

REPRODUCCIÓN EN VACAS GYROLANDO COMO RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN CON LÍPIDOS Y PROTEÍNAS SOBREPASANTES EN TRÓPICO SUB-HÚMEDO

Reproduction in Gyrolando Cows Fed with By-passing Lipids and Proteins in Sub-humid Tropic

Arnoldo Atencio¹, Sergio López², Julio Garmendia³, Luis Vásquez³ y Rafael Román¹

¹Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Apartado 15252. Maracaibo 4005-A, Edo. Zulia, Venezuela.

²Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. ³Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo. Aragua, Venezuela

RESUMEN

Para evaluar los efectos de la suplementación con aceite crudo de Palma Africana (*Elaeis guinnensis*) y harina de pescado sobre la productividad de vacas mestizas Gyrolando durante las primeras 16 semanas postparto, fueron analizadas variables referentes a condición corporal y reproducción, en una zona de bosque tropical sub-húmedo. Los animales bajo experimentación permanecieron en pastoreo rotacional en potreros con pasto Pangola (*Digitaria decumbens*) y Bermuda (*Cynodon dactylon*), y fueron asignados al azar a cada uno de los tratamientos inmediatamente después del parto, los cuales consistieron en 5 kg de alimento concentrado comercial (T1, n = 18, testigo); 4530 g de concentrado + 350 g de aceite crudo de Palma Africana + 120 g de harina de pescado (T2, n = 18); y 4214 g de concentrado + 286 g de aceite crudo de Palma Africana + 500 g de harina de pescado (T3, n = 20). El análisis estadístico se realizó con diseños en parcelas divididas en el tiempo (condición corporal) y completamente aleatorizado (variables de reproducción). Una aparente situación de subnutrición persistió durante el período experimental conllevando a un balance energético negativo que no fue superado por efecto de los tratamientos. Se observaron interacciones entre la condición corporal y los días transcurridos, lo que indica un consumo de reservas corporales durante este período. Se observó una correlación alta y positiva entre el peso vivo y el perímetro torácico ($r = 0,86$; $P < 0,01$), e inversa entre la condición corporal y el número de costillas visibles ($r = -0,68$; $P < 0,01$). Las bajas correlaciones observadas entre los diferentes grupos de variables estudiadas indican un escaso po-

der predictivo de los tratamientos y de la condición corporal sobre la reproducción en este genotipo.

Palabras clave: Reproducción, condición corporal, lípidos sobre pasantes, proteínas sobre pasantes.

ABSTRACT

In order to assess the effects of feeding with African Palm Crude Oil (*Elaeis guinnensis*), and fish meal on the productivity of Gyrolando crossbred cows during the first sixteen weeks post calving, experimental records over body condition and reproduction, in a sub-humid tropical environment were analyzed. Cows under experimentation were in a rotative grazing system, in pastures with Pangola grass (*Digitaria decumbens*) and Bermuda grass (*Cynodon dactylon*), and were assigned randomly to each one of treatments, right after calving, which consisted of 5 kg of feed stuff (T1, n = 18, control); 4530 g of feed stuff + 350 g of African Palm Crude Oil + 120 g of fish meal (T2, n = 18); and 4214 g of feed stuff + 286 g of African Palm Crude Oil + 500 g of fish meal (T3, n = 20). The statistical analysis were carried out with a split-plot design in time, (body condition score) and a completely randomized design. A situation of apparent undernourishment persisted during the assay, leading to a negative energetic balance, which could not be overcome by the treatments. Interactions between these and the days elapsed were observed, which indicated that there was a consumption of body reserves of energy. Both live weight and thoracic perimeter were highly and positively correlated ($r = 0.86$; $P < 0.01$) whereas body condition and number of observable ribs were negatively correlated ($r = -0.68$; $P < 0.01$). Lower correlations observed among different variables studied indicated pre-

diction failure of treatments as well as body condition upon reproductive performance of this genotype.

Key words: Reproduction, body condition, by-passing lipids and proteins.

