($P > 0.05$). Los resultados demuestran que el metabolismo de estas vacas priorizó la utilización de nutrientes hacia mecanismos de resguardo energético, ya que no se evidenciaron mejoras en PL debidos a la suplementación.

Palabras clave: *colesterol, condición corporal, glucosa, índice de masa corporal, urea*

Using moist grain silage and / or concentrates for supplementation of crossbred cows in the Venezuelan Central Plains

Abstract

To evaluate the effect of type of supplement on milk production (MP), glucose (GLU), cholesterol (CHOL), urea nitrogen (UN) and body condition biometric index (BCBI) from 30 to 120 days postpartum dairy cattle were evaluated. Treatments were: a) EN: 2kg of moist grain silage (MGS; 18% crude protein) + Block mineral (BM) *ad libitum* (n=9); b) PRO: MGS 1kg + 2kg of concentrate (22.5% crude protein) + BM (n=9). The data were analyzed by ANOVA for repeated time measures, including the effect of treatment, day or weeks of assessment and their interaction. Additionally, Pearson correlation was performed for BCBI.

There was no effect of treatment ($P>0.05$) on MP (kg): 8.7 ± 2.6 (EN) y 9.9 ± 2.3 (PRO). Body weight (BW) and body mass index 1 and 2 (BMI1 and BMI2) improved with advancing lactation, with means: BW of 395.1 ± 55.1 and 418.5 ± 41.7 ($P>0.05$); BMI1 (kg/m^2) of 227.0 ± 23.5 and 265.0 ± 69.9 ($P>0.05$); BMI2 (kg/m^2) of 265.0 ± 69.9 and 207.5 ± 25.0 ($P<0.05$) for EN and PRO, respectively. Body condition (BC) postpartum was equal in both treatment ($P>0.05$). The correlations were BW-BC, 0.35 ($P<0.01$); BW-BMI1: 0.34 ($P<0.01$) and BW-BMI2: 0.58 ($P<0.01$). GLU (mg/dL) was within the range of this species: 60.5 ± 13.1 (EN) and 57.1 ± 11.5 (PRO) ($P>0.05$), with increases from 90 days postpartum. COL increased between 45 and 75 days and then decreased to 90 days postpartum ($P<0.01$) with means (mg/dL) of 141.4 ± 38.4 (EN) and 138.4 ± 34.6 (PRO) ($P>0.05$). The results demonstrate that the metabolism of these cows prioritized in energy protection mechanisms, because there was no evidence of improvements due to supplementation with additional protein.

Key words: *body condition, body mass index, cholesterol, glucose, urea*

Introducción

La industria ganadera en Venezuela se basada en la producción natural de las pasturas y, consecuentemente èsta sujeta a variaciones estacionales en calidad y disponibilidad de la biomasa vegetal. Así, los bovinos pasan por subnutrición periódica, disminuyendo la producción de leche y carne y la fertilidad, así como incrementos en la mortalidad (Mora 2012). Lo anterior hace necesario una suplementación estratégica, ya sea en épocas críticas del año (época seca, transición sequía-lluvia y/o lluvia-sequía) o en momentos de alto requerimiento alimenticio (crecimiento temprano, lactación). El tipo de suplementación que pudiera utilizarse es variable. Muchos ganaderos, como parte de la estrategia de

diversificación productiva, siembran maíz y/o sorgo, por lo que, el uso de ensilaje de grano húmedo (EGH) de éstos cereales ha venido aumentando en algunas fincas. En general, la suplementación con EGH a niveles medios puede catalogarse de positiva en términos de respuesta animal (Pieroni et al 1997). El uso de concentrados, tanto proteicos como energéticos, con materias primas producidas en finca, debido a su mayor versatilidad a la hora de balancear los nutrientes, no debe descartarse, a pesar de su mayor complejidad en la elaboración, como estrategia de suplementación.

Las respuestas en producción de leche y/o reproducción son claves para evaluar los arreglos alimenticios propuestos. Una herramienta útil en el diagnóstico presuntivo de la posible respuesta productiva y reproductiva de las vacas, pudiese ser el uso del perfil metabólico (Rivas et al 2006; Pardo et al 2008), en el cual se determina la concentración de varios metabolitos y se compara con los valores de referencia de la población. Adicionalmente, la utilización de índices que relacionen el peso, estatura, perímetro de cintura, entre otros, (Martínez-Hervás et al 2008), permitiría estimar los niveles de reservas corporales con un nivel de precisión importante (Botella et al 2001) y éstos a su vez, contribuir a estimar el mecanismo de utilización de los nutrientes presente en los animales (Cronjé et al 2000; Van Knegsel et al 2007; Pinto-Santini 2012).

La información en sistemas de producción con ganadería doble propósito es muy importante para el trópico, por lo tanto el objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación con EN y/o alimento concentrado proteico, ambos elaborados en finca, durante el postparto en vacas mestizas a pastoreo sobre algunos metabolitos sanguíneos, índices biométricos de estado corporal y la producción de leche en los Llanos Centrales Venezolanos.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en una finca comercial de la localidad de Tucupido, nororiente del estado Guárico (65° 30' - 66° 30' longitud oeste y 8° 50' - 9° 55' latitud norte; 143 msnm). El clima predominante en la zona es bosque seco tropical (Holdridge 1979) con precipitaciones entre 800 y 900 mm/año, concentrada en un periodo lluvioso entre junio y octubre.

