

SUPLEMENTACIÓN INVERNAL CON SEMILLAS OLEAGINOSAS EN VAQUILLAS DE TRES RAZAS DE CORTE

*WINTER SUPPLEMENTATION WITH OIL SEEDS
IN THREE-PIECE COURTS OF CUTTING*

Koza GA¹, Mussart NB², Mottet HA³, Alvarez Chamale GM³, Hernando J¹

¹ Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias, Cátedra de Fisiología.

² Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Cátedra de Fisiología Animal.

³ Médico Veterinario. Profesional independiente.

RESUMEN. Se evaluó la influencia de la suplementación energético-proteica invernal con semillas oleaginosas, en vaquillas de recría, sobre variables productivas, reproductivas y bioquímicas. Noventa animales, de tres razas (Bradford, Brangus y Limusin), fueron distribuidas en tres lotes (10 de cada raza). Durante el primer invierno, uno recibió semillas de soja (SS: 2,60 kg/animal/día), otro de algodón (SA: 2,40 kg/animal/día) y el tercero ofició de control (CN: sin suplemento). En el segundo invierno, solo se empleó SA como ración, permaneciendo los lotes separados. Las evaluaciones del perfil lipídico, pesajes y mediciones se efectuaron mensualmente. Al final de cada período, las vaquillas fueron monitoreadas por ultrasonografía transrectal. Se empleó un diseño experimental en bloques completos aleatorizados (factor de bloqueo = raza, tratamiento = dieta-suplemento). El factor racial no influyó sobre las variables exploradas. El peso vivo, condición corporal y las ganancias de peso diario y final fueron mayores en los lotes SA y SS. El perímetro torácico y la altura a la cadera no se vieron estadísticamente modificados. Colesterol total, triglicéridos, colesterol HDL y LDL revelaron incrementos en los lotes suplementados, al igual que el ancho, largo y circunferencia ovárica. La suplementación con semillas oleaginosas optimizó el crecimiento corporal, los lípidos sanguíneos y el desarrollo ovárico.

Palabras claves: vaquilla, suplementación, semillas oleaginosas, reproducción, lípidos sanguíneos

SUMMARY. The influence of winter protein-energy supplementation with oilseeds, on rearing heifers, on productive, reproductive and biochemical variables was evaluated. Ninety animals, of three breeds (Bradford, Brangus and Limusin), were distributed in three lots (10 of each breed). During the first winter, one received soybean seeds (SS: 2.60 kg / animal / day), another one of cotton (SA: 2.40 kg / animal / day) and the third officiated control (CN: without supplement). In the second winter, only SA was used as ration, with the lots remaining separate. Lipid profile assessments, weighings and measurements were performed monthly. At the end of each winter, the heifers were monitored by transrectal ultrasonography. An experimental design was used in randomized complete blocks (block factor = breed, treatment = diet-supplement). The racial factor did not influence the variables explored. Body weight, body condition and daily and final weight gains were greater in lots SA and SS. The thoracic perimeter and height at the hip were not statistically modified. Total cholesterol, triglycerides, HDL and LDL cholesterol revealed increases in the supplemented lots, as did the width, length and ovarian circumference. Oilseed supplementation optimized body growth, blood lipids and ovarian development.

Keywords: heifer, supplementation, oilseeds, reproduction, blood lipids

doi: 10.18004/compend.cienc.vet.2016.06.02.20-27

Dirección para correspondencia: Dra. M.V. Gabriela A. Koza. Cátedra de Fisiología. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral 2139. Corrientes, Argentina. Código postal 3400.

E mail: gakoza@vet.unne.edu.ar

Recibido: 22 de octubre de 2016 / **Aceptado:** 06 de diciembre de 2016

INTRODUCCIÓN

La producción de carne bovina en el nordeste argentino está basada en el aprovechamiento de las pasturas naturales, característica que le otorga ventajas competitivas frente a otras regiones. En el marco del sistema de cría extensivo, la reposición de vientres constituye un punto crítico, sobre todo durante las épocas de déficit del forraje natural (1).

Los lípidos son importantes componentes de la dieta, ya que sirven como fuente de energía (2). El uso de semillas oleaginosas en la formulación de raciones para rumiantes, tiene gran difusión (3, 4). Algunos autores hacen referencia a que su aporte, mejora tanto el desarrollo como el desempeño reproductivo de vaquillas de reposición (5, 6).

La semilla de algodón (SA) es un alimento de elevado valor nutritivo para el ganado, con un buen balance entre proteína y energía, presentando la siguiente valoración nutritiva: MS (materia seca) 88%; PB (proteína bruta) 22%; PBdeg (proteína bruta degradable en rumen) 76%; PB bypass (proteína bruta de pasaje) 35%; EE (extracto etéreo) 21%; FDN (fibra detergente neutra) 42,6%; FDA (fibra detergente ácida) 32,7%; TDN (total de nutrientes digestibles) 96%; ED (energía digestible) 4,62 Mcal; EM (energía metabolizable) 3,79 Mcal; ENm (energía neta de mantenimiento) 1,95 Mcal; ENg (energía neta de ganancia) 2,66 Mcal; Calcio 0,17%; Fósforo 0,76%; Magnesio 0,37% (7). El algodón es un "cultivo industrial" de gran importancia para la economía de la región chaqueña. La producción se destina, en parte, al uso industrial y el resto, se emplea como forraje.