INTRODUCCIÓN

Para que un suplemento se justifique es necesario que exista un déficit de uno o más nutrientes en la ración suministrada al animal. Un suplemento es un alimento utilizado para corregir la deficiencia de uno o más nutrientes del alimento básico, y el uso apropiado de la suplementación siempre debe dar una respuesta positiva en la productividad del animal. La suplementación se justifica en función de la relación existente entre la alimentación basal ofrecida al animal y el nivel de producción lechera. Además, se evitarían problemas reproductivos cuando estos factores son considerados [15, 36, 41].

Se ha destacado la importancia de estimular el consumo de materia seca durante el post parto temprano para minimizar el balance energético negativo y, quizás de mayor importancia, para que comience a retornar a cero [17]. Esto último podría ser logrado en vacas de alta producción alimentándolas con grasas protegidas. También se ha incrementado significativamente la fertilidad en vacas lactantes con la suplementación con grasa [18].

En tal sentido, diversos investigadores coinciden en la existencia de factores nutricionales que condicionan la respuesta del animal a la suplementación con grasa. Además del nivel y tipo suministrada, se han reportado interacciones entre éstos y los demás componentes de la dieta, entre los cuales se mencionan el contenido de minerales [7, 26]. Preston y Leng [29] establecen que podría resultar un efecto favorable al agregar grasa a la dieta.

La recuperación o el mejoramiento del balance energético desde su estado más negativo al inicio de la lactación hacia un estado positivo, puede significar un importante signo para la iniciación de la actividad ovárica. En vacas Holstein Friesian post parto, la primera ovulación ocurrió a los 10 días después del máximo balance energético negativo y cerca del pico de la lactación [4]. Al momento de la ovulación, el balance energético fue todavía negativo, pero en todos los casos fue retornando hacia cero.

Colectivamente, estos estudios sugieren que las demandas metabólicas en los períodos de altas producciones de leche durante la lactancia temprana, y el consecuente balance energético negativo, determinan el momento del reinicio de los ciclos ováricos ovulatorios.

En estudios realizados en vacas lecheras de alta producción, El-Din y col. [16] determinaron que el consumo de nutrientes digestibles totales (NDT) tuvo notable influencia en el pulso de la hormona luteinizante (LH) y consecuentemente so-

bre el inicio de la actividad ovárica; además, reportan correlaciones inversas entre el inicio de la actividad ovárica y la involución uterina y el consumo diario de NDT ($r = -0,83$ y $r = -0,27$ respectivamente).

Randel [30] concluyó que la nutrición energética tiene una fuerte influencia sobre la fertilidad y la condición corporal al parto y además interactúa con la disponibilidad de nutrientes en la dieta para influenciar el comportamiento reproductivo post parto.

Algunos autores destacan que la sub alimentación en las vacas post parto prolonga el período de retorno al estro. Esta ausencia de actividad ovárica pareciera deberse a la supresión de la liberación pulsátil de LH de la pituitaria, por la disminución de la liberación de la hormona liberadora de las gonadotropinas hipotalámicas (GnRH). Esta supresión de la LH es dramática y representa probablemente uno de los medios más importantes a través del cual la subnutrición energética desmejora la actividad reproductiva en hembras [30, 34, 43]. También se ha reportado que la tasa de concepción al primer servicio en vacas y novillas es afectada por el consumo proteico en el post parto [12, 16, 28, 33].

Los cambios en la grasa corporal han sido también asociados con cambios en la actividad reproductiva [2, 4, 19, 27] pero es improbable que la grasa corporal per se regule la secreción de la hormona liberadora de la LH (LHRH), ya que no se conocen vías endocrinas que vinculen la grasa corporal a la secreción de LHRH. Aún más, es posible que la liberación pulsátil de la LHRH sea regulada por metabolitos específicos y/o posiblemente por hormonas metabólicas que reflejen el estado nutricional. Adicionalmente, se ha concluido que el tiempo requerido en estados de subnutrición para inhibir la actividad reproductiva parece depender de la duración de las reservas energéticas del animal, por ejemplo, grasa [34].