Se utilizaron 18 vacas mestizas *Bos taurus* x *Bos indicus* con condición corporal (CC) al parto ≥ 2.5 en la escala NIRD (Fattet y Jaurena 1988). El rebaño se manejó bajo pastoreo continuo con oferta forrajera de pasto Guinea (*Panicum máximum* Jacq) y restos de cosecha de sorgo (*Sorghum* sp) y de maíz (*Zea maiz*); estas últimas disponibles principalmente durante la época seca del ensayo (abril - junio). El ensayo tuvo una duración de cuatro (4) meses y se realizó durante la transición sequía-lluvia en la zona (abril a julio).

Mediante un diseño completamente al azar, las vacas fueron asignadas a dos alternativas de suplementación a partir de los 15 días postparto; la suplementación rutinaria de la finca (PRO) y la suplementación propuesta (EN):

EN: 2kg de ensilaje de grano húmedo (EGH) con 18% proteína cruda (70% mezcla de granos de maíz y de sorgo en igual proporción + 30% semilla algodón) + Bloque mineral comercial (BM) *ad libitum* (n=9). Esta estrategia de suplementación aportó, en teoría, el 30% de los requerimientos de energía metabolizable (EM; Mcal) y el 50% de los requerimientos de proteína cruda (PC; g) de las vacas, asumiendo un peso vivo (PV) promedio de 500 kg y una producción de leche (PL) promedio de 6kg/vaca/día.

PRO: 1kg de EGH + 2kg de un alimento concentrado proteico elaborado en la finca (22.5% PC) + BM (n=9). Esta estrategia de suplementación aportó en teoría, el 45% de los requerimientos de EM y el 75% de los requerimientos de PC, calculados a partir de PV y PL ya descritos. Adicionalmente, la incorporación de sulfato de cobre y fosfato monocalcico en el alimento concentrado, se estima aporte el 70% de los requerimientos de cobre y 18% de los de fósforo. El porcentaje de incorporación y materias primas utilizadas en la elaboración del alimento concentrado proteico utilizado en esta alternativa de suplementación fue: grano de sorgo molido (24%), grano de maíz molido (20%), semilla de algodón (40%), melaza ganadera (10%), sal ganadera (1.5%), urea (2%), fosfato monocalcico (0.5%) y sulfato de cobre (0.3%).

Para evaluar las características de la pastura, mensualmente, mediante el corte a nivel del suelo (Haydock y Shaw 1975), se tomaron 10 muestras representativas de la variación vegetación-sustrato en el potrero. Las muestras se separaron para identificar las especies predominantes, se evaluó el porcentaje (%) de cobertura, altura de planta (cm), relación verde/seco y la disponibilidad de la pastura expresada en términos de materia seca de biomasa forrajera (Kg) por unidad de área (Ha) (Zemmenlink 1980). Se determinó, para el EN, alimento concentrado, BM y muestras de pasto, el contenido de materia seca (MS), PC, extracto etéreo (EE) y fibra cruda (FC) (AOAC 1990); calcio (Ca) por espectrofotometría de absorción atómica (Fick et al 1979) y fósforo por el método de colorimetría (Harris y Popat 1954). Adicionalmente, para el pasto, se determinó fibra detergente neutra y acida (FDN y FDA) por el método de Goering y Van Soest (1970). Todas las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias en Maracay.

Mediante ordeño manual, con un intervalo de 24 horas, con apoyo y presencia de la cría, la PL se midió cada dos semanas a partir de los 30 y hasta los 112 días posparto. Para su determinación se midieron las fracciones leche vendible (LV) y se estimó la leche consumida por el becerro (LCB) en amamantamiento restringido de una hora post ordeño (PL = LV + LCB). La LV fue determinada individualmente en el ordeño; para ello se pesó la cantidad de leche (kg) en una balanza tipo reloj de doble cara con capacidad de 20 kg y apreciación de 100 g marca Iderna - Venezuela. La LCB fue estimada mediante el doble pesaje de cada becerro inmediatamente antes y después del amamantamiento siendo esta, la diferencia entre ambos pesos.

Los índices biométricos de estado corporal evaluados fueron: peso vivo (PV; kg), condición corporal (CC), largo corporal (LC; m), altura de la cruz (AC; m), índice de masa corporal 1 (IMC1) e índice de masa corporal 2 (IMC2) estos últimos expresados en (Kg/m²). Todas las medidas fueron efectuadas a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días postparto, respectivamente. Para el PV los animales fueron pesados con una balanza electrónica marca

Ruderweight (Australia Ltd). Todos los animales se pesaron a primera hora de la mañana (ayuno previo y retiro de agua) antes del inicio del ensayo. Asimismo, se evaluó mensualmente la CC del animal basándose en una escala que oscila de 1 a 5 (1= muy flaca, 5= muy gorda), según el tejido adiposo de la zona caudo pélvica, utilizando la escala inglesa modificada (NIRD) por Fattet y Jaurena (1988) y con apreciaciones de 0.25 puntos de acuerdo a la metodología descrita por Edmonson et al (1989). La AC, fue determinada con una varilla metálica con regla calibrada (precisión ± 1 cm), colocando la varilla desde la pezuña (plano de sustentación del individuo) a la línea dorsal de la región de la cruz. El LC, fue determinado como la distancia entre la base del cráneo y la inserción de la cola, tomado con una cinta métrica flexible y con una precisión de ± 1 cm. Los IMC1 e IMC2 se obtuvieron aplicando las siguientes ecuaciones: $IMC1 = PV/AC^2$ y el $IMC2 = PV/AC \times LC$ (Khan y Khan 2004).

Las muestras de sangre para la determinación de los metabolitos fueron tomadas a cada vaca a nivel de la vena yugular en la línea media del cuello, con una frecuencia quincenal a partir de los 30 días postparto, utilizando una jeringa de 5 ml y agujas calibre 21 de 1 ½ pulgadas de longitud (Becton Dickinson Corporation, Franklin Lakes, NJ, Estados Unidos), y rápidamente transvasadas a un tubo tapa amarilla (Becton Dickinson Corporation, Franklin Lakes, NJ, Estados Unidos), para la obtención de suero; los tubos fueron refrigerados entre 4 y 6 C°, y transportados al Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UCV. Una vez en el Laboratorio las muestras fueron centrifugadas a 1500 g por 10 minutos en una centrifuga marca IEC Centrifuges®, modelo Clinical, USA, el suero obtenido fue trasvasado a tubos eppendorf de 1.5 ml (Eppendorf®, Estados Unidos), y congelados a -20 C° hasta su posterior procesamiento. Los metabolitos evaluados fueron glucosa (GLU), colesterol total (COL) y nitrógeno ureico (NU), los cuales fueron determinados por métodos enzimáticos espectrofotométricos según lo descrito por Henry et al (1974) para la GLU, Rivas et al (2006) para el COL y Tabacco et al (1979) para el NU, y leídos con un espectrofotómetro Stat Fax 1904 (Awareness Thechnology Inc Palm City Florida Estados Unidos). Todas las muestras fueron medidas por duplicado y contrastado con un suero control normal (Spinreact serum normally control, Ctra. Santa Coloma, Girona España) para verificar el buen funcionamiento de los kits utilizados.

Una vez obtenidos los datos se aplicó un análisis de varianza para medidas repetidas en tiempo usando el programa estadístico StatView, versión 5.0 de SAS® (1998). El modelo lineal estadístico incluyó el efecto del tratamiento y la semana y/o día de evaluación y la interacción correspondiente. Para la comparación de medias, se aplicó la prueba de comparación de medias de Duncan. Adicionalmente, se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las variables de IBEC.

Resultados y discusión

Características de la pastura y aporte nutricional de los alimentos utilizados.

En el Tabla 1, se observa una oferta forrajera adecuada durante toda la fase experimental; esto se demuestra por la biomasa presente en el potrero y valores de composición química, en base seca, de la pastura en los diferentes periodos. Estudios señalan que cuando la oferta forrajera se encuentra por debajo de 2000 kg MS/ha, el consumo voluntario de los animales puede verse afectado (Hodgson 1990). Los niveles de oferta forrajera en este ensayo, según este criterio, garantizaron un balance positivo de la dieta basal. Los niveles más elevados de biomasa en los meses de abril y mayo, más que un efecto climático, son debidos a la presencia en los potreros de restos de cosecha de sorgo y maíz, situación que también impactó en la relación verde: seco. La altura de las plantas estuvo entre 19 y 42 cm, valores considerados como no limitantes para afectar el consumo voluntario de MS (Allden y Whittaker 1970) y, la relación verde: seco pasó de 20:80, en los meses de abril y mayo (época seca), a 90:10, en los meses de junio y julio (época lluviosa). En la mencionada Tabla se observa la variabilidad de los contenidos de PC (4.2 vs 9.7 %) y la de FDN (69.4 vs 85.1 %) en las diferentes épocas: sequía (meses de abril y mayo) y lluvias (meses de julio y julio), siendo los peores en la época seca. En general, los valores de PC pueden ser considerados de medios a bajos; mientras que los niveles de FDN son altos, situación frecuente en la zona. Los valores de Ca y P, evaluados únicamente en el primer periodo, estuvieron cercanos al nivel referencial para cubrir los requerimientos, en el caso del Ca (0.31%; NRC 1989), pero muy bajos en el caso del P (0.23%; NRC 1989). Con relación a los valores de composición química del EN, alimento concentrado y BM (Tabla 2), estos suplementos sirvieron para compensar algunas deficiencias nutricionales de la dieta basal en cuanto a PC, Ca, P. Los micro elementos fueron aportados principalmente por el BM, cuyo consumo promedio por vaca/día estuvo en 25-30 g/d y, el alimento concentrado, en el caso de PRO.

Tabla 1. Características y valor nutricional de la biomasa presente en los potreros

	Periodo			
	Abril	Mayo	Junio	Julio
Característica de la pastura				
Porcentaje de cobertura (%)	34	33	72	72
Altura de la planta (cm)	19	21	36	42
(kg/ha)	7720	8564	3845	4093
Relación verde: seco	20:80	20:80	90:10	90:10
Valores nutricionales (%)				
Proteína cruda	4.2	4.6	9.8	7.4
Fibra cruda	44.7	38.3	31.5	31.8
Extracto etéreo	1.1	0.8	1.2	0.8
FDN	85.2	77.3	69.4	71.8
FDA	57.3	54.2	45.6	48.6
Calcio	0.22	.	.	.
Fósforo	0.08	.	.	.

Tabla 2. Valores nutricionales de los suplementos utilizados en el experimento (% de la MS)

Fracción nutricional	Suplementos alimenticios		
	EGH	Alimento concentrado	Bloque mineral comercial
Proteína cruda (%)	17.9	22.6	7.8
Fibra cruda (%)	5.9	13.9	0.6
Extracto etéreo (%)	3.3	5.3	0.5

Calcio (%)	0.06	0.3	19.8
Fósforo (%)	0.26	0.5	7.0

Producción de leche (PL)

Las variables evaluadas en la producción de leche no mostraron efecto del tratamiento ($P > 0.05$), siendo los promedios en kg para LV (7.5 ± 2.3 y 8.5 ± 2.3), LCB (1.4 ± 0.9 y 1.5 ± 1.0) y PL (8.7 ± 2.7 y 9.9 ± 2.3) para EN y PRO respectivamente (Figura 1). Para LCB (Figura 1b), se observó efecto del tiempo ($P < 0.01$). A las cuatro semanas de lactancia, los promedios de LCB (kg) para EN y PRO fueron 2.4 ± 0.8 y 2.8 ± 0.5 y, al final del experimento (semana 16) de 0.7 ± 0.7 y 0.4 ± 0.6 , respectivamente.

En general, los incrementos en PL observados fueron de 43 y 50.5% superiores para el EN y PRO, respectivamente en comparación con el promedio nacional, el cual se estima en 1773 litros/vaca/año, unos 5 kg por animal/día (Informe NASS-USD 2001 - citado por Rolando 2003). Allen (2000) señala que dietas basadas en forrajes con altos contenidos de fibra, superiores al 60%, aumenta en forma proporcional el tiempo de retención del alimento en el rumen ocasionando menor espacio ruminal. Así, la fibra puede convertirse en un factor que limita tanto el consumo de alimentos como la PL (Allen 2000). La adición de concentrado puede favorecer la producción de ácido propiónico, que dan lugar a una mayor PL, y el ambiente ruminal, incorporando nitrógeno y provocando el aprovechamiento del mismo por los microorganismos del rumen. Esto coincide con lo reportado por Wattiaux y Armentano (2002), los cuales señalaron que los carbohidratos no fibrosos contenidos en los alimentos concentrados utilizados para a alimentación animal, producen mayor cantidad de AGV (energía) que los forrajes, porque son fermentados a mayor velocidad y casi por completo.

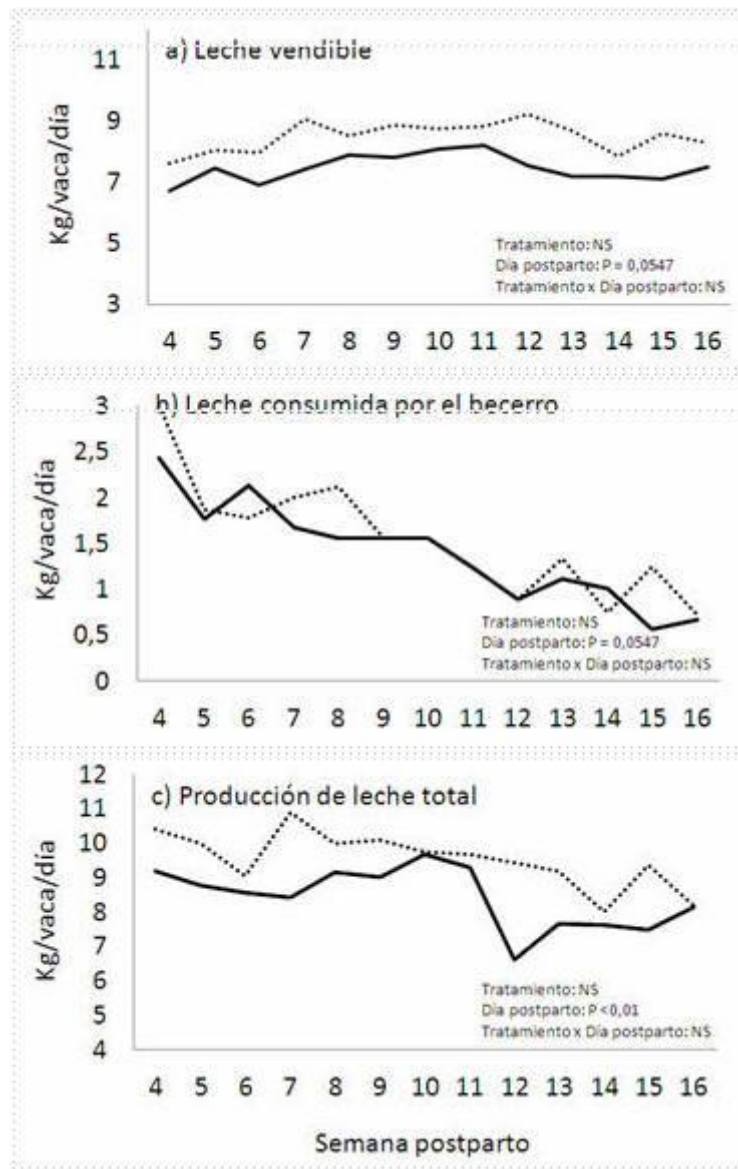


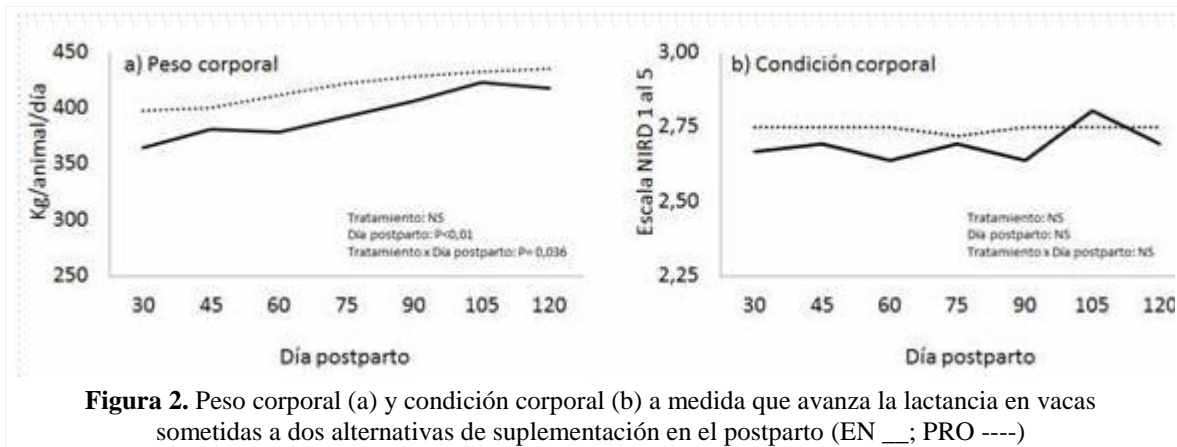
Figura 1. Leche vendible (a), leche consumida por el becerro (b) y producción de leche total (c) a medida que avanza la lactancia en vacas sometidas a dos alternativas de suplementación en el postparto (EN ___; PRO ----)

En Venezuela, a pesar de los esfuerzos en investigación con recursos locales y transferencia tecnológica, los avances en el promedio de la PL diaria por vaca no han sido de alto impacto nacional. Por ello, la generación, uso y evaluación local de arreglos alimenticios en unidades de producción comerciales permite validar y demostrar las mejoras en producción de la leche en los sistemas de producción con animales mestizos con uso de forrajes como dieta basal.

Índices biométricos de estado corporal (IBEC)

No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$) para el PV de los animales, pero la interacción del PV en el tiempo, mostró un nivel de significancia de ($P =$

0.04). Los valores promedios de PV fueron (kg) de: 395.1 ± 55.1 y 418.5 ± 41.8 para EN y PRO, respectivamente. El PV de las vacas se incrementó a medida que avanzó la lactancia ($P < 0.01$), mostrando que los pesos promedios (kg) a los 120 días postparto fueron: 418.2 ± 48.7 (EN) y 435.6 ± 34.5 (PRO) (Figura 2a). La CC post parto se mantuvo constante y fue mayor al valor crítico de referencia (2.5) en ambos tratamientos sin diferencias entre estos (Figura 2b).



Con relación a los índices de masa corporal, similar al PV, se observaron mejoras tanto en el IMC1 como en el IMC2 (Figura 3) a medida que avanzó la lactancia. No se presentaron diferencias entre tratamientos para el IMC1, siendo los valores promedios (kg/m^2) de 227.0 ± 23.5 para EN y 265.0 ± 69.9 para PRO ($P > 0.05$), respectivamente. Respecto al IMC2, se observó efecto del tratamiento; con valores superiores ($265.0 \pm 69.9 \text{ kg}/\text{m}^2$) en el EN en comparación con el PRO ($207.5 \pm 25.0 \text{ kg}/\text{m}^2$) ($P < 0.01$).

Martínez et al (2011) en un estudio donde evaluaron los IBEC en vacas en el postparto, indicó que los mismos fueron altamente afectados por la CC, independientemente del nivel de alimentación de los animales, siendo que las vacas de CC superior a 2.5 presentaron valores superiores de PV, IMC1 e IMC2 ($P < 0.01$).

Como se deduce de la presente investigación con vacas mestizas, al parecer estos animales mantienen sus reservas corporales energéticas a medida que avanza la lactancia. Lo anterior difiere del comportamiento presentado por vacas lecheras especializadas (Jenet et al 2006; Friggens et al 2010) e incluso en animales de carne en condiciones tropicales, según un estudio realizado en animales Brahman en el Magdalena Medio colombiano (Villa et al 2011). Tal y como fue descrito por Cronjé et al (2000) y Friggens et al (2010) las vacas lecheras especializadas, debido al exhaustivo proceso de selección genética al que han sido sometidas, responden metabólicamente para utilizar los nutrientes disponibles que garanticen elevados índices de PL. En vacas mestizas (*Bos taurus* x *Bos indicus*), el mecanismo de partición de los nutrientes disponibles durante la lactancia posiblemente difiere al de las vacas lecheras especializadas de razas puras, sobre todo, cuando el consumo o calidad de la dieta es limitado (Cronjé et al 2000; Pinto-Santini 2012).

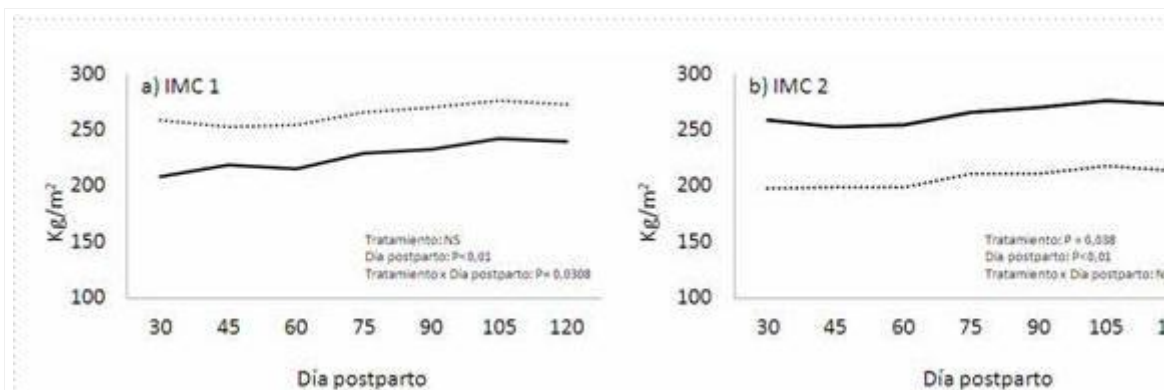


Figura 3. (a) Índice de masa corporal 1 ($IMC\ 1 = PV/AC^2$) y (b) Índice de masa corporal 2 ($IMC2 = PV/AC \times LC$) a medida que avanza la lactancia en vacas sometidas a dos alternativas de suplementación en el postparto (EN __; PRO ----)

La correlación entre variables fue PV- CC: 0.35 ($P < 0.01$); PV - IMC1: 0.34 ($P < 0.01$); CC- IMC1: 0.21 ($P < 0.05$); PV - IMC2: 0.58 ($P < 0.01$) y, CC - IMC2: 0.35 ($P < 0.01$). Varios estudios señalan la asociación positiva que hay entre el PV y la CC, sugiriendo que esta última es una herramienta adecuada para evaluar la reserva de energía en el animal (Jaurena et al 2005; Martínez et al 2011). No obstante, en este estudio, la correlación entre estas variables fue baja, observándose una mejor correspondencia entre el PV y el IMC2 y la CC con este mismo índice. En vacas mestizas bajo condiciones tropicales es habitual encontrar el mantenimiento o incluso la mejoría del PV y/o CC durante el postparto, siempre y cuando exista una adecuada suplencia de nutrientes. Caso que no ocurre en vacas lecheras. Estas situaciones reflejan la existencia de mecanismos fisiológicos de coordinación entre procesos tradicionalmente considerados antagónicos: PL y reposición de tejidos corporales (Cronjé et al 2000).

Metabolitos sanguíneos

La GLU (mg/dL) se mantuvo dentro del rango normal de la especie: 60.5 ± 13.1 (EN) y 57.2 ± 11.6 (PRO) (Razz y Clavero 2004) (Figura 4a). Se observa un incremento en los dos grupos (efecto tiempo; $P < 0.01$) a partir de los 90 días postparto. Disminuciones en las concentraciones de GLU luego del parto, independientemente de las dietas suministradas a los animales, han sido reportadas (Ingvarsen y Andersen 2000) y se relacionan con la demanda de GLU por la glándula mamaria; sin embargo, en esta experiencia, esta situación no se presentó, siendo los valores promedios similares a los 30, 45, 60 y 75 días postparto ($P > 0.05$). Trabajos anteriores señalan que la CC al parto pudiera influir, más que el nivel de alimentación, en las concentraciones de GLU sanguínea, de esa manera, los animales de mayor CC presentan valores superiores de GLU en comparación con los de baja CC ($P < 0.05$) (Pinto-Santini et al 2011).

La concentración de COL aumentó entre los 45 y 75 días postparto y descendió a partir de los 90 días postparto ($P < 0.01$); los promedios (mg/dL) fueron 141.5 ± 38.4 (EN) y 138.4 ± 34.7 (PRO) ($P > 0.05$) (Figura 4b). Galvis et al (2007) reportan que los incrementos postparto en las concentraciones de COL pudieran asociarse con una mejora en el metabolismo energético debido, entre otras cosas, al aumento del consumo de materia seca

postparto y la menor exigencia energética impuesta por el descenso en la PL. Similar a como ha sido reportado en animales Brahman (Villa et al 2011) la concentración de COL no disminuyó significativamente después del parto, confirmando que los cambios en el metabolismo energético en el periparto de vacas de carne no tendrían la severidad de lo descrito para las vacas de razas con alta habilidad para producir leche, o estos cambios podrían ser menos severos debido a un menor potencial de PL, como estaría sucediendo en el caso de las vacas mestizas para doble propósito (leche y carne) en condiciones tropicales.

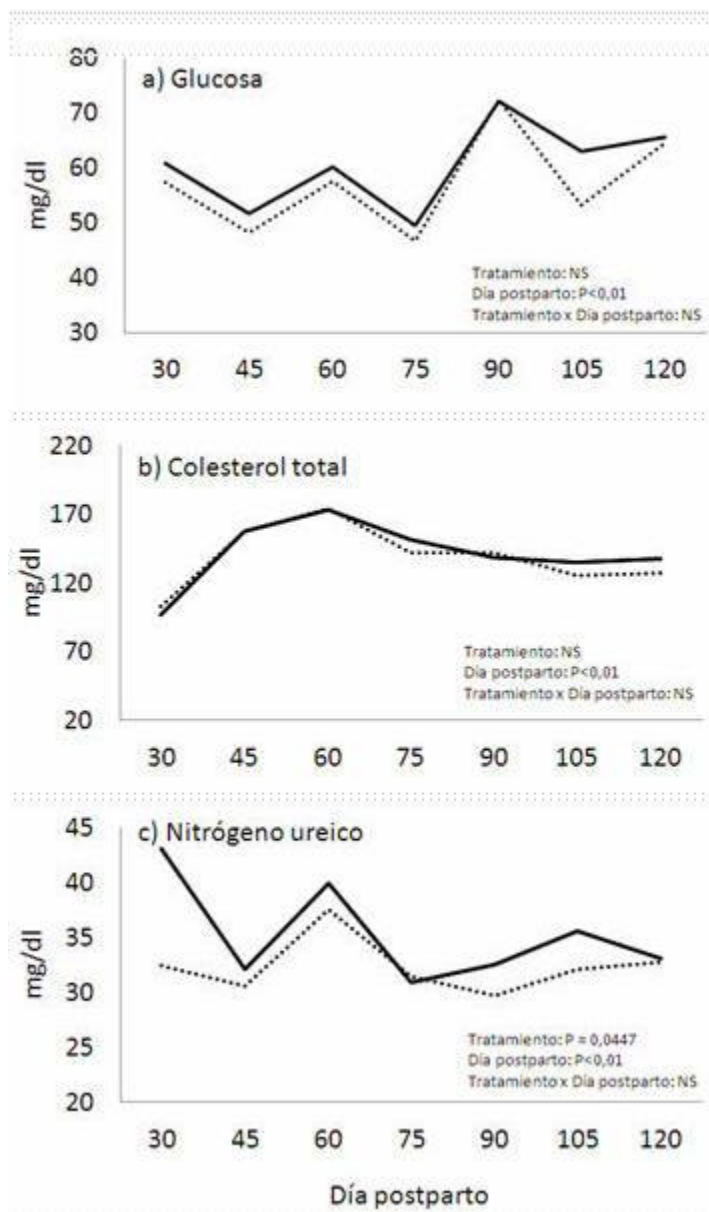


Figura 4. Concentración sérica de glucosa (a), colesterol total (b) y nitrógeno ureico (c) a medida que avanza la lactancia en vacas sometidas a dos alternativas de suplementación durante el postparto (EN __; PRO ----)

Ceballos et al (2002) en un estudio para evaluar la variación en algunos indicadores bioquímicos relacionados con el balance energético en vacas lecheras según el nivel de

producción, reportaron incrementos en la concentración promedio de COL en el postparto en comparación con el preparto ($P < 0.05$), siendo que en la semana 8 (56 días postparto) se presentaron los valores más elevados, estando los mismos correlacionados positivamente con la PL y negativamente con la CC. El aumento en la concentración de COL pudiera reflejar el efecto acumulativo de la suplementación al inicio de la lactancia (Wittwer et al 1983).

Por otro lado, existe una asociación negativa entre los metabolitos indicadores de un balance de energía óptimo, como el COL, y aquellos asociados con un balance energético negativo, como es el caso de los butiratos (Villa et al 2011). Todo esto nos permite inferir que, mientras la vaca esté en un balance adecuado desde el punto de vista energético, la concentración de COL estaría dentro de los valores referenciales, así como los butiratos no deberían encontrarse elevados (Grummer 1993; Drackley 1999).

El NU (mg/dL) promedio durante todo el periodo evaluado fue 35.3 ± 7.0 (EN) y 32.3 ± 7.3 (PRO) (Figura 4c) siendo superior en el EN ($P = 0.02$). Para ambos tratamientos los valores son considerados altos y pudieran indicar un exceso de proteína degradable en la dieta (Hammond 1997; McDonald et al 1999) y/o procesos de deshidratación en los animales (Mutis y Pérez 2005), este exceso de proteína de la dieta favorece el aumento de la producción de amoníaco con la consecuente lesión hepática del animal y aparición de posibles problemas reproductivos, tal como es señalado en trabajos realizados en la Universidad de Cornell, USA (Butler et al 1996), los cuales sugieren evitar pasar de los 20 mg/dL, para no deteriorar los porcentajes de preñez en vacas. Independientemente de los valores que reporta la literatura y tomando en cuenta los costos de suplementación, donde el componente proteico es frecuentemente el más elevado, se hace necesario realizar los ajustes necesarios para futuras investigaciones.

Conclusiones

- Las alternativas de suplementación evaluadas mantuvieron el estado corporal de las vacas al avanzar la lactancia. Las vacas mestizas con manejo alimenticio de pastoreo más suplementación y ordeño manual una vez al día con presencia del becerro al pie, priorizan la utilización de nutrientes hacia mecanismos de resguardo energético y/o mejora de las reservas energéticas corporales con adicional mejora en la producción de leche. Sin embargo, no se descarta que mejoras en la extracción de la leche y/o modificaciones en el arreglo de los recursos alimenticios utilizados puedan potenciar positivamente la respuesta productiva presentada.

Agradecimiento

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) por financiar esta investigación, a través del Proyecto G-2005000446.

Referencias

- Alden W G and Whittaker I A McD 1970** The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agriculture Research* 21:755-766.
- Allen M S 2000** Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 83:1598-1624.
- AOAC 1990** Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 15th Ed. Vol II. Washington, DC. USA. 1213p.
- Botella J I, Lledín M D, Valero M y Varela C 2001** Leptina: implicaciones fisiológicas y clínicas. *Anales de Medicina Interna* 18(3): 152-160.
- Butler W R, Calaman J J and Beam S W 1996** Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science* 74(4): 858-865.
- Ceballos A, Gómez P, Vélez M, Villa N A y López L F 2002** Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 15(1): 13-25.
- Cronjé P B, Jager M and Vlok E 2000** Nutrient partitioning and response to insulin challenge at different planes of nutrition during lactation in goats of high vs. low milk production potential. *South African Journal of Animal Science* 30(3): 178-185.
- Drackley J K 1999** Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science* 82(11): 2259- 2273.
- Edmonson A J, Lean I J, Weaver L D, Fancer T and Webster G 1989** A body condition score chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72(1): 68-78.
- Fattet I M y Jaurena G 1988** El Estado Corporal de las Vacas Lecheras. Folleto Divulgativo. Ed Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 8p.
- Fick K, McDowell L, Miles P, Wilkinson N, Conrad J y Valdivia R 1979** Análisis por espectrofotometría de absorción atómica. Métodos de Análisis de Minerales para Tejidos de Plantas y Animales. 2da Edición. Latin American Mineral Research Program, Florida. pp. 701-702.
- Friggens N C, Disenhaus C and Petit H V 2010** Nutritional sub-fertility in the dairy cow: towards improved reproductive management through a better biological understanding. *Animal* 4(7):1197-1213.
- Galvis R, Agudelo D y Saffon A 2007** Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20:16-29.
- Goering H and Van Soest P 1970** Forage fibers analysis. *Agricultural Research Service, Handbook N° 379*. US Department of Agriculture. Washington, DC. USA. 30p.
- Grummer R R 1993** Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cow. *Journal of Dairy Science* 75: 3882-3896.
- Hammond A C 1997** Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle. En: 8th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Proceedings University of Florida, Gainesville, USA. pp 45-56.
- Harris W and Popat P 1954** Determination of phosphorus content of lipids. *The Journal of the American Oil Chemists Society* 31:124-127.
- Haydock K P and Shaw N H 1975** The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animals Husbandry* 15:665-670.

Henry R J, Cannon D S and Winkelman J 1974 Clinical Chemistry. Principles and Techniques. Harper and Row. Nueva York, USA.1059 p.

Hodgson J 1990 Grazing management: science into practice. New York: J. Wiley, Longman Scientific and Technical. 203p.

Holdridge L 1979 Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica, 12p.

Jaurena G, Moorby J M, Fisher W J and Cantet R 2005 Association of body weight, loin longissimus dorsi and backfat with body condition score in dry and lactating Holstein dairy cows. *Animal Science* 80(2): 219-223.

Jenet A, Fernández-Rivera S, Tegegne A, Wettstein H R, Senn M, Saurer M, Langhans W and Kreuzer M 2006 Evidence for different nutrient partitioning in Boran (*Bos indicus*) and Boran x Holstein cows when re-allocated from low to high or from high to low feeding level. *Journal of Veterinary Medicine Physiology, Pathology, Clinical Medicine* 53(8): 383-393.

Khan A y Khan A 2004 Prevalence and etiology of obesity - An overview. *Pakistan Journal of Nutrition* 3(1): 14-25.

Martínez N, Drescher K, Domínguez C, Pinto-Santini L, Ruiz A y Perozo D 2011 Cambios en indicadores zoométricos del estado corporal en vacas doble propósito con distinta condición corporal al parto y sometidas a dos niveles de alimentación postparto en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 23(7). <http://www.lrrd.org/lrrd23/7/mar PRO3143.htm>

Martínez-Hervás S, Romero P, Ferri J, Pedro T, Real J T, Priego A, Martínez-Valls J F y Ascaso J F 2008 Perímetro de cintura y factores de riesgo cardiovascular. *Revista Española de Obesidad* 6(2): 97-104.

McDonald P, Edwards R A, Greenhalgh J F D y Morgan C A 1999 *Nutrición Animal*. 5ta. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 576p.

Mora R E 2012 Suplementación proteica en vacas Brahman de primer parto. Tesis de Maestría en Ciencias de la Producción Animal. Universidad Central de Venezuela Maracay, Venezuela 83p.

Mutis C A y Pérez T E 2005 Determinación y análisis de valores de nitrógeno ureico en sangre (bun), glucosa, creatin kinasa (ck) y ácido láctico pre y post ejercicio en una población de atletas equinos de salto en Bogotá, D.C. *Revista Electrónica de Veterinaria* 6(2):1-28. <http://www.redalyc.org/pdf/636/63612654012.pdf>

NRC 1989 Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6a. Editorial National Academy Press. Washington DC. EEUU 157 pp.

Pardo O, Carulla J E y Hess H D 2008 Efecto de la relación proteína y energía sobre los niveles de amonio ruminal y nitrógeno ureico en sangre y leche, de vacas doble propósito del piedemonte llanero, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 21:387-397.

Pieroni G A, Rearte D H, Baldos A y Romero J R 1997 Suplementación de vacas lecheras en pastoreo con dos variedades de maíz bajo la forma de silo de grano húmedo. Efectos sobre la producción y composición de la leche, el ambiente ruminal, el consumo y la evolución del peso vivo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 5(Supl): 144-146.

Pinto-Santini L 2012 Balance energético en la reproducción de las vacas. Efecto de la condición corporal y el nivel de alimentación sobre el reinicio de la actividad reproductiva postparto. Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania 127p.

Pinto-Santini L, Martínez N, Drescher K, Machado I, Domínguez C y Ruiz A Z 2011 Relación entre balance energético, concentración de metabolitos sanguíneos y expresión hipotalámica del receptor Tipo 1 de orexina y neuropéptido Y en vacas mestizas durante el postparto. *Revista Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela* 52(1): 25-37.

Razz R y Clavero T 2004 Niveles de urea, fósforo, glucosa e insulina de vacas en ordeño suplementadas con concentrado en un sistema de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, Venezuela* 14:365-369.

Rivas J H, Rossini M y Salvador A 2006 Indicadores clínicos como respuesta a la suplementación parenteral en vacas Brahman primíparas durante la pretemporada de monta. Revista Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela 47:113-120.

Rolando A 2003 Criterios para un Plan Lechero Nacional. Cámara Venezolana de Industrias Lácteas (CAVILAC) (Ed.). Caracas, Venezuela. 112p.

SAS/StatView 1998 StatView Reference. Statistical Analysis System Inc. Second edition. SAS Inc, North Carolina, USA pp. 528

Tabacco A, Meiattini F, Moda E y Tarli P 1979 Simplified enzymic/ colorimetric serum urea nitrogen determination. Clinical Chemistry Journal 25: 336-337.

Van Knegsel A T, Van den Brand H, Dijkstra J y Kemp B 2007 Effects of dietary energy source on energy balance, metabolites and reproduction variables in dairy cows in early lactation. Theriogenology 68(1): 274-280.

Villa N A, Osorio J M, Escobar D y Ceballos A 2011 Indicadores bioquímicos del balance energético en el periparto de vacas Brahman en pastoreo en el trópico colombiano. Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, Venezuela 11 (4): 353-359.

Wattiaux M A y Armentano L E 2002 Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras. En: Nutrición y Alimentación. Instituto Babcock para el Desarrollo y la Investigación Internacional de la Lechería. University of Wisconsin. Madison. http://babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/html/ch6/nutrition_spn_ch6.html. 2002.

Wittwer F G, Tadich N y Blowey N 1983 Variaciones en las concentraciones de algunos parámetros sanguíneos en vacas productoras de leche durante las primeras semanas de lactancia. Veterinaria México 14(1): 23-29.

Zemmenlink G 1980 Effect of selective consumption on voluntary intake and digestibility of tropical forages. Agricultural Research Reports No. 896. Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 100p.

Received 6 July 2014; Accepted 10 November 2014; Published 1 December 2014

[Go to top](#)