La semilla de soja (SS) y sus harinas derivadas pueden constituir un buen alimento para cubrir los requerimientos nutricionales de los bovinos de carne (8), en muchos casos sustituyendo a los suplementos tradicionales, aún en explotaciones de recría y engorde a corral (9). La SS posee la siguiente valoración nutritiva: MS 90%; PB 39%; PBdeg 78%; PB bypass 22%; EE 19%; FDN 13%; FDA 10,3%; TDN 92%; ED 4,91 Mcal; EM 3,62 Mcal; ENm 1,81 Mcal; ENg 2,52 Mcal; Calcio 0,27%; Fósforo 0,65%; Magnesio 0,29% (7). La provincia del Chaco posee alrededor de 596.980 ha dedicadas al cultivo de soja; la mayoría se destina a la industrialización y exportación, por lo que son transportadas hacia otras regiones del país (10). Muchas veces, por motivos diversos, los productores deben descartar partidas de SS, quedando en la zona, donde se utilizan como forraje.

La forma en que estas semillas oleaginosas se suministran a los animales, es variada, prácticamente empírica, principalmente por divulgación informal, de productor a productor, de las ventajas obtenidas de su empleo en épocas críticas.

El objetivo del presente estudio fue obtener datos comparativos de variables productivas como ganancias de peso, condición corporal, perímetro torácico y altura a la cadera, así como verificar las particularidades del desarrollo genital de vaquillas de reposición cruza cebú, ante una suplementación energético-proteica invernal con semillas enteras de algodón y soja, en relación a un lote control, sin suplemento, buscando recrear, la práctica que realizan los productores de la región. Así mismo, se programó indagar sus efectos sobre el perfil lipídico sanguíneo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en un establecimiento próximo a la localidad de San Bernardo, Provincia de Chaco, Argentina. Noventa vaquillas destete de aproximadamente 180 kg de peso vivo (PV) fueron distribuidas aleatoriamente en tres lotes de 30 ejemplares cada uno (10 de raza Braford + 10 de raza Brangus + 10 Cruza Limusin). Cada lote fue sometido durante su primer y segundo invierno (126 y 131 días, respectivamente; de fines de mayo a principios de septiembre), a una suplementación energético-proteica en base a semillas oleaginosas, sobre potreros de pastizal natural. La distribución fue: lote CN (control sin suplemento), lote SS: suplementado con semillas de soja (2,60 kg/animal/día; 1,4% PV promedio) y lote SA: suplementado con semillas de algodón (2,40 kg/animal/día; 1,3% PV promedio). La diferencia entre los niveles de suplementación de los lotes SS y SA se debe a que las raciones fueron formuladas para aportar similares proporciones de energía y proteína, teniendo en cuenta el análisis nutricional de cada oleaginosa y el PV promedio de los animales (11).

Los componentes nutricionales de los suplementos empleados, determinaciones realizadas en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina (Tabla 1). La disponibilidad forrajera promedio a lo largo del ensayo fue de 12.000 a 15.000 kg MS/hectárea. Los lotes ocuparon distintas parcelas de aproximadamente 12 a 15 ha, con predominio de

gramíneas naturales de tipo C4. Mensualmente se practicó la rotación de potreros, tratando de mantener una carga de 2 animales/ha. El suplemento fue suministrado en horario vespertino (5 PM), de lunes a sábados.

Tabla 1. Composición nutricional de las semillas oleaginosas empleadas.

Componente	Algodón (1)	Algodón (2)	Soja
materia seca (%)	90,23	92,25	88,61
proteína bruta (%)	17,51	19,26	29,90
extracto etéreo (%)	13,56	13,98	13,29
fibra bruta (%)	39,12	40,37	13,79
fibra detergente neutro (%)	66,40	68,5	30,10
fibra detergente ácido (%)	53,84	56,89	21,95
energía digestible (Mcal/kg)	2,18	2,56	3,31

(1) y (2): primer y segundo año de ensayos. Análisis realizados en el Laboratorio de Química Agrícola. FCA-UNNE.