Este tipo de relación podría explicar por qué se requiere un mínimo de condición corporal al parto para que las vacas puedan retornar al estro dentro de un período razonable en el post parto [13, 19, 29]. Además, parece posible proponer que la disponibilidad de combustibles metabólicos oxidables pudiesen regular el control hipotalámico de la liberación de LH. Así, el intervalo post parto parece estar afectado por dos características relacionadas con la nutrición: condición corporal y ganancia o pérdida de peso, antes o después del parto [10, 12, 19].

Por todo lo antes señalado, se realizó la presente investigación que tuvo los siguientes objetivos: 1.- Evaluar el efecto de la suplementación con lípidos y proteínas sobrepasantes durante los primeros 84 días del post parto, sobre el comportamiento reproductivo de vacas Gyrolando durante los primeros 112 días del post parto. 2.- Estudiar la interacción de los lípidos y la proteína sobrepasantes con la condición corporal sobre los índices reproductivos y 3.- Estimar las correlaciones entre la condición corporal y la respuesta reproductiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados para este trabajo incluyen observaciones experimentales sobre condición corporal e índices reproductivos, pertenecientes a un rebaño vacuno lechero tropical, Gyrolando. El trabajo experimental se realizó en la finca comercial "Aragüita", ubicado en el municipio Tucacas del estado Falcón, detalles climatológicos fueron dados previamente. El manejo del rebaño fue el típico de la finca [2].

Manejo alimenticio

Los animales estuvieron en un régimen de pastoreo rotacional junto al resto de sus compañeras de rebaño, en potreros con pasto Pangola (*Digitaria decumbens*) y Bermuda (*Cynodon dactylon*), siendo ésta la alimentación basal de los mismos. Estos potreros se irrigaron por inundación después de cada pastoreo, y sometidos a una carga animal de aproximadamente 10 U.A./ha, con períodos de ocupación de 12 h y de rotación cada 14 días.

Tratamientos experimentales

Estos consistieron en tres tratamientos, los cuales se aplicaron durante los primeros 84 días post parto (12 semanas): Tratamiento 1 (T1, n=18). Fue el tratamiento testigo, el cual consistió en la alimentación y manejo usual de la finca, con 5 kg de alimento concentrado comercial; 2.-Tratamiento 2 (T2, n=18). Consistió en agregar 350 g de aceite crudo de palma africana y 120 g de harina de pescado a 4530 g del concentrado comercial. La fuente de grasa fue protegida con 1% de Carbonato de Calcio y 3.-Tratamiento 3 (T3, n=20). Al alimento concentrado (4214 g) se agregó 500 g de harina de pescado y 286 g de aceite crudo de palma africana como fuentes de grasa y proteína sobrepasantes.

Manejo reproductivo

Las vacas que se utilizaron en este ensayo se seleccionaron de un conjunto de vacas multíparas mestizas 1/2 Holstein 1/2 Gyr, Gyrolando, comprendidas en el último tercio de la gestación, y fueron distribuidas al azar dentro de los tratamientos inmediatamente después del parto durante un período de 45 ± 15 días. Sólo aquellas vacas que tuvieron parto normal fueron incluidas en el ensayo.

La detección del celo se realizó dos veces al día antes de cada ordeño, y los servicios se efectuaron de acuerdo al patrón tradicional de la finca. El diagnóstico de gestación se hizo mediante la técnica de palpación transrectal, entre los 50-60 días post-servicios.

Determinaciones y mediciones

Al parto: Condición corporal: se estimó según el método de Edmonson y col. [14]. Adicionalmente se pesaron los animales usando una balanza de 1500 kg de capacidad con una

escala de 0,5 kg, se midió el perímetro torácico (cm) y se observó el número de costillas visibles. Las observaciones se ajustaron por el método de los mínimos cuadrados.

Semanalmente: Inicio de la actividad ovárica, por niveles de Progesterona en leche (Kit de RIA de progesterona en fase sólida FAO/IAEA) [28].

Quincenalmente: Condición corporal, según los criterios usados al parto. Se ajustaron las observaciones por el método de los mínimos cuadrados. Involución uterina, por palpación transrectal. Se consideraron las siguientes características de los cuernos uterinos: a.-tono, el cual se clasificó en 1, 2 y 3, de acuerdo a la tonicidad alta, promedio o ausencia de ésta, respectivamente; b.-diámetro, cuando los cuernos se encontraban aproximadamente simétricos; y, c.-ubicación, si se encontraban dentro o en el borde de la cavidad pelviana. Reinicio de la actividad ovárica, a través de la determinación de la presencia de cuerpo lúteo (revisión ginecológica, mediante palpación transrectal).

Mensualmente: Composición química de la dieta basal y de los suplementos concentrados. Las muestras de pastos fueron tomadas utilizando la técnica del cuadrante. Posteriormente fueron deshidratadas a 60°C durante 48 h, molidas y se estimó la disponibilidad de materia seca por ha. Las muestras de los tratamientos fueron tomadas cada vez que se preparaban las mezclas. El análisis químico se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Se determinó: Materia Seca, a 60°C, Nitrógeno Total y Extracto Etéreo [23], Pared Celular [42], Calcio (Espectrofotometría) [23] y Fósforo (Colorimetría) [23]. Así mismo, se determinó la degradabilidad de la materia orgánica de los tratamientos, según el método de las bolsas de Nylon [25].

Registros

Se utilizaron los libros de registros de la finca y formatos de campo. Posteriormente se estructuró una base de datos y se analizó estadísticamente con el paquete SAS [32].

Análisis estadístico

Las variables respuesta fueron: referentes a condición corporal: 1.-Mediciones con el método de Edmonson y col. [14] (NA); 2.-Variaciones en el número de costillas visibles (CA); 3.-Variaciones en el perímetro torácico (TA); y 4.- Variaciones de peso (PA); y referentes a reproducción: 1.-Intervalos (días) desde el parto hasta: a.-Reinicio de la actividad ovárica. Se midió por dos vías: por palpación transrectal (presencia o ausencia de cuerpo lúteo, IPCL) y primera descarga ($>/ 3,18$ nm/l) de progesterona (IPLHA) medida en la leche. b.-Involución uterina (IPIU). c.-Primer celo (IPPC). d.-Primer servicio (IPS). e.-Concepción (IPP); 2.-Número de servicios por concepción (NS); 3.-Fertilidad al primero (FPS), segundo (FSS) y tercer (FTS) servicio.

Las variables medidas semanal y quincenalmente relacionadas con la condición corporal y niveles de progesterona en la leche, fueron analizadas mediante un diseño en parcelas divididas en el tiempo y el cual fue descrito previamente [2]. Las diferencias en las medias por el método de Tukey. Las variables expresadas en porcentaje, se analizaron por Ji-Cuadrado.

Los efectos de la condición corporal y sus interacciones sobre el comportamiento reproductivo se analizaron con el modelo matemático II [2]. Este último incluyó los efectos de la condición corporal, número de costillas visibles, perímetro torácico, del peso corporal y así como las interacciones de primer orden entre ellas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aun cuando la explotación comercial donde se realizó este estudio está ubicada en una zona tipificada climatológicamente como bosque tropical sub-húmedo, la precipitación fue escasa, TABLA I, durante el período experimental, igual que el también atípico año anterior, alcanzando solamente 302,50 mm durante el lapso desde el 19 de Abril hasta el 23 de Noviembre.

No obstante haberse regado los potreros y alcanzarse una producción de forrajes para una disponibilidad aproximada de 3.197,67 kg de materia seca por ha, la disponibilidad de materia seca por animal en este ensayo se redujo enormemente, debido a la excesiva carga animal y a la alta presión de pastoreo. En consecuencia, parece no haberse obtenido el mínimo de 2.000 kg de materia seca disponibles por ha/vaca, citados por Minson [21] como límites para que los rumiantes no tengan dificultad en satisfacer su apetito e ingerir gran cantidad de forraje en cada mordisco, al pastorear sin restricciones.

En lo relativo a la calidad de las dietas ofrecidas, la TABLA II presenta el análisis bromatológico de los alimentos y la TABLA III, la degradabilidad de la materia orgánica de los tratamientos experimentales. Se puede observar que T1 y T2 son isoproteicos, siendo diferentes en la densidad calórica. Contrariamente, T2 y T3 son isocalóricos y difieren esencialmente en el contenido de proteína cruda, además de existir una mayor cantidad de la fracción sobrepasante en T3. Así mismo, debido a la mayor adición de harina de pescado en T3, sus niveles de Ca y P fueron superiores. Es de observar que el contenido de PC y EE de los pastos resultó en valores muy aceptables.

TABLA I
DATOS MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACIÓN

Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anu
1993	22,0	4,0	1,4	41,3	100,7	22,1	85	145,4	15,9	44,1	287,9	93,7	863,5
1994	31,3	5,2	6,7	13,4	32,0	31,1	32,4	48,6	41,1	59,1	45,0	30,0	375,9

Fuente: M.A.R.N.R. (Estación Las Lapas, Tucacas, 1995).

TABLA II
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS CONCENTRADOS (TRATAMIENTOS) Y DE LOS PASTOS (VALORES MEDIOS), EXPRESADOS COMO PORCENTAJE DE LA MATERIA SECA

	M.S.	CEN.	P.C.	F.C.	E.E.	F.D.N.	Ca.	P.
T ₁	87,06	10,20	19,22	7,88	5,63	36,41	1,53	0,98
T ₂	86,96	9,17	19,62	6,93	13,44	36,92	1,27	1,00
T ₃	87,79	10,29	21,26	6,95	13,27	38,32	1,81	1,27
Pastos	94,55	17,54	12,53	26,98	1,82	73,72	0,61	0,31

M.S. = Materia seca. CEN. = Cenizas. P.C. = Proteína cruda. F.C. = Fibra cruda. E.E. = Extracto etéreo. F.D.N. = Fibra neutro detergente. Ca. = Calcio. P = Fósforo.

TABLA III
DEGRADABILIDAD (PORCENTAJE) DE LA MATERIA ORGÁNICA DE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Tiempo (Horas)	T ₁	T ₂	T ₃
0	38,57	36,05	31,15
6	56,83	54,42	52,13
12	57,79	59,43	55,62
24	76,79	75,56	69,79
48	98,00	87,97	83,81

Comportamiento reproductivo

Las variables relativas al comportamiento reproductivo fueron analizadas desde diferentes puntos de vista, y sus resultados se presentan en las TABLAS IV, V, VI y VII. Los tratamientos mostraron tener un rol significativo, TABLA V, ($P < 0,05$), sobre IPPC e IPPS, resultando T2 con períodos más cortos. Además, IPP fue afectado por PA, TABLA IV, ($P < 0,05$), y se observaron interacciones entre la condición corporal y los tratamientos ($P < 0,05$ y $P < 0,01$) sobre IPPC, IPPS, IPP y NS, demostrándose la importancia que tienen las reservas energéticas en la vaca lechera sobre su desempeño reproductivo postparto, tal como lo destacan investigaciones previas [9, 10, 11, 12, 19, 20]. No obstante, la baja correlación

observada ($r = 0,34$) entre PA e IPP indica el escaso poder predictivo del peso corporal sobre este intervalo, TABLA VII.

La actividad ovárica (IPCL) se reinició relativamente temprano ($26,15 \pm 18,58$ días), aún cuando la primera descarga de progesterona (IPLHA) fue detectada posteriormente ($43,43 \pm 27,65$ días), TABLA V. Esto coincide con El-Din y col. [16] quienes reportan 25 ± 13 días de IPCL, consecuente a que el consumo de NDT afectó los pulsos de LH y, por ende, el inicio de la actividad ovárica. Ocurrió en un lapso más corto a lo encontrado por Citton y Ramos [6] en vacas Gyrolando suplementadas con 700 g/vaca/d de harina de algodón (60 ± 45 días).

TABLA IV

SIGNIFICACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA CONDICIÓN CORPORAL (NA; NÚMERO DE COSTILLAS VISIBLES, CA, PERÍMETRO TORÁXICO, TA, EN CM; Y PESO, PA, EN KG) Y SUS INTERACCIONES CON LOS TRATAMIENTOS (T), SOBRE EL INTERVALO ENTRE EL PARTO Y: PRIMER CELO (IPPC, DÍAS), PRIMER SERVICIO (IPPS, DÍAS), CONCEPCIÓN (IPP, DÍAS) Y EL NÚMERO DE SERVICIOS/CONCEPCIÓN (NS) EN VACAS GYROLANDO

Variables	IPPC	IPPS	IPP	NS
PA			*	
NA x T			**	**
CA x T		*	**	**
TA x T	**		*	
PA x T	*	*	*	

* Significativo al 5%. ** Significativo al 1%.

TABLA V

INTERVALOS (DÍAS) ENTRE EL PARTO Y: PRIMER CUERPO LÚTEO (IPCL), INVOLUCIÓN UTERINA (IPIU), PRIMERA DESCARGA DE PROGESTERONA (IPLHA), PRIMER CELO (IPPC), PRIMER SERVICIO (IPPS), CONCEPCIÓN (IPP); NÚMERO DE SERVICIOS/CONCEPCIÓN (NS) EN VACAS GYROLANDO EN CONDICIONES DE TRÓPICO SUB-HÚMEDO

Variables	T ₁	T ₂	T ₃
	$\bar{X} \pm ES$	$\bar{X} \pm ES$	$\bar{X} \pm ES$
IPCL	29,88 \pm 19,75 (18)	24,11 \pm 19,47 (17)	24,33 \pm 14,70 (18)
IPIU	34,20 \pm 16,07 (15)	32,00 \pm 23,27 (17)	26,36 \pm 11,67 (19)
IPLHA	50,66 \pm 21,52 (12)	38,85 \pm 29,78 (14)	41,36 \pm 27,71 (11)
IPPC	97,05 ^b \pm 24,78 (18)	91,50 \pm 24,98 ^a (18)	103,00 \pm 27,25 ^c (20)
IPPS	103,83 ^{ab} \pm 13,98 (18)	91,50 \pm 24,98 ^b (18)	104,60 ^a \pm 18,06 (20)
IPP	106,33 \pm 13,57 (18)	100,66 \pm 23,10 (18)	109,15 \pm 9,44 (20)
NS	1,50 \pm 0,40 (8)	1,80 \pm 0,70 (11)	1,66 \pm 0,30 (5)

Promedios en la misma hilera marcados con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

TABLA VI

FERTILIDAD AL PRIMERO (FPS), ACUMULADA EL SEGUNDO (FSS) Y AL TERCER SERVICIO (FTS) EN VACAS GYROLANDO EN CONDICIONES DE TRÓPICO SUB-HÚMEDO, DISCRIMINADAS POR TRATAMIENTO

Variables	T ₁	T ₂	T ₃
FPS	27,78	38,89	15,00
FSS	33,33	38,89	15,00
FTS	33,33	44,44	15,00

TABLA VII

CORRELACIONES ENTRE LOS VALORES DE LA CONDICIÓN CORPORAL (NA), COSTILLAS VISIBLES (CA), PERÍMETRO TORÁXICO (TA, cm), PESO (PA, Kg), INTERVALOS (DÍAS) DESDE EL PARTO HASTA: PRIMER CELO (IPPC), PRIMER SERVICIO (IPPS) Y CONCEPCIÓN (IPP); Y NÚMERO DE SERVICIOS/CONCEPCIÓN (NS) EN VACAS GYROLANDO EN CONDICIONES DE TRÓPICO SUB-HÚMEDO

Variables	NA	CA	TA	PA	IPPC	IPPS	IPP
CA	-0,68**						
PA			0,86**				
IPPC			0,38**	0,36**			
IPPS			0,38**		0,85**		
IPP			0,43**	0,34**	0,66**	0,80**	
NS		-0,41**	0,34**		0,71**	0,82**	0,66**

** Significativo al 1%.

La involución uterina postparto fue completada a los $30,54 \pm 19,60$ días (IPIU), lo que puede considerarse temprano, acorde con estudios previos [16]. No obstante, la manifestación del primer celo (IPPC) y los días transcurridos desde el parto hasta el primer servicio (IPPS) fue bastante tardía ($81,03 \pm 31,63$ y $88,86 \pm 20,72$ días, respectivamente), aun cuando el IPP estuvo dentro de valores aceptables ($91,5 \pm 23,08$ días), TABLA V. Estos hallazgos son coincidentes con reportes anteriores realizados con vacas lecheras suplementadas con grasa dietética adicional durante la lactación temprana [21, 27, 31, 36] y con vacas que estaban flacas al parto y recibieron alta suplementación proteica sobrepasante durante el postparto [38]. Idénticamente a IPCL, la respuesta resultó ser más temprana que en los estudios realizados por Cifton y Ramos [6].

La proporción de vacas preñadas fue baja, TABLA VI. Los valores destacados fueron calculados tomando en cuenta todo el rebaño experimental, lo cual demuestra la poca respuesta de las vacas a los tratamientos experimentales. Sin embargo, el 61% (11/18) de las vacas de T2, el 44% de T1 (8/20) y solamente el 25% (5/20) de las vacas de T3 fueron servidas, indicando una fuerte tendencia de T2 de existir mayor número de vacas cíclicas. Por tanto, si se obtienen estos valores considerando solamente las vacas servidas, la fertilidad oscilaría entre 60,00% (FPS, T3) y 75,00% (FTS, T1). Dicha variable no fue afectada por los tratamientos, lo que se corresponde con reportes previos [21, 27, 31, 36, 38] y los resultados obtenidos en este estudio son superiores a los destacados por otros autores [6, 38] e inferiores a los reportados por Atencio y col. [1] y Sasser y col. [33], quienes alcanzaron FTS superiores a 80% en vacas mestizas 1/2 tauro-índicas en trópico muy seco.

El número de servicios/concepción (NS) varió entre 1,50 y 1,80, TABLA V, y no se observó diferencias entre tratamientos ($P > 0,05$), coincidiendo con Schingoethe y Casper [35], quienes reportan no haber detectado ninguna mejora en el número de servicios en vacas lecheras suplementadas con grasa dietética adicional.

Las variables en estudio estuvieron asociadas y se correlacionaron alta ($P < 0,01$) y positivamente entre PA y TA ($r = 0,86$), e inversamente entre NA y CA ($r = -0,68$), TABLA VII.

La variable de condición corporal más asociada con la respuesta reproductiva resultó ser TA, aun cuando esta correlación fue baja en todos los casos. Asimismo, PA estuvo asociada ($r = 0,36$) con IPPC, valor que resultó contrario e inferior a lo reportado ($r = -0,73$) por El-Din y col. [16], quienes destacan que esta correlación fue con las pérdidas de peso. Es de hacer notar que las vacas con un período de anestro más prolongado, necesitaron mayor número de servicios para quedar preñadas ($r = 0,71$ entre IPPC y NS), posiblemente como consecuencia de la falta de reservas energéticas, que persistió durante todo el experimento y la recuperación del balance energético fue muy tardío. Estos criterios coinciden con estudios de Wright y col. [44], pero son contrarios a los resultados de otros experimentos [3, 38].

Se evidencia que la insuficiente disponibilidad de MS por animal en este estudio resultó ser un factor decisivo en la respuesta productiva [2] y reproductiva, ya que la cantidad de forraje consumido es el aspecto primario que limita la producción de los rumiantes, y la suplementación energética en este caso tiