

# SUPLEMENTACIÓN DE CORTA DURACIÓN ANTES DEL PARTO EN VACAS MULTÍPARAS

Antonia Scarsi<sup>1</sup>, José I. Velazco<sup>2</sup>  
Mariana Carriquiry<sup>3</sup>, Georgget Banchemo<sup>4</sup>  
Graciela Quintans<sup>5</sup>

## RESUMEN

Se evaluaron los efectos de una suplementación corta preparto sobre variables productivas, metabólicas y reproductivas en vacas multíparas en dos experimentos. Vacas cruza Aberdeen Angus × Hereford fueron asignadas a 2 tratamientos a los 60 días preparto (Día 0= parto): 1) vacas pastoreando campo natural (CON); 2) vacas pastoreando campo natural y suplementadas (SUP) con 1 kg/100 kg PV de una mezcla de grano de sorgo y concentrado proteico durante 33 días antes del parto (Exp.1; n= 35) o con afrechillo de arroz durante 40 días antes del parto (Exp. 2; n= 26). Se registró el peso vivo (PV) y la condición corporal (CC). Las vacas fueron sangradas semanalmente desde el día -42 hasta fin de entore para evaluar ácidos grasos no esterificados (AGNE), colesterol y progesterona en ambos experimentos y urea en el Exp. 2. Se estimó el período de anestro posparto (APP), parto-concepción, % de vacas ciclando a los 90 días posparto y porcentaje de preñez. En el Exp.1 las vacas SUP tendieron (P= 0,08) a presentar mayor CC que las CON desde el día -14 hasta el día 42. Las concentraciones de AGNE fueron mayores (P<0,01) en vacas CON respecto a las vacas SUP en el preparto y luego similar en ambos grupos de vacas. Las vacas SUP tendieron (P= 0,08) a presentar un mejor desempeño reproductivo (mayor % de vacas ciclando a los 90 días pp, mayor % de preñez y menor duración del periodo parto-concepción). En el Exp. 2 las vacas SUP a parieron con una mayor (P<0,05) CC, presentaron mayores concentraciones de colesterol y menores concentraciones de urea en el preparto que las vacas CON. Las vacas SUP presentaron menor (P<0,05) duración del APP y del período parto-concepción. En estos experimentos y bajo las condiciones de los mismos, la suplementación de corta duración antes del parto modificó algunos perfiles metabólicos e incrementó el desempeño reproductivo.

**Palabras clave:** suplementación preparto, anestro, vacas multíparas

## ABSTRACT

In this study it was evaluated, through two experiments, the effects of a short-term supplementation before parturition in multiparous cows on productive, metabolic and reproductive parameters. Sixty days before parturition, Aberdeen Angus x Hereford cows were assigned to two treatments (Day 0= parturition): 1) cows grazing native pastures (CON), 2) cows grazing native pastures and supplemented with 1 kg/100 kg body weight (BW) of a mix of sorghum grain and protein concentrated during 33 days before parturition (Exp. 1, n= 35) or with 1kg/100 kg BW of whole-rice bran during 40 days before parturition (Exp 2, n= 6). Live weight (LW) and body condition scored (BCS) was registered. Cows

<sup>1</sup>Ing. Agr., MSc. Programa Nacional de Carne y Lana. INIA Treinta y Tres.

<sup>2</sup>Ing. Agr. Programa Nacional de Carne y Lana. INIA Treinta y Tres.

<sup>3</sup>Ing. Agr., Ph.D. Departamento Producción Animal. Área Nutrición Animal. Facultad de Agronomía.

<sup>4</sup>D.M.V., Ph.D. Programa Nacional de Carne y Lana. INIA La Estanzuela.

<sup>5</sup>Ing. Agr., Ph.D. Programa Nacional de Carne y Lana. INIA Treinta y Tres.

were bled weekly from Day -42 until the end of the mating period for analysis of non-esterified fatty acids (NEFA), cholesterol and progesterone in both experiments and urea in Exp 2. The post-partum anoestrous period (PPA), period calving-conception, percentage of cycling cows at Day 90 and pregnancy rate were determined.

SUP cows of Exp 1 tended ( $P=0.08$ ) to have greater BCS respect to CON cows, from Day -14 to Day 42. NEFA concentrations were greater ( $P<0.01$ ) in CON cows than in SUP cows during the prepartum period, but after calving this difference disappeared. SUP cows tended ( $P=0.08$ ) to have higher reproductive performance respect to CON cows (greater % of cycling cows at Day 90; greater pregnancy rate and shorter period parturition-conception). In Exp. 2, SUP cows calve with greater ( $P<0.05$ ) BCS and had greater cholesterol and lower urea concentrations during the prepartum period respect to CON cows. Also, SUP cows presented shorter ( $P<0.05$ ) PPA and period parturition-conception. In these experiments and under their conditions, a short term supplementation before calving modified some metabolic profiles and increase reproductive performance.

**Key words:** prepartum supplementation, anoestrous, multiparous cows

## INTRODUCCIÓN

La reproducción es un factor importante que influye en la eficiencia productiva y económica de los sistemas criadores (Bellows *et al.*, 2002). La duración del anestro posparto (APP) o el intervalo parto-primera ovulación, determina la probabilidad de que la vaca se preñe y produzca un ternero por año (Short *et al.*, 1990). La nutrición y el amamantamiento son reconocidos como los factores más importantes que afectan la duración del APP (Randel 1990). Dentro de la nutrición, la preparto reflejada en la condición corporal (CC) al parto (Richards *et al.*, 1986) y la posparto (pp) afectan la duración del APP (Wettemann *et al.*, 2003). Sin embargo en nuestras condiciones existe escasa información sobre el impacto de la nutrición preparto en el desempeño reproductivo en ganado para carne.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar, en vacas multíparas, el efecto del aumento en la disponibilidad de nutrientes, a través de una suplementación en los últimos 40 días de gestación, sobre la duración del anestro posparto. Varias variables fueron evaluadas como por ejemplo peso vivo, condición corporal, perfiles hormonales y metabólicos y la producción de leche.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos en la «Unidad Experimental Palo a Pique» de INIA

Treinta y Tres (33°S, 56°W) con vacas multíparas cruza Aberdeen Angus x Hereford. El Experimento 1 fue realizado durante julio 2007 a marzo 2008 y el Experimento 2 se llevó a cabo de julio 2008 a marzo 2009.

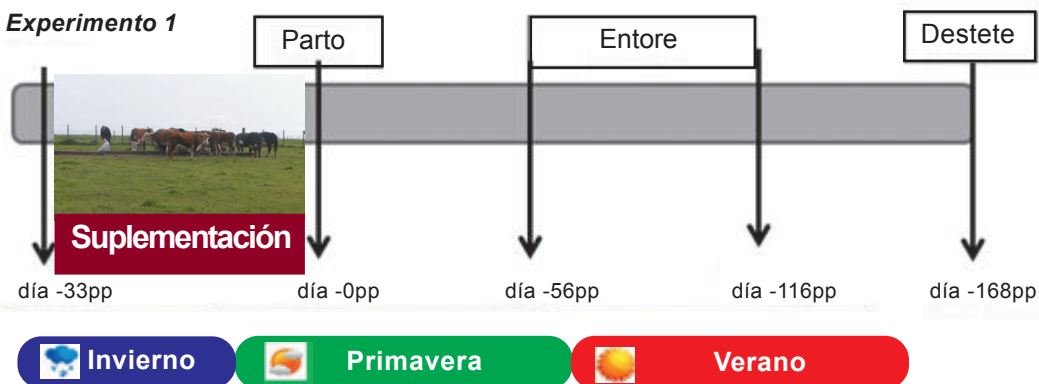
## Procedimiento Experimental

El diseño experimental fue similar en ambos experimentos (Figura 1). Con la información de la fecha probable de parto, peso, CC y edad (Cuadro 1) se seleccionaron 56 vacas en el Experimento 1 y 35 vacas en el Experimento 2 y se las asignaron al azar a dos tratamientos: i) vacas pastoreando campo natural (CON) y ii) vacas pastoreando campo natural y suplementadas (SUP) con 1 kg/100 kg PV. En el Experimento 1 la suplementación duró  $33 \pm 6$  días (media  $\pm$  desvío) y la misma fue de una mezcla de grano de sorgo y un núcleo proteico en una relación 3:1,5 kg en base fresca (Cuadro 1). En el segundo año el período de suplementación fue de  $40 \pm 6$  días previo al parto y el suplemento fue afrechillo de arroz entero (Cuadro 1).

Una vez paridas, (parto = día 0 pp) y teniendo en cuenta la dispersión real de las fechas de parto, el número final de vacas empleado para el Experimentos 1 fue de 35 (CON= 17 y SUP=18) y el número final de animales utilizados en el Experimento 2 fue de 26 resultando 13 vacas por tratamiento.

En cada experimento las vacas fueron manejadas de forma conjunta en el mismo potrero con campo natural (Cuadro 2) con

A) Experimento 1



B) Experimento 2

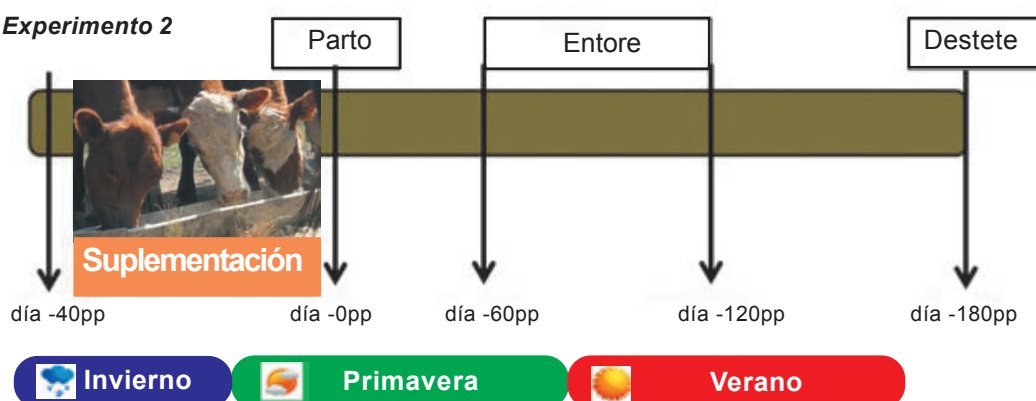


Figura 1. A) Procedimiento experimental del Experimento 1 de vacas suplementadas preparto con grano de sorgo más núcleo proteico, B) Procedimiento experimental del Experimento 2 de vacas suplementadas preparto con afrechillo de arroz entro (pp = posparto).

Cuadro 1. Caracterización general de las vacas seleccionadas (media ± desvío) y características nutricionales de los suplementos utilizados en los Experimentos 1 y 2

	Experimento 1	Experimento 2
<b>Animales</b>		
Número de vacas	35	26
Peso vivo (kg)	499 ± 59	476 ± 36
Condición Corporal (unidades)	5,2 ± 0,3	4,5 ± 0,3
Edad (años)	7 ± 2	6 ± 2
<b>Suplementos</b>		
	<b>Sorgo + Núcleo Proteico</b>	<b>Afrechillo de Arroz</b>
Materia seca (MS %)	88	89
Composición Química (base seca)		
Proteína cruda (PC %)	18,0	15,2
Fibra detergente ácido (FDA %)	11,8	13,8
Fibra detergente neutro (FDN %)	19,3	31,7
Extracto etéreo (EE %)	2,7	18,0
Ceniza (C%)	1,3	10,5
EM (Mcal/kg MS)	3,3	3,20

EM\*: estimación de la energía metabolizable, NRC 1996.

**Cuadro 2.** Disponibilidad y composición química de campo natural en el Experimento 1 y Experimento 2

	Experimento 1	Experimento 2
<b>Campo Natural</b>		
<b>Fin de Invierno (-40 a 0 días pp)</b>		
Disponibilidad de forraje (kg/ha MS)	773	1169
Altura (cm)	4,3	4,1
Asignación de forraje (kg MS/100 PV)	7,0	8,1
Composición Química (base seca)		
Proteína cruda (PC %)	9,33	11,3
Fibra detergente ácido (FDA %)	42,9	44,5
Fibra detergente neutro (FDN %)	68,6	68,0
NDT (%)	58,4	57,1
EM (Mcal/kg MS)	2,15	2,10
<b>Primavera (0 a 99 días pp)</b>		
Disponibilidad de forraje (kg/ha MS)	1113	1178
Altura (cm)	5,7	2,2
Asignación de forraje (kg MS/100 PV)	12	8,2
Composición Química (base seca)		
Proteína cruda (PC %)	10,3	8,9
Fibra detergente ácido (FDA %)	42,1	38,0
Fibra detergente neutro (FDN %)	65,0	66,0
NDT (%)	59,0	62,3
EM (Mcal/kg MS)	2,17	2,29
<b>Verano (99 a 168 días pp)</b>		
Disponibilidad de forraje (kg/ha MS)	1660	1245
Altura (cm)	8,5	2,4
Asignación de forraje (kg MS/100 PV)	19,3	7,3
Composición Química (base seca)		
Proteína cruda (PC %)	10,8	8,6
Fibra detergente ácido (FDA %)	49,1	38,8
Fibra detergente neutro (FDN %)	71,0	68,9
NDT (%)	53,4	61,6
EM (Mcal/kg MS)	1,97	2,27

NDT: estimación de los nutrientes digestibles totales;  
EM\*: estimación de la energía metabolizable, NRC 1996.

buen acceso a aguadas durante todo el período experimental. Los animales suplementados fueron llevados diariamente a primera hora de la mañana (aprox. 8:00 am) a los comederos que se encontraban en una subdivisión dentro del mismo potrero. Una vez finalizado el consumo del suplemento, las

vacas volvían al potrero con el resto de los animales. No se registró rechazo del suplemento ofrecido.

El entore comenzó a los  $56 \pm 6$  días pp (media  $\pm$  desvío) en el Experimento 1 y a los  $60 \pm 6$  días pp en el Experimento 2 empleándose el 3% de toros con fertilidad

comprobada. Los terneros fueron destetados a los  $168 \pm 6$  días de edad en el Experimento 1 o  $180 \pm 6$  días de edad para el caso del Experimento 2.

## Determinaciones

El PV y la CC de las vacas se determinó a partir de los 56 días antes del parto hasta el destete, con una frecuencia de 14 y 28 días en los Experimentos 1 y 2, respectivamente. En ambos trabajos el PV y la CC de las vacas se midieron a primera hora de la mañana sin ayuno previo. EL PV de los terneros se registró al nacer y hasta el destete cada 14 y 28 días en los Experimento 1 y 2, respectivamente. En ambos trabajos se estimó la producción y la composición de la leche, a través de ordeño mecánico directo cada 30 días desde el día 30 hasta el destete (Quintans *et al.*, 2010).

Se tomaron muestras de sangre semanalmente en ambos experimentos desde el día 56 previo al parto hasta el fin del entore, conformando así perfiles de más de 7 meses de duración. Las mismas se colectaron por venipunción de la vena yugular utilizando tubos Vacuteiner® de 10 ml. Inmediatamente finalizado el sangrado, las muestras refrigeradas fueron llevadas al laboratorio donde se centrifugaron a 3000 rpm durante 15 minutos. El suero fue conservado a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis. Se determinaron las concentraciones de ácidos grasos no esterificados (AGNE), colesterol, y progesterona en ambos experimentos y urea en el Experimento 2.

Las concentraciones de AGNE, colesterol y urea fueron determinadas en la División de Laboratorios Veterinarios, Miguel C Rubino (DILAVE). Las concentraciones de AGNE fueron cuantificadas utilizando kits comerciales (kit NEFA HR(2), Wako Chemicals, Richmond, VA, EE.UU.) a través de espectrofotometría mediante el método enzimático. Las muestras de cada experimento fueron corridas en un único ensayo cuya repetibilidad fue de 1,85%, la incertidumbre de 5,35% y la producibilidad de 1,84%.

Las concentraciones de colesterol de las vacas fueron determinadas a través de

espectrofotometría mediante el método enzimático en cada experimento, usando un kit comercial (Enzyme Colestat kit, Wiener Lab, Rosario, Argentina) donde la repetibilidad de los ensayos no superaron 1.5%, la reproducibilidad inter-ensayo no superó 4% y la incertidumbre el 3%.

Las concentraciones de urea fueron determinadas utilizando un kit comercial (UREA UV, cinética AA, Wiener Lab, Rosario, Argentina) en donde la repetibilidad de los ensayos no superaron 2,9%, la reproducibilidad inter-ensayo no superó 9,5% y la incertidumbre el 9,8%.

Las concentraciones de progesterona fueron determinadas en el Laboratorio de Técnicas Nucleares de la Facultad de Veterinaria de la UdelaR. La progesterona se determinó por radioinmunoanálisis (RIA) en fase sólida usando kit comercial (Coat-and-Count, Diagnostics Products Co., Los Angeles, CA, EE.UU.). La sensibilidad en ambos experimentos fue de 0,1 ng/ml. Los CV intra-ensayo no superaron el 11% en los controles bajos, medios y altos. Los CV inter-ensayo no superaron el 19% para los mismos controles.

## Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados en un diseño experimental completamente al azar. En ambos experimentos, los datos de PV, CC, producción de leche, PV del ternero, concentraciones de metabolitos fueron analizados usando modelos lineales con medidas repetidas en el tiempo mediante PROC MIXED del SAS v9 (SAS Institute, INC., Cary, NC). El modelo incluyó efectos del tratamiento, días pp y la interacción entre tratamiento por días pp como efectos fijos y la vaca como efectos aleatorios. Se utilizó la una estructura de covarianza autoregresiva (AR(1)) y correcciones por co-variables fueron utilizados cuando esta fue significativa. Se tomó tratamiento y días posparto como efectos fijos y la vaca como efecto aleatorio. Las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba de DMS al  $P < 0,05$ . Valores entre  $0,10 < P < 0,05$  fueron considerados como tendencia. Los datos se expresan en media  $\pm$  error estándar ee.

En ambos experimentos la proporción de vacas ciclando o preñadas fueron analizados con modelos lineales generalizados a través del procedimiento PROC GENMOD del SAS (SAS Institute, INC., Cary, NC). En el modelo se incluyó efectos del tratamiento. Las variables con distribución Binomial (proporción de vacas ciclando o preñadas) la función link utilizada fue logit y variables con distribución Poisson (duración del anestro posparto y período parto concepción) la función link utilizada fue log.

## RESULTADOS

### Experimento 1

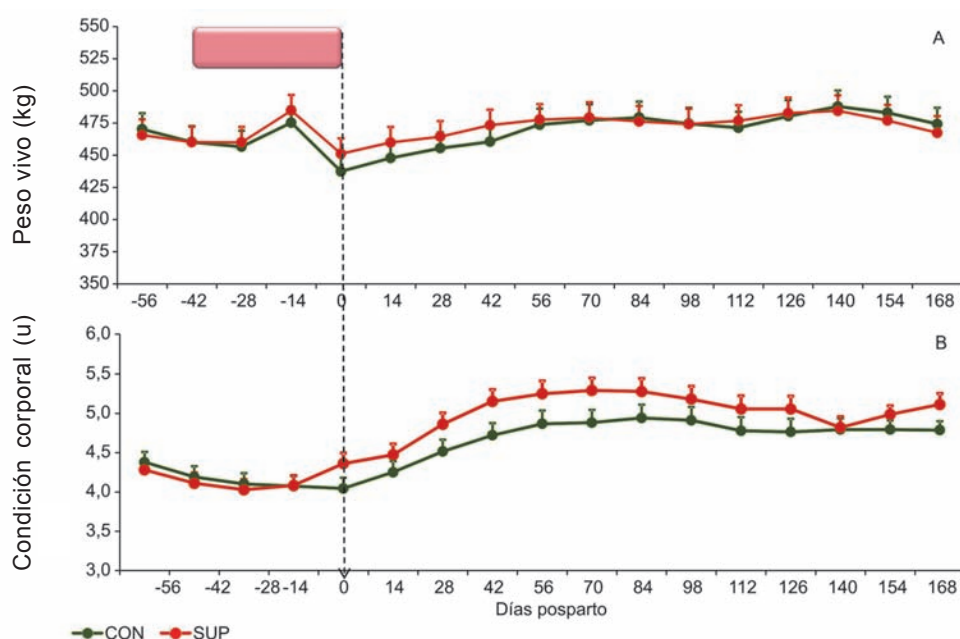
No se observaron diferencias en el peso y en la CC promedio entre vacas CON y SUP (470 ± 12 kg, 4,7 ± 0,13 u). Sin embargo, se observó una interacción (P<0,01) del tiempo y el tratamiento donde las vacas SUP perdieron (P <0,01) menos peso respecto a las vacas CON (-2,40 vs. -2,71 ± 0,25) desde el día -14 pp hasta el parto. Luego del parto las vacas SUP ganaron (P <0,05) más peso en relación a las vacas CON (0,636 ± 0,05 vs.

0,466 ± 0,05 para vacas SUP y CON, respectivamente). A partir del día 56 pp la evolución de peso de las vacas fueron similares en ambos grupos (Figura 2A).

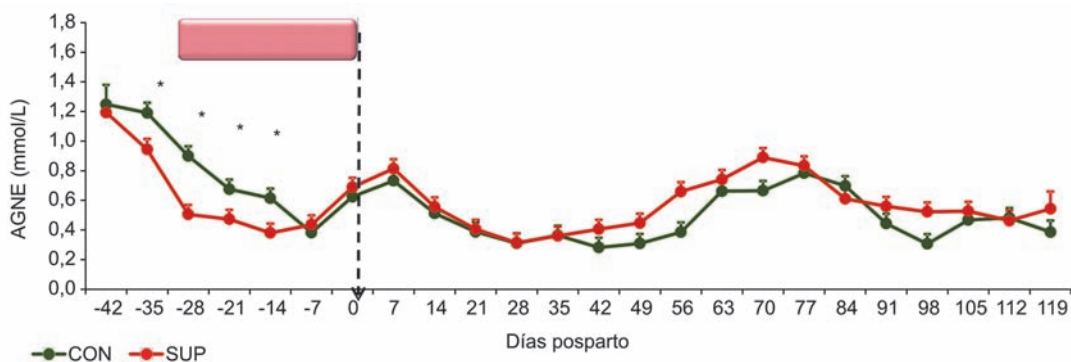
En relación a la CC se observó que ambos grupos de vacas perdieron CC en el parto (Figura 2B). No obstante desde los 14 días previos al parto hasta el día 56 pp se observó que las vacas SUP aumentaron (P <0,01) su CC, tendiendo (P=0,08) a presentar mayor CC que las vacas CON en el posparto.

La producción promedio de leche de las vacas CON y SUP fue similar en el período evaluado (4,9 ± 0,2 kg/d). La producción de leche de las vacas decreció (P<0,01) en ambos grupos desde 6,9 a 3,9 kg/d en día 30 hasta el día 168 pp. La composición de la leche no fue diferente entre vacas CON y SUP. El promedio de grasa, proteína y lactosa fue de 2,0 ± 0,1; 3,3 ± 0,04 y 4,9 ± 0,05 %, respectivamente. Al nacer y al destete, los terneros de ambos grupos presentaron pesos similares (37,7 ± 2,3 y 178 ± 2,4 kg).

Se observó una interacción (P<0,01) entre tratamiento por días pp en las concentraciones de AGNE. Las vacas CON presentaron mayores (P < 0,01) concentraciones de



**Figura 2.** Peso vivo (A) y condición corporal (B) promedio (± ee) del Experimento 1 desde el día -56 hasta el día 168 posparto. La barra rosada representa el período de suplementación de 33 ± 6 días y la línea punteada representa el parto.



**Figura 3.** Concentraciones (promedio ± ee) de ácidos grasos no esterificados (AGNE) del Experimento 1 desde el día -42 hasta el día 119 posparto. La barra rosada representa el período de suplementación de 33 ± 6 días y la línea punteada representa el parto. \*P<0,05.

AGNE que las vacas SUP desde el día -35 hasta -14 (0,85 vs. 0,58 ± 0,06 mmol/L). Desde el día -7 pp hasta el final del entore (día 119 pp) las concentraciones de AGNE de las vacas CON y SUP no fueron significativamente diferentes (0,53 ± 0,06 mmol/mL Figura 3).

No se observaron diferencias en las concentraciones de colesterol entre las vacas SUP y CON (5,0 ± 0,2 mmol/L) ni una interacción entre tratamiento por días pp.

En relación al desempeño reproductivo se observó que la duración del APP fue similar entre vacas SUP y CON (70 y 80 ± 6 días). Sin embargo el período parto-concepción fue más corto (P<0,04) en vacas SUP en comparación a las vacas CON (83 vs. 99 ± 6 días). El porcentaje de vacas ciclando al día 90 pp tendió (P= 0,08) a ser mayor en vacas SUP que CON (82 vs. 65) al igual que el porcentaje de vacas preñadas (100 vs. 88).

### Experimento 2

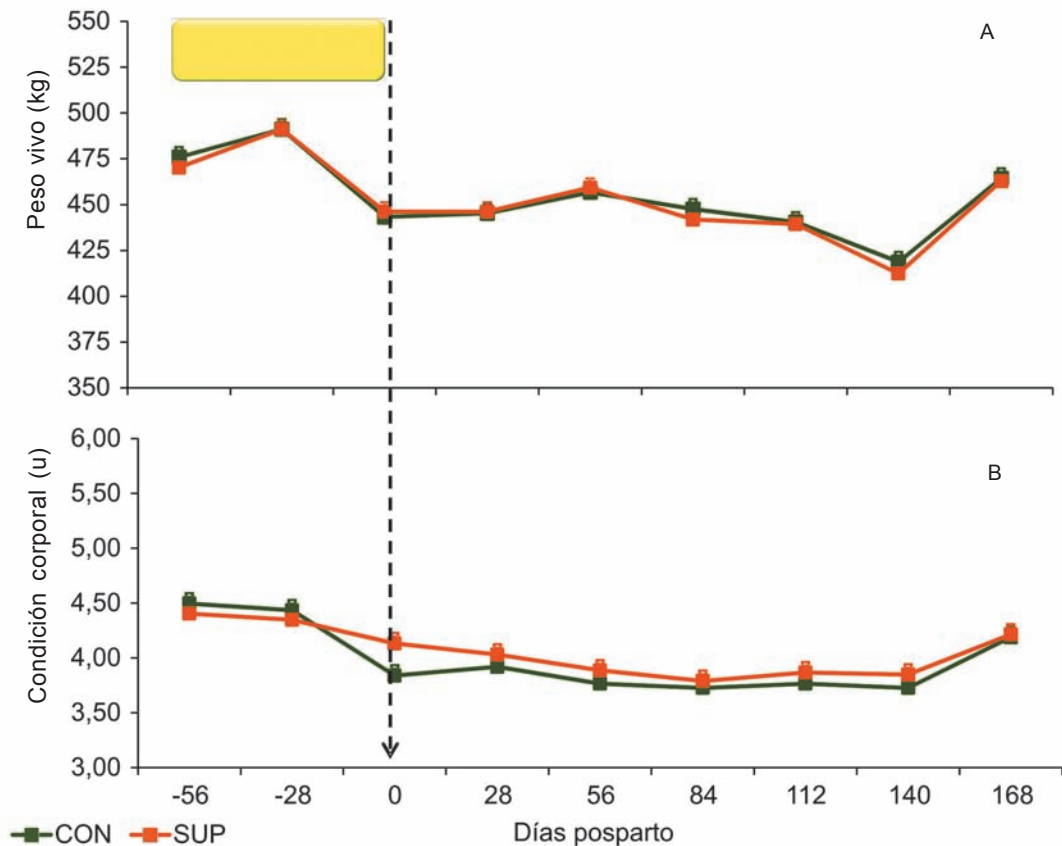
No se observaron diferencias en el PV y en la CC promedio entre las vacas de los diferentes manejos nutricionales (452,9 ± 3,2 kg de PV, 4,1 ± 0,07 u). El PV aumentó (P<0,01) desde el inicio del período experimental hasta -28 días pp. Luego del parto las vacas aumentaron (P<0,01) su PV hasta el día 56 pp. Desde el día 56 hasta los 140 pp se observó una disminución (P<0,01) del PV (Figura 4A). Se observó una interacción (P<0,01) tratamiento por días pp en la CC. Al parto las vacas SUP presentaron mayor (P<0,05) CC que las vacas CON, luego ambos grupos se comportaron de forma similar (Figura 4B). Las vacas SUP perdieron menos (P<0,05) CC desde el día -56 hasta el parto mientras que las vaca CON.

La producción promedio de leche de las vacas CON y SUP fue similar en el período

**Cuadro 3.** Desempeño reproductivo de vacas multíparas del Experimento 1

	CON	SUP	P-VALOR
Porcentaje de vacas ciclando a los 90 días pp [%,(n/n)]	65 (11/17)	83 (15/18)	0,08
Anestro posparto (APP, días)	80 ± 6	70 ± 6	0,22
Período parto-concepción (días)	99 ± 6	83 ± 5	0,04
Preñez [%,(n/n)]	88 (15/17)	100 (18/18)	0,08

CON: vacas control; SUP: vacas suplementadas preparto.



**Figura 4.** Peso vivo (A) y condición corporal (B) promedio ( $\pm$  ee) del Experimento 2 desde el día -56 hasta el día 168 posparto. La barra amarilla representa el período de suplementación de  $40 \pm 6$  días y la línea punteada representa el parto.

evaluado ( $5,1 \pm 0,3$  kg/d). La producción de leche de las vacas decreció ( $P < 0,01$ ) en ambos grupos desde  $5,1$  a  $3,3$  kg/d desde el día 30 hasta el día 150 pp. La composición de la leche no fue diferente entre vacas CON y SUP. El promedio de grasa, proteína y lactosa fue de  $2,4 \pm 0,1$ ;  $2,9 \pm 0,05$  y  $4,9 \pm 0,04$  %, respectivamente.

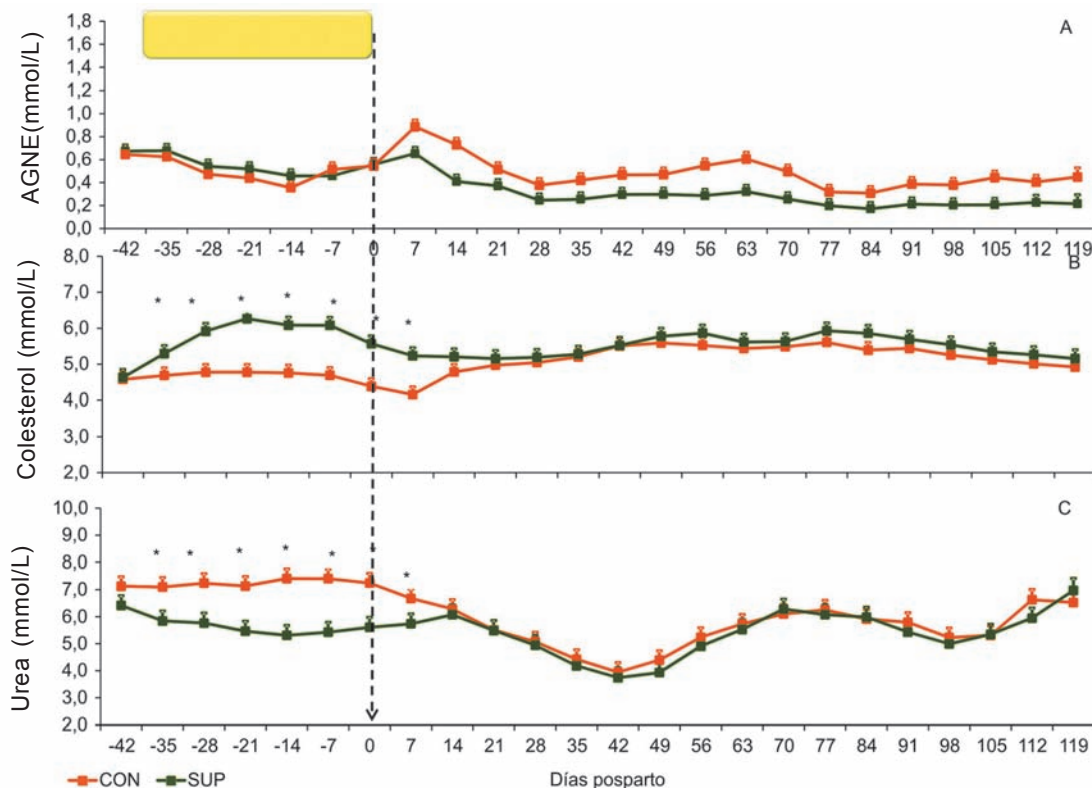
Al nacer los terneros de ambos tratamientos presentaron similares PV ( $40,5 \pm 3,0$  kg). Los terneros hijos de las vacas SUP tendieron ( $P=0,07$ ) a ser más pesados desde los 84 a los 140 días de edad. Respecto a la tasa de ganancia media diaria se pudo apreciar que los terneros hijos de vacas SUP presentaron una tendencia ( $P=0,07$ ) a ganar más peso desde el nacimiento hasta los 28 días de edad ( $0,986 \pm 0,07$  vs.  $0,801 \pm 0,07$  kg/d para terneros SUP y CON). A partir de los 28 días de edad la tasa de ganancia media diaria entre los terneros de ambos grupos fue similar ( $0,805 \pm 0,03$  kg/d).

Las concentraciones promedio de AGNE fueron mayores ( $P < 0,01$ ) en vacas SUP que CON ( $0,492$  vs.  $0,363 \pm 0,02$  mmol/L). Durante el período preparto las concentraciones de AGNE fueron similares entre vacas SUP y CON pero desde el día 7 pp hasta el fin del período experimental las vacas SUP tuvieron mayores ( $P < 0,05$ ) concentraciones de AGNE respecto a las CON (Figura 5A).

Las vacas SUP tendieron ( $P=0,06$ ) a presentar mayores concentraciones de colesterol que las vacas CON ( $5,5$  vs.  $5,0 \pm 0,2$  mmol/L). Por otra parte, las vacas SUP presentaron mayores ( $P < 0,01$ ) concentraciones de colesterol que las vacas CON durante el preparto (desde día -35 hasta el día 7 pp). Sin embargo, las concentraciones de colesterol en el posparto no difirieron entre las vacas SUP y CON (Figura 5B).

Las vacas CON presentaron mayores ( $P < 0,01$ ) concentraciones de urea que las vacas SUP antes del parto ( $7,26 \pm 0,4$  vs.





**Figura 5.** Concentraciones (promedio ± ee) de A) ácidos grasos no esterificados (AGNE), B) colesterol C) y urea del Experimento 2 desde el día -42 hasta el día 119 posparto. La barra amarilla representa el período de suplementación de 33 ± 6 días y la línea punteada representa el parto.\*P < 0,05.

5,57 ± 0,4 mmol/L; Figura 5C), no existiendo diferencias entre grupos luego de los 14 días pp (5,39 ± 0,4 mmol/L). Se encontró una correlación significativa entre los registros de precipitaciones mensuales (mm) y las concentraciones de urea en sangre (r = 0,83; P<0,001).

En cuanto al desempeño reproductivo se observó que la duración del APP y el período parto-concepción fue menor (P < 0,01) en vacas SUP respecto a vacas CON (Cuadro 4). Sin embargo la probabilidad de vacas ciclando a los 90 días pp y el porcentaje de preñez no fueron diferentes estadísticamente.

**Cuadro 4.** Desempeño reproductivo de vacas multíparas del Experimento 2

	CON	SUP	P-VALOR
Porcentaje de vacas ciclando a los 90 días pp [%,(n/n)]	69 (9/13)	92 (12/13)	0,12
Anestro posparto (APP, días)	123 ± 8	88 ± 8	0,01
Período parto-concepción (días)	127 ± 7	98 ± 7	0,04
Preñez [%,(n/n)]	61 (8/13)	84 (11/13)	0,17

CON: vacas control; SUP: vacas suplementadas preparto.

## DISCUSIÓN

El presente trabajo estaría indicando que una suplementación corta preparto en vacas multíparas ya sea con granos de sorgo más núcleo proteico o con afrechillo de arroz mejoraría la CC al parto, generando diferentes señales metabólicas, que incrementaría el desempeño reproductivo, sin modificar la producción y composición de la leche ni el peso al nacer de los terneros.

El desempeño reproductivo está asociada a variaciones en el PV y CC de las vacas (Richards *et al.*, 1989). Las vacas SUP del Experimento 1 presentaron mayores PV y CC que las vacas CON desde el día -14 pp hasta el día 42 pp. Por otra parte en el Experimento 2 la evolución de PV y la CC fue similar entre vacas de ambos grupos, notándose una tendencia a que vacas SUP parieran con mayor CC respecto a las vacas CON. Las diferencias entre experimentos en el PV y CC estarían explicadas por la disponibilidad, calidad y altura del forraje de cada año evaluado debido a que en la primavera-verano del Experimento 2 se registró una fuerte sequía (seca del año 2008-2009).

La CC puede ser utilizada para estimar las reservas energéticas corporales (Vizcarra *et al.*, 1998) dando una posible explicación a la menor duración del período parto-concepción encontrados en ambos experimentos en vacas SUP. En este sentido se ha reportado que la CC al parto es un factor determinante de la duración del período del APP (Houghthon *et al.*, 1990; Hess *et al.*, 2005) donde en el Experimento 2 las vacas SUP presentaron un menor período de APP respecto a las vacas CON. Por otra parte, existe una interacción no lineal entre la CC al parto y el consumo de energía luego del parto sobre la duración del APP (Short *et al.*, 1990), siendo ésta junto a la disponibilidad y calidad de la pastura en cada experimento una posible explicación a las diferencias encontradas en la duración del APP entre ellos. En relación a las otras variables reproductivas estudiadas como el porcentaje de vacas ciclando y preñadas tendieron a ser mayor en vacas SUP respecto a las vacas CON en el Experimento 1 y numéricamente superior en el Experimento 2, no pudiéndose detectar estas dife-

rencias estadísticas debido al bajo número final de animales de cada tratamiento para este tipo de variable (discreta).

En los sistemas de cría extensiva donde la base alimenticia es el pastoreo de campo natural durante todo el año, el invierno se caracteriza por una baja cantidad y calidad de forraje (Bermúdez y Ayala, 2005). Además en los sistema de cría con servicio estivaes y pariciones de primavera, generalmente el invierno coincide con el último tercio de gestación, lo que resulta en que las vacas gestantes atraviesen por un período de balance energético negativo (BEN) debido a que los requerimientos nutricionales no son acompañados por un aumento del consumo de nutrientes (Bauman, 2000; Larson *et al.*, 2009). Por lo tanto, en las vacas en esta etapa fisiológica se producen cambios en las vías metabólicas en el hígado (aumento de la gluconeogénesis y la oxidación de ácidos grasos), en el músculo y en el tejido adiposo para mantener un estado de homeostasis apoyando el mantenimiento de la homeostasis (Bauman y Currie, 1980; Bell, 1995). Consecuentemente cuando el tejido adiposo de los animales se metaboliza son liberados AGNE y glicerol, los cuales pueden ser utilizados como fuente de energía durante el BEN (Wetteman *et al.*, 2003). Por lo tanto, mayores concentraciones de AGNE en sangre indicarían un BEN (Lucy *et al.*, 1991) cuando se observa una disminución del PV y/o de la CC. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, en el Experimento 1 se observó que las vacas CON presentaron mayores concentraciones de AGNE en el preparto respecto a vacas SUP y por lo tanto determinando un BEN de las vacas CON en el preparto. Por otra parte en el Experimento 2 no se observaron diferencias en las concentraciones de AGNE entre vacas CON y SUP durante el preparto.

Se pudo observar que los perfiles de colesterol entre las vacas suplementadas y control del Experimento 1 y 2 también fueron diferente, siendo que en el Experimento 1 las concentraciones de colesterol fueron similares entre vacas de ambos grupos, mientras que en el Experimento 2 las vacas SUP presentaron mayores concentraciones de colesterol en el preparto respecto a las va-

cas CON. Estas diferencias en el presente metabolito se debieron al suplemento utilizado. En el Experimento 2 se suplementó con afrechillo de arroz que posee una alta concentración de lípidos (18% extracto etéreo, BS). En este sentido se ha reportado que vacas alimentadas con dietas ricas en lípidos presentan un aumento de la absorción y transporte de las lipoproteínas unidas al colesterol en el intestino delgado (Grummer y Carroll, 1988). Esto explicaría las mayores concentraciones de colesterol en sangre de vacas SUP del Experimento 2. Resultados similares fueron reportados por Lammoglia *et al.* (1996, 1997), quienes encontraron que las concentraciones de colesterol aumentaron en vacas alimentadas con dietas ricas en grasas. Al mismo tiempo, niveles elevados de colesterol en sangre próximo al parto y en los primeros meses posparto fueron asociados con un rápido reinicio de la actividad ovárica (Guédon *et al.*, 1999). Aunque el mecanismo por el cual el colesterol puede influir en la reproducción no se ha aclarado, éste puede estar relacionado con una mejora en el balance de energía en lugar de un efecto directo sobre el eje reproductivo (Oliveira Filho *et al.*, 2010). Por otra parte el colesterol es un precursor de la síntesis de esteroides. Las altas concentraciones de colesterol peri-parto pueden aumentar las concentraciones de colesterol en las células foliculares que afectan la esteroidogénesis y posteriormente, el avance del reinicio de la ciclicidad ovárica durante el periodo posparto temprano (Reist *et al.*, 2003).

Las concentraciones de urea en el parto de las vacas CON fueron mayores que en vacas SUP del Experimento 2. Esto podría deberse a un desbalance energético-proteico de la dieta en el parto de las vacas CON (Chimonyo *et al.*, 2002) dado que la pastura tenía 11% PC y 68% FDN, o por un catabolismo del tejido muscular para sobrellevar el crecimiento del feto no apreciándose diferencias en el PV de la vaca (Freetly *et al.*, 2008). Durante el posparto, las concentraciones de urea fueron similares entre vacas de ambos tratamientos, disminuyendo hasta el día 42 posparto y el aumento a partir de entonces hasta el fin de entore. El

perfil de urea en el posparto de las vacas en este (Exp. 2) podría estar explicado por las condiciones ambientales (Reid y Jung, 1991), ya que a los 40 a 50 días después del parto se instaló una severa sequía que duró aproximadamente 150 días, para posteriormente comenzar un período de copiosas lluvias.

La urea, así como los AGNE de la sangre, son metabolitos utilizados para la evaluación del estado de energético en vacas de carne después del parto (Eadson *et al.*, 1985; Grimard *et al.*, 1995). Sin embargo, hay poca evidencia de que la urea tenga un efecto directo sobre el ovario o eje reproductivo. Armstrong *et al.* (2001) reportaron que elevadas concentraciones de urea en plasma disminuyen la calidad de los ovocitos en folículos pequeños y folículos expuestos a altos niveles de amoníaco y/o urea pondría comprometer su capacidad de desarrollo (Sinclair *et al.*, 2000). Por lo tanto, mayores concentraciones de urea observados en el parto en las vacas de control, pueden haber afectado negativamente el desempeño reproductivo posterior.

Existe información que señala que un folículo y su ovocito maduro demora aproximadamente 100 días para llegar a la período ovulatorio (Britt, 2008). Por lo tanto con la información generada con estos trabajos se estaría dando indicios que los diferentes suplementos proporcionados 40 días previo al parto generarían señales metabólicas positivas diferentes las cuales serían captadas por el ovario aproximadamente 100 días previo a la ovulación.

No se encontraron diferencias en el PV al nacer de los terneros de vacas SUP respecto a las vacas CON en ambos experimentos. Estos resultados son similares a los encontrados por Lammoglia *et al.* (1996), Alexander *et al.* (2002) y Small *et al.* (2004). Por otra parte, existen trabajos que reportan mayores pesos de los terneros al nacer de vacas suplementadas parto, pero cuando la duración del período de suplementación fue mayor que el del presente trabajo (Corah *et al.*, 1975; Perry *et al.*, 1991).

Los resultados encontrados en la producción y composición de leche en las vacas multíparas de ambos Experimentos fueron

similares a lo reportado por Alexander et al. (2002) y Quintans *et al.*, (2009). Sin embargo es interesante observar que los terneros de vacas suplementadas del Experimento 2 presentaron mayores tasas de ganancias en los primeros 28 días de nacidos, que aquellos de vacas control. Si bien las producciones de leche entre las vacas de los diferentes tratamientos fueron similares, se podría especular que las vacas SUP produjeron más leche en los primeros 28 días pp o que la misma pudo haber presentado un mayor contenido de grasa. Cabe destacar que la primera medición de leche fue realizada a los 30 días pp, lo que imposibilitaría correlacionar la ganancia de peso en el primer mes de vida con la producción de leche en ese momento de su determinación.

## CONSIDERACIONES FINALES

En resumen, la información generada en estos dos experimentos sobre una suplementación de corta duración antes del parto en vacas multíparas generó diferencias en señales metabólicas que se vieron reflejadas en una disminución del anestro postparto. Cabe destacar que entre el período de suplementación y la respuesta reproductiva, existió un período aproximado de 3 meses, lo que podría estar explicado por un efecto a mediano plazo o «memoria metabólica» (Blache *et al.*, 2006). El mismo implica que el haber incrementado el nivel nutricional antes del parto, podría estar ejerciendo un efecto positivo en variables reproductivas entre 2 y 3 meses después del parto. Estos mecanismos podrían estar mediados por distintas señales metabólicas sobre el crecimiento folicular. Existen evidencias que confirmarían esta hipótesis (Britt, 2008).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de apoyo del Programa Carne y Lana de la Unidad Experimental Palo Pique y al personal de La Estación Experimental del Este por el compromiso, responsabilidad y dedicación con que realizan su trabajo día a día.

A la ANII por la beca de posgrados ya que el Experimento 2 formó parte de la Tesis de Maestría de la Ing. Agr. Scarsi

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, B.M.; HESS, B.W.; HIXON, D.L.; GARRETT, B.L.; RULE, D.C.; MCFARLAND, M.; BOTTGER, J.D.; SIMMS, D.D.; MOSS, G.E.** 2002. Influence of pre-partum fat supplementation on subsequent beef cow reproduction and calf performance. *The Professional Animal Science* 18 (4): 351-357.
- ARMSTRONG D.G.; MCEVOY T.G.; BAXTER G. ROBINSON J.J; HOGG C.O.; WOAD K.J.; WEBB R. AND SINCLAIR K.D.** 2001. Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production In Vitro: Associations with the ovarian insulin-like growth factor system. *Biology of Reproduction* 64, 1624-1632.
- BAUMAN, D.; CURIE. B.** 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science* 63 (9): 1514-1529.
- BAUMAN, D.E.** 2000. Regulation of nutrient partitioning during lactation: homeostasis and homeorhesis revisited. En: *Ruman Physiology: Digestion, Metabolism and Growth and Growth and Reproduction*. Edited by PJ Cronje. CAB Publishing, New York, NY. 311-327 p.
- BELL, A.W.** 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science* 73 (9): 2804-2819.
- BELLOWS, D.S.; OTT, S.L.; BELLOWS, R.A.** 2002. Review: Cost of reproductive disease and conditions in cattle. *The Professional Animal Scientist* 18 (1): 26-32.
- BERMÚDEZ. R.; AYALA, W.** 2005. Producción de Forraje de un campo natural de la zona de lomadas del Este. En: *SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN TÉCNICA EN MANEJO DE CAMPO NATURAL (2005, Treinta y Tres) Resultados experimentales*. Montevideo, INIA. pp. 41-50. (Serie Técnica no. 151).

- BLACHE, D.; CHAGAS, L.M.; MARTIN, G.B.** 2006. Nutritional inputs into the reproductive neuroendocrine control system – a multidimensional perspective. *Reproduction in Domestic Ruminants* 6 (1): 123-139.
- BRITT, J.H.** 2008. Oocyte development in cattle: physiological and genetic aspects. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:110-115.
- CHAGAS, L.M.; RHODES, F.M.; BLACHE, D.; GORE, P.J.S.; MACDONALD, K.A.; VERKERK, G.A.** 2006. Precalving effects on metabolic responses and postpartum anestrus in grazing primiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89 (6): 1981-1989.
- CHIMONYO, M.; HAMUDIKUWANA, H.; KUSINA, N.T.; NCUBE, I.** 2002. Changes in stress-related plasma metabolite concentrations in working Mashona cows on dietary supplementation. *Livestock Production Science* 73, 165-173.
- CORAH, L.R.; DUNN, T.G.; KALTENBACH, C.C.** 1975. Influence of prepartum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. *Journal of Animal Science* 41 (3): 819-824.
- EADSON M.P.; CHESWORTH J.M.; ABOUL-ELA M.B.E. AND HERDERSON G.D.** 1985. The effect of under nutrition of beef cows on blood hormone and metabolite concentrations postpartum. *Reproduction Nutrition Development* 25, 113-126.
- FREETLY, H.C.; NIENABER, J.A.; BROWN-BRANDL, T.** 2008. Partitioning of energy in pregnant beef cows during nutritionally induced body weight fluctuation. *Journal of Animal Science* 86 (2): 370-377.
- GRIMARD B.; HUMBOLT P.; PONTER A.A.; MIALOT J.P.; SAUVANT D. AND THIBIER M.** 1995. Influence of postpartum energy restriction on energy status, plasma LH and oestradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *Journal of Reproduction and Fertility* 104, 173-179.
- GRUMMER, R.R.; CARROLL, D.J.** 1988. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. *Journal of Animal Science* 66 (12): 3160-3173.
- GUÉDON, L.; SAUMANDE, J.; DUPRON, F.; COUQUET, C.; DESBALS, B.** 1999. Serum Cholesterol and Thiglycerides in postpartum beef cows and their relationship to the resumption of ovulation. *Theriogenology* 51 (7): 1405-1415.
- HESS, B.W.; LAKE, S.L.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; WESTON, T.R.; NAYIGIHUGU, V.; MOLLE, J.D.C.; MOSS, G.E.** 2005. Nutritional controls of beef cows reproduction. *Journal of Animal Science* 83 (Suppl 13): E90-E106.
- HOUGHTON, P.L.; LEMENAGER, R.P.; HORSTMAN, A.; HENDRIX, K.S.; MOSS, G.E.** 1990. Effects of body composition, pre- and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *Journal of Animal Science* 68 (5): 1438-1446.
- LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T.; OLDHAM, J.R.; RANDEL, R.D.** 1996. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and hormonal cholesterol, triglycerids, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. *Journal Animal Science* 74 (4): 2253-2262.
- LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T.; HALLFORD, D.M.; RANDEL, R.D.** 1997. Effects of dietary fat on follicular development and circulating concentrations of lipids, insulin, progesterone, estradiol-17 beta, 13,14-dihydro-15-keto-prostaglandin F(2 alpha), and growth hormone in estrous cyclic Brahman cows. *Journal of Animal Science* 75 (6): 1597-1600.
- LARSON, D.M.; MARTIN, J.L.; ADAMS, D.C.; FUNSTON, R.N.** 2009. Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. *Journal of Animal Science* 87 (3): 1147-1155.
- LUCY, M.C.; STAPLES, C.R.; MICHEL, F.; THATCHER, W.W.** 1991. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early post partum dairy cows. *Journal of Dairy Science* 74 (2): 473-482.
- NRC;** 1986. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th revised ed: Update 2000. National Academies Press, Washington, DC.
- OLIVEIRA FILHO, B.D.; TONIOLLO, G.H.; OLIVEIRA, A.F.D.; VIU, M.A.O.; FERRAZ, H.T.; LOPES, D.T.; GAMBARINI M.L.** 2010. The effect of offering an energy and protein supplement to grazing chanchim

beef cows either postpartum or both pre- and postpartum on lipid blood metabolites and folliculogenesis. *Animal Reproduction Science* 121 (1): 39-45.

- PERRY, R.C.; CORAH, L.R.; COCHRAN, R.C.; BEAL, W.E.; STEVENSON, J.S.; MINTON, J.E.; SIMMS, D.D.; BRETHOUR, R.** 1991. Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins, and first postpartum ovulation in suckled beef cows. *Journal of Animal Science* 69 (9): 3762-3773.
- QUINTANS, G.; BANCHERO, G.; ROIG, G.; CARRIQUIRY, M.** 2009. Effect of short-term prepartum supplementation on reproduction of multiparous beef cows on grazing conditions. *Journal of Animal Science* 87 (Suppl 2): 76 M236.
- QUINTANS, G.; BANCHERO, G.; CARRIQUIRY, M.; LÓPEZ, C.; BALDI, F.** 2010. Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. *Animal Production Science*. 50: 931-938.
- RANDEL, R.D.** 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science* 68 (3): 853-862.
- REID, R.L.; JUNG, G.A.** 1991. Plant/soil interactions in nutrition of grazing animal. In: *PROCEEDINGS, SECOND GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE*; Steamboat Springs, Colorado, 197 pp.
- REIST, M.; ERDIN, D.K.; VON EUW, D.; TSCHÜMPERLIN, K.M.; HAMMON, H.M.; MOREL, C.; PHILIPONA, C.; ZBINDEN, Y.; KÜNZI, N.; BLUM, J.W.** 2003. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology* 59 (8): 1707-1723.
- RICHARDS, M.W.; SPITZER, J.C.; WARNER, M.B.** 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *Journal of Animal Science* 62 (2): 300-306.
- RICHARDS, M.W.; WETTEMANN, R.P.; SCHOENEMANN, H.M.** 1989. Nutritional anestrus in beef cows: concentrations of glucose and nonesterified fatty acids in plasma and insulin in serum. *Journal of Animal Science* 67 (9): 2354-2362.
- SAS**; 2010. *User's Guide: Statistics, Version 9*. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- SMALL, W.T.; PAISLEY, S.I.; HESS, B.W.; LAKE, S.L.; SHOLLJERGERDES, E.J.; REED, T.A.; BELDEN, E.L.; BARTLE, S.** 2004. Supplemental fall in limit-fed, high grain perpartum diets of beef cows: effects on cow weight gain, reproduction, and calf health, immunity and performance. *Proceeding Western Section, American Society of Animal Science* 55 (1): 45-52.
- SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.; BERARDINELLI, J.G.; CUSTER, E.E.** 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science* 68 (3): 799-816.
- SINCLAIR K.D.; KURAM M.; GEBBIE F.E.; WEBB R. AND MCEVOY T.G.** 2000. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen1. *Journal of Animal Science* 78, 2670-2680.
- SMALL, W.T.; PAISLEY, S.I.; HESS, B.W.; LAKE, S.L.; SHOLLJERGERDES, E.J.; REED, T.A.; BELDEN, E.L.; BARTLE, S.** 2004. Supplemental fall in limit-fed, high grain perpartum diets of beef cows: effects on cow weight gain, reproduction, and calf health, immunity and performance. *Proceeding Western Section, American Society of Animal Science* 55 (1): 45-52.
- VIZCARRA, J.A.; WETTEMANN, R.P.; SPITZER, J.C.; MORRISON, D.G.** 1998. Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin, and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *Journal of Animal Science* 76 (4): 927-936.
- WETTEMANN, R.P.; LENTS, C.A.; CICCIOLO, F.J.; WHITE, F.J.; RUBIO, I.** 2003. Nutritional- and suckling-mediated anovulation in beef cows. *Journal of Animal Science* 81 (Suppl 2): E48-59.