Durante el segundo invierno (131 días), en lugar de semilla de soja, el lote SS pasó a recibir semilla de algodón como suplemento, en cantidad similar a SA (ajustado al 1,3% PV promedio). Esta modificación se debió a la indisponibilidad de soja de descarte en la región, medida que motivó a continuar el ensayo con la semilla oleaginosa disponible. El lote se mantuvo separado del que continuaba recibiendo SA como ración, rotando los potreros de manera independiente. La mayoría de los agricultores chaqueños ubica la siembra de soja durante el mes de diciembre, para realizar ciclos cortos que posibiliten la rotación de cultivos. La cosecha en este tipo de explotación, se espera entre mayo y junio, dependiendo de muchos factores, sobre todo climáticos. Al momento en que se dispuso la realización de la segunda parte del ensayo, no fue posible adquirir SS de calidad forrajera en la región. Mensualmente, durante ambos períodos de suplementación invernal (4 muestreos por período), se efectuaron pesajes individuales con desbaste, a partir de los cuales se calcularon las ganancias de peso diario (GPD) y final (GPF), así como el peso vivo medio (PVM). Con una cinta métrica metálica se realizaron mediciones morfométricas como altura a la cadera (AC) y perímetro torácico (PT). La condición corporal (CC) se evaluó utilizando la escala 1-9 (1: emaciada, 9: obesa).

Con la misma periodicidad, se procedió a la extracción de sangre por venopunción yugular a 15 animales (5 de cada raza), aleatoriamente seleccionados, de cada lote. De las muestras sanguíneas se obtuvo el suero, a partir del cual se valoraron las concentraciones de colesterol total (COL), triglicéridos (TG) y colesterol ligado a lipoproteínas de baja (C-LDL) y alta densidad (C-

HDL), mediante espectrofotometría (fotómetro Mannheim 4010, digital, UV visible, de succión automática).

Al final de cada período de suplementación (primer y segundo invierno), 19 vaquillas de cada lote, aleatoriamente seleccionadas, fueron monitoreadas mediante ultrasonografía transrectal, utilizando un ecógrafo Aloka 500. En cada examen se exploraron los diámetros de ambos ovarios y útero, en una posición cercana a la bifurcación de los cuernos, verificándose también el número de los folículos ováricos (eventualmente de los cuerpos lúteos).

Las comprobaciones de homogeneidad de la varianza y de normalidad distributiva, se realizaron mediante las pruebas de Bartlett y de Wilk-Shapiro, respectivamente. El cumplimiento de estos supuestos estadísticos, posibilitó el tratamiento de las variables de manera paramétrica, a excepción de la cantidad de folículos totales, que requirió un análisis no paramétrico.

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados, donde la variable independiente (factor de bloqueo) fue la raza, apareciendo cada tratamiento (dieta) una vez por bloque. El PV, la CC, los índices morfométricos y los parámetros del perfil lipídico oficiaron de variables dependientes.

El análisis de la variancia (ANOVA), bajo un esquema de medidas repetidas, permitió examinar los efectos tratamiento (tipo de suplemento) y tiempo (ontogenia), así como la interacción entre ambos, utilizándose el test de Duncan para la comparación entre media.

En el caso de las variables reproductivas (diámetro uterino, ancho, largo y circunferencia ovárica), se aplicó un diseño completamente aleatorizado, efectuándose un ANOVA a un criterio (efecto tratamiento). El grado de correlación entre variables se realizó por medio del test de Pearson y para el recuento total de folículos ováricos donde se empleó la prueba de Kruskal Wallis.

Para todos los análisis estadísticos se utilizó el software Infostat Profesional 2016 (12), estableciéndose un nivel de significación de $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el primer invierno las GPF fueron de 17 y 23 kg para los lotes SA y SS respectivamente, en

tanto que el lote CN registró una pérdida de 5,36 kg. Las GPF del segundo invierno fueron de 35 y 40,5 kg para los lotes SA y SS respectivamente; el lote CN registró una pérdida de 9,63 kg.

La diferencia de peso, entre el lote SA y SS, al final del segundo período de suplementación invernal, pese a recibir ambos semilla de algodón, fue 5,5 kg ($p>0,05$). La misma, puede explicarse por la mayor GPF adquirida durante el primer período, a favor de la suplementación con SS (6 kg), a componentes inherentes a los animales (competencia, jerarquía, peso inicial, factores individuales) y a las condiciones del campo natural (disponibilidad forrajera, composición genérica). La GPF acumulada durante toda la experiencia fue de 98,10 kg para el lote SA, 107,14 kg para el lote SS y de 91,05 kg para el lote CN.

La raza no influyó de manera significativa en ninguna de las variables productivas, reproductivas y sanguíneas exploradas.

La Tabla 2 muestra la evolución de los pesos medios a lo largo de los dos períodos de suplementación. El PVM acumulado durante el primer invierno fue de 236 kg para los animales que recibieron SA, de 241 kg para los que consumieron SS y de 219 kg para el lote CN.

Tabla 2. Efectos de la suplementación con semillas de soja (SS) y algodón (SA) sobre el peso corporal a lo largo de los diferentes tiempos de muestreo (en kg).

Suplemento	Época	Media	EE	IC-95%	IC+95%
Lote SA	Primer Invierno	161,63	4,05	153,58	169,68
		174,40	5,08	164,29	184,51
		185,87	5,29	175,34	196,39
	Segundo Invierno	204,67	4,33	196,05	213,28
		268,73	7,17	254,47	283,00
		296,37	7,83	280,79	311,94
Lote SS	Primer Invierno	292,70	8,15	276,49	308,91
		303,73	9,47	284,89	322,58
		165,27	4,05	157,22	173,32
	Segundo Invierno	179,27	5,08	169,16	189,37
		195,27	5,29	184,74	205,79
		207,20	4,33	198,59	215,81
Lote CT	Primer Invierno	271,80	7,17	257,54	286,06
		300,93	7,83	285,36	316,51
		300,67	8,15	284,46	316,88
	Segundo Invierno	309,80	9,47	290,95	328,65
		187,17	4,05	179,12	195,22
		171,33	5,08	161,23	181,44
Lote SS	Primer Invierno	167,53	5,29	157,01	178,06
		146,47	4,33	137,85	155,08
		268,47	7,17	254,20	282,73
	Segundo Invierno	285,50	7,83	269,93	301,07
		271,33	8,15	255,12	287,54
		259,70	9,47	240,85	278,55

EE: error estándar; IC: intervalo de confianza; CT: control sin suplemento.

Los PVM alcanzados por las vaquillas de los lotes SA y SS durante el segundo invierno fueron de 290,38 y 295,80 kg respectivamente. Dichos pesos son mayores a los reportados por Neves Semmelmann et al (13) (211,6 kg/PVM) para vaquillas de 18 meses bajo distintos tipos de asociación pastura-suplementos y cercanos a los señalados por Ferreira et al (14) como peso mínimo para el inicio del servicio de vaquillas cebú (300 kg/PVM).

Durante el primer invierno las GPD fueron de 330 g/animal para el lote SA y 340 g/animal para el lote SS, con pérdida de 220 g/animal para el lote CN ($p<0,05$). En el segundo invierno fue de 280; 310 y -100 g/animal para los lotes SA, SS y CN respectivamente (Figura 1). En otros ensayos, la suplementación con SA (0,7% del PV) durante el primer invierno post-destete de vaquillas, permitió ganancias de 300-400 g/animal/día (15). Tales GPD mostraron semejanza a las obtenidas en nuestro ensayo, en igual período, pero alcanzadas con menores porcentajes de suplementación en relación al PV, pudiendo deberse esto, a una mayor oferta forrajera en cantidad y calidad que la disponible en el presente trabajo.

Giraldo-Arana y Uribe-Velásquez (3), sostienen que el periodo postparto de vacas primíparas es más crítico que el de las vacas múltiparas, ya que las hembras jóvenes tienen que continuar su crecimiento, por lo que son extremadamente sensibles a cualquier limitación nutricional.

La utilización de grasas, como estrategia de suplementación energética en vacas de corte, durante la etapa de postparto, permitió adquirir mayores valores de PV y CC a los 90 días, en relación a hembras que no tuvieron en sus raciones inclusión lipídica (16).

La CC también reveló cambios significativos ($p<0,05$), siendo de 4,25; 4,32 y 3,53 en el primer invierno y de 4,15; 4,23 y 3,83 en el segundo, para los lotes SA, SS y CN, respectivamente. El PT y la AC no se vieron influenciadas de manera significativa ($p>0,05$) por la suplementación con semillas enteras de algodón y soja.

El óptimo rendimiento reproductivo de hembras bovinas se alcanzaría cuando estas tienen una puntuación de CC de 5 o cercana, en una escala de 1 a 9 (17). El monitoreo de la CC de los rodeos en pastoreo, permite realizar ajustes en la cantidad y

calidad de la dieta mediante el suministro de suplementos (18), en concordancia a lo observado en nuestro trabajo, en donde los lotes suplementados revelaron mayores CC que el testigo.

Ferreira et al (14) hacen referencia a la relación lineal entre una alta eficiencia reproductiva y buenos valores de CC, al momento primer del servicio de vaquillas cebú. La utilidad de este parámetro, como reflejo del estado nutricional (19), permite determinar su influencia en el potencial reproductivo, especialmente sobre la secreción de gonadotropinas, la concentración plasmática de progesterona, la función ovárica, la calidad del oocito y del embrión, así como también, del desarrollo uterino y la tasa de concepción (20).

Madureira et al (21) hacen referencia a la estrecha relación entre la altura a la cadera y el peso corporal en vaquillas de seis diferentes composiciones genéticas (proporciones de raza lechera Holando x Guzarat). Se afirma que la relación peso/altura es un buen indicador de la condición corporal (22) y desde hace años se ha propuesto como un buen criterio de selección para mejorar la eficiencia alimentaria. En nuestra experiencia, la AC no acompañó de manera significativa al incremento del peso corporal registrado por los animales.

En otras investigaciones no se hallaron diferencias significativas de CC y PVM entre controles y vaquillas primíparas que recibieron aceite de soja como suplemento lipídico, mantenidas sobre pastura natural o verdeos de cebada (23).

Se han reportado mayores GPD en vaquillas suplementadas con soja extrusada (511 g/día) versus las que recibieron semillas de soja inactivadas con vapor (433 g/día), semillas de soja sin tratamiento (388 g/día) y el control sin suplemento (180 g/día) (8). En este caso, AC, PT y CC fueron significativamente menores ($p < 0,05$) en el lote control. Las GPD registradas en nuestro trabajo por el lote SS, fueron menores a las citadas por estos autores en todas las formas de administración de esta oleaginosa.

La inclusión de soja a la dieta de vacas en período de postparto, resultó en una mejora de la performance productiva y reproductiva (24).

En la tabla 3 puede observarse la correlación significativa ($p < 0,05$) entre el PV, la CC y algunos parámetros de la morfometría genital de las vaquillas al momento de ser exploradas ginecológicamente.

Tabla 3. Asociación lineal entre el peso y variables morfométricas.

Invierno		Correlación	r	p
1	peso	condición corporal	0,792	0,0001
	peso	circunferencia ovario izquierdo	0,538	0,0001
	peso	circunferencia ovario derecho	0,635	0,0001
2	peso	condición corporal	0,324	0,009
	peso	diámetro uterino	0,394	0,002
	peso	circunferencia ovario izquierdo	0,249	0,062
	peso	circunferencia ovario derecho	0,298	0,024

coeficiente de Pearson, p: significancia ($p < 0,05$).

En tabla 4 se consignan los parámetros ecográficos, confrontados con el PV y la CC a finales del primer y segundo invierno. Los animales suplementados (SA y SS) revelaron circunferencias ováricas mayores ($p < 0,05$), tanto de los ovarios izquierdo como derecho, en relación al lote CN.

Tabla 4. Modificación de los parámetros genitales, peso vivo y condición corporal.

Variable	Lote			EE	P
	SA	SS	CN		
<i>primer invierno</i>					
<i>ovario izquierdo</i>					
ancho (cm)	0,65a	0,72a	0,31b	0,10	0,0105
largo (cm)	1,15a	1,23a	0,47b	0,16	0,0025
circunferencia (cm)	2,88a	3,19a	1,25b	0,41	0,0027
<i>ovario derecho</i>					
ancho (cm)	0,75a	0,74a	0,31b	0,10	0,0036
largo (cm)	1,28a	1,15a	0,45b	0,15	0,0007
circunferencia (cm)	3,26a	2,99a	1,20b	0,36	0,0009
peso vivo (kg)	206,05a	206,11a	156,84b	5,15	0,0001
condición corporal	4,66a	4,79a	2,89b	0,08	0,0001
<i>segundo invierno</i>					
diámetro uterino	1,32a	1,31a	0,78b	0,10	0,0002
<i>ovario izquierdo</i>					
ancho (cm)	1,02a	1,14a	0,82b	0,08	0,022
largo (cm)	1,80a	1,72a	1,25b	1,16	0,036
circunferencia (cm)	4,63a	4,48a	3,15b	0,39	0,016
<i>ovario derecho</i>					
ancho (cm)	1,64a	1,76a	1,24b	0,10	0,0008
largo (cm)	2,74a	2,85a	1,96b	0,16	0,0005
circunferencia (cm)	7,58a	7,56a	5,14b	0,38	0,0001
peso vivo (kg)	307,95a	328,47a	269,05b	9,13	0,0001
condición corporal	4,42a	4,53a	3,84b	0,11	0,0001

EE: error estándar, p: significancia.

Letras distintas expresan diferencias significativas ($p < 0,05$).

El recuento folicular total, al final del segundo periodo invernal, fue mayor ($p < 0,05$) en las vaquillas del lote SA ($1,63 \pm 1,41$), en relación a los lotes SS ($0,73 \pm 1,33$) y CN ($0,29 \pm 0,49$). No se observaron cuerpos lúteos al momento del examen ecográfico.

La raza no influyó de manera significativa ($p > 0,05$) sobre el desarrollo genital de las hembras evaluadas en la experiencia.

Rubio et al (25) citan que vacas Brahman, mostraron correlaciones significativas entre la CC y las poblaciones de folículos ováricos, lo que indicaría que a medida que una hembra recupera CC, se estimula la formación de folículos de mayor tamaño. Si la CC es baja, se forman folículos pequeños y por lo tanto, hay un retraso en el comienzo de la ciclicidad.

Lents et al (26) concluyeron que la CC al momento del parto y la suplementación proteica post-parto, influyen en el tamaño del folículo dominante en el primer estro.

En períodos prolongados de subnutrición, las cantidades insuficientes de alimento influyen sobre el desarrollo folicular, llegando a provocar anestro (27).

Varios informes, hacen referencia a que los ácidos grasos poliinsaturados pueden elevar la fertilidad de las hembras bovinas, aumentando el número y tamaño de los folículos ováricos (28, 29), el tamaño del cuerpo lúteo (26, 28), la calidad de los ovocitos (30) y la concentración circulante de hormonas esteroides y prostaglandinas (26, 31).

Algunos investigadores reportaron que la utilización de suplementos con alto contenido de ácidos oleico y linoleico en vacas post-parto incrementan el crecimiento folicular, previo al reinicio de la actividad ovárica, mejorando la CC y los porcentajes de preñez (32).

La suplementación lipídica provocó una significativa antelación en la aparición de la primera ovulación posparto (26,7 versus 42,4 días) de vaquillas primíparas (23). El crecimiento de los folículos ováricos fue mayor en número y tamaño en vacas alimentadas con lípidos bypass, en comparación a las suplementadas con harina de soja y harina de sorgo (33).

Lucy et al (29), por medio de la evaluación ecográfica de vaquillas, determinaron que la suplementación lipídica aumentó significativamente el número de folículos, así como su tamaño y diámetro, mostrando similitud a lo observado en nuestro trabajo.

En la Tabla 5 se señalan las variaciones séricas de COL, TG, C-HDL y C-LDL de acuerdo al tratamiento. En la Tabla 6 se indica la influencia del efecto tiempo, sobre las variables lipídicas analizadas en la experiencia.

Tabla 5. Efectos del tratamiento sobre variables del perfil lipídico de las vaquillas.

Tratamientos	COL(g/l)	TG (g/l)	C-HDL (g/l)	C-LDL (g/l)
SA	2,37a	0,38a	1,48a	0,46a
SS	2,24a	0,38a	1,40a	0,45a
CN	1,34b	0,21b	0,92b	0,24b
EE	0,059	0,021	0,040	0,020
p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

SA: semilla de algodón, SS: semilla de soja, CN: control sin suplemento, EE: error estándar, p: significancia, COL: colesterol total, TG: triglicéridos, C-HDL y C-LDL: colesterol de lipoproteínas de alta y baja densidad respectivamente. En cada columna letras distintas señalan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 6. Efectos del tratamiento y del tiempo sobre variables del perfil lipídico de las vaquillas.

Tratamiento	Tiempo	COL (g/l)	TG (g/l)	C-HDL (g/l)	C-LDL (g/l)
SA	1	2,09	0,40	1,45	0,43
	2	2,65	0,36	1,51	0,50
SS	1	1,87	0,39	1,30	0,38
	2	2,61	0,37	1,50	0,52
CN	1	1,45	0,22	0,95	0,22
	2	1,23	0,21	0,88	0,26
EE		0,11	0,034	0,074	0,045
p		0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

SA: semilla de algodón, SS: semilla de soja, CN: control sin suplemento, EE: error estándar, p: significancia, 1 y 2: primer y segundo inviernos, COL: colesterol total, TG: triglicéridos, C-HDL y C-LDL: colesterol de lipoproteínas de alta y baja densidad respectivamente. Letras distintas expresan diferencias significativas ($p < 0,05$).

El COL sérico aumentó significativamente ($p < 0,05$) en los lotes suplementados (SS-SS). Las concentraciones de COL y lipoproteínas han sido asociadas al desempeño reproductivo, debido a que el COL es el precursor para la esteroidogénesis en todos los tejidos que segregan este tipo de hormonas (34).

Vacas en lactación que recibieron raciones ricas en grasas insaturadas durante el pre-parto y saturadas en el post parto, mostraron elevadas concentraciones de TG y COL (35).

Las hembras bovinas en etapa post parto que tuvieron una suplementación a base de semillas de cártamo, revelaron mayores niveles de ácidos grasos totales en plasma ($p < 0,05$) que las vacas control sin suplemento (17).

En nuestro trabajo, los valores de TG sanguíneos aumentaron tanto en el lote SA como en el SS, en relación al CN ($p < 0,05$). La trigliceridemia es uno de los indicadores de la condición metabólica y por consiguiente, del estado nutricional del bovino (36).

Las tasas séricas de C-HDL y C-LDL se

incrementaron en los lotes SA y SS, en relación al lote CN, siempre predominando C-HDL sobre C-LDL, acorde al patrón lipoproteico de los rumiantes. En general, los herbívoros presentan "patrón HDL" (C-HDL > C-LDL), debido a que la mayor parte del COL plasmático es transportado por las HDL; así los incrementos del COL dietario aumentan el C-HDL antes que el C-LDL, protegiéndolos del riesgo aterogénico (37). La incorporación de grasas a la ración de vacas para carne en pastoreo, redundó en incrementos séricos de C-HDL, C-VLDL, COL y TG (16).

Giraldo-Arana y Uribe-Velásquez (3), sostienen que la suplementación lipídica, rica en ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, permite obtener una reanudación de la actividad ovárica temprana, independiente de su contribución energética. No están bien dilucidados los mecanismos por los cuales durante el posparto, las vacas para carne mejoran su comportamiento reproductivo merced a la suplementación lipídica (38).

Se ha especulado que los lípidos de la dieta actuarían como agentes distribuidores de nutrientes, permitiendo cambiar el uso de la energía de un proceso metabólico a otro, incrementando con ello, el potencial de las vacas para almacenar grasa corporal y ganar o mantener su CC (39).

CONCLUSION

La suplementación con semillas de soja y algodón generó aumentos de las ganancias de peso diaria y final, del peso vivo promedio y de la condición corporal, no viéndose influenciados el perímetro torácico ni la altura a la cadera. Las vaquillas alimentadas con dichas semillas oleaginosas presentaron un mayor desarrollo genital, evidenciado por el incremento del ancho, largo y circunferencia ovárica, como así también del diámetro uterino, en relación a las del lote control. El recuento folicular total fue mayor en las hembras del lote al que se le suministró semilla de algodón en la ración. Las variables sanguíneas relacionadas del perfil lipídico - colesterol total, triglicéridos, colesterol HDL y LDL - se elevaron significativamente en los animales de los lotes suplementados.

La mejora de los parámetros morfométricos, reproductivos y bioquímicos analizados validan la utilización de las semillas enteras de algodón y soja

como suplemento energético-proteico invernal de hembras bovinas de reposición, en correspondencia al manejo de la suplementación con estas oleaginosas que practican los productores de la región chaqueña de Argentina.

BIBLIOGRAFIA

1. Pilau A, Lobato JFP. Desenvolvimento e desempenho reproductivo de vacas primíparas aos 22/24 meses de idade. R. Bras. Zootec.; 2009. 38(4):728-736.
2. Santos JEP, Bilby TR, Thatcher WW, Staples CR, Silvestre FT. Long chain fatty acids of diets as factors influencing reproduction in cattle. *Reprod Dom Anim*; 2008. 43(2):23-30.
3. Giraldo-Arana D, Uribe-Velásquez LF. Estrategias para mejorar la condición corporal postparto en vacas de carne. *Biosalud*; 2012. 11(1): 71 - 89.
4. Rogério MCP, Borges I, Teixeira DAB, Rodriguez NM, Gonçalves LC. Efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da fibra dietética do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*; 2004. 56(5):665-670.
5. Bellows RA, Grings EE, Simms DD, Geary TW, Bergman JW. Effects of feeding supplemental fat during gestation to first-calf beef heifers. *Prof. Anim. Sci.* 2001; 17:81-89.
6. Sartori R, Mendes Guardieiro M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. *R. Bras. Zootec.*; 2010. 39: 422-432.
7. National Research Council. The nutrient requirement of dairy cattle. 7a ed. Washington: National Academy Press; 2001. 381 p.
8. Balbuena O, Kudo H, Arakaki CL, Rochinotti D, Kucseva CD, Slanac AL et al. Ruminant degradation of soybean with different processing methods. *Anales III Brazilian Soybean Congresso, Foz do Iguazú, Brasil*; 2004. p. 289.
9. Jobim CC, Branco AF, Gai VF, Calixto Junior M, Santos GT. Qualidade da silagem de grãos de milho com adição de soja crua e parâmetros de digestibilidade parcial e total em bovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*; 2010. 62(1):107-115.
Jobim CC, Branco AF, Gai VF, Calixto Junior M, Santos GT. Qualidade da silagem de grãos de milho com adição de soja crua e parâmetros de digestibilidade parcial e total em bovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*; 2010. 62(1):107-115.
10. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Complejos Exportadores 2014 [Internet]. Buenos Aires : INDEC (Citado el 20 de diciembre 2015). Disponible en : http://www.indec.mecon.ar/desaweb/uploads/informesdeprensa/complejos_05_14.pdf
11. BARN 7.6. 2011. Software de alimentación para balancear dietas de bovinos de carne en pastoreo o "feedlot". EEA INTA de Reconquista. Santa Fe, Argentina. (Citado el 22 de marzo de 2013). Disponible en: www.inta.gov.ar/reconquista/info/documentos/ganaderia/barn7.6.htm
12. Software estadístico InfoStat. Córdoba: Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba; 2014. (Citado el 10 de marzo de 2015). Disponible en:

http://www.fca.proed.unc.edu.ar/file.php./68/Tutorial_soft.pdf

13. Neves Semmelmann CE, Piva Lobato JF, Gomes da Rocha M. Efeito de sistemas de alimentação no ganho de peso e desempenho reprodutivo de novilhas nelore acasaladas aos 17/18 meses. *Rev. Bras. Zootec.*; 2001. 30:835-843.
14. Ferreira MB, Saturnino HM, Silva JM. Efeitos de peso e condição corporal na eficiência reprodutiva de novilhas zebu. *Anais Congresso Brasileiro de Reprodução Animal. Belo Horizonte, Brasil: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal; 1995. p.376.*
15. Balbuena O. Tecnología disponible en el NEA para la suplementación de vacunos en pastoreo. [Disertación] Jornadas Regionales de Carne Vacuna del NEA y del Mercosur. Formosa, Argentina: INTA. 2 de diciembre de 1998.
16. Espinoza-Villavicencio JL, Ortega-Pérez R, Palacios-Espinosa A, Guillén-Trujillo A. Efecto de la suplementación de grasas sobre características productivas, tasas de preñez y algunos metabolitos de los lípidos en vacas para carne en pastoreo. *ArchMedVet*; 2010. 42:25-32.
17. Lake SL, Scholljegerdes EJ, Nayigihugu V, Murrieta CM, Atkinson RL, Rule DC et al. Effects of body condition score at parturition and postpartum supplemental fat on adipose tissue lipogenic activity of lactating beef cows. *AnimSci*; 2006. 84:397-404.
18. Correa A, Uribe LF. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. *RevFacNac Agr*; 2010; 63(2):5607-5619.
19. Jones AL, Lamb GC. Nutrition, synchronization, and management of beef embryo transfer recipients. *Theriogenology*; 2008. 69(1): 107-115.
20. Roche JF. The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *AnimReprodSci*; 2006. 96(3-4):282-296.
21. Madureira AP, Madelena FE, Teodoro RL. Desempenho comparativo de seis grupos de cruzamento Holandês/Guzerá. Peso e altura de vacas e novilhas. *RevBrasZootec*; 2002. 31:658-667.
22. Nelsen TC, Short RE, Reynolds WL, Urlick JJ. Palpated and visually assigned condition scores compared with weight, height and heart girth in Hereford and crossbred cows. *J AnimSci*; 1985. 60:363-368.
23. Boken SL, Staples CR, Sollenberger LE, Jenkins TC, Thatcher WW. Effect of grazing and fat supplementation on production and reproduction of Holstein cows. *J Dairy Sci.* 2005; 88:4258-4272.
24. Banta JP, Lalman DL, Krehbiel CR, Wettemann RP. Whole soybean supplementation and cow age class: effects on intake, digestion, performance and reproduction of beef cows. *J AnimSci*; 2008; 86:1868-1878.
25. Rubio I, Castillo E, Soto R, Alarcón F, Murcia C, Galina SC. Postpartum follicular development in Brahman cows under two stocking rates. *Trop. Anim Health Prod*, 2010. 42(3):539-545.
26. Lents CA, White FJ, Ciccioli NH, Wettemann RP, Spicer LJ, Lalman D. Effects of body condition score at parturition and postpartum protein supplementation on estrous behavior and size of the dominant follicle in beef cows. *J AnimSci*; 2008. 86(10):2549-2556.
27. Sartori R, Mendes Guardieiro M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. *R BrasZootec*; 2010. 39:422-432.
28. Bilby TR, Block J, do Amaral BC, Sa Filho O, Silvestre FT, Hansen PJ, et al. Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. *J Dairy Sci.* 2006; 89:3891-3903.
29. Lucy MC, Staples CR, Michel FM, Thather WW. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F2 α , luteinizing hormone, and follicular growth. *J Dairy Sci*; 1991. 74:483-489
30. Zeron Y, Sklan D, Arav A. Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. *MolReprodDev*; 2002. 61:271-278.
31. Childs S, Lynch CO, Hennessy AA, Stanton C, Wathes DC, Sreenan JM, et al. Effect of dietary enrichment with either n-3 or n-6 fatty acids on systemic metabolite and hormone concentration and ovarian function in heifers. *Animal.* 2008; 2:883-893.
32. Fries LA. Genética del ganado de corte orientada para lucratividade. In: Considerações efetivas sobre seleção, produção e manejo para maior produtividade de rebanhos de cria. Lobato J.F, Barcellos J.O y Kessler A.M. (Ed.), Ed. Pucr, Porto Alegre. Brasil. p. 405-414. 1998.
33. Hightshoe RB, Cochran RC, Corah LR, Kiracofe GH, Harmon DL, Ferry RC. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. *J AnimSci*; 1991. 69:4097-4103.
34. Ruegg PL, Goodger WJ, Holmberg CA, Weaver LD, Huffman ME. Relation among body condition score, serum urea nitrogen and cholesterol concentrations, and reproductive performance in high-producing Holstein dairy cows in early lactation. *Am J Vet Res*; 1992. 53: 10-14.
35. Petit HV, Palin MF, Doepel L. Hepatic lipid metabolism in transition dairy cows fed flaxseed. *J Dairy Sci*; 2007. 90:4780-4792
36. López-Ortega AA, Márquez YC, Mendoza CA, Ferraro SM, Márquez AA. Perfil lipídico en becerras mestizas Carora durante el primer año de vida en época de lluvias y de sequía, en Venezuela. *RevVet*; 2008. 19:2-7.
37. Coppo NB, Coppo JA, Lazarte MA. Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos. *RevVet.* 2003; 14(1):3-10.
38. Engel CL, Patterson HH, Perry GA. Effect of dried corn distillers grains plus soluble compared with soybean hulls, in late gestation heifers diets, on animal and reproductive performance. *J AnimSci*; 2008. 86:1697-708.
39. Bottger JD, Hess BW, Alexander BM, Hixon DL, Woodardt LF, Funston R, et al. Effects of supplementation with high linoleic or oleic cracked safflower seeds on postpartum reproduction and calf performance of primiparous beef heifers. *J Anim Sci.* 2002; 80:2023-2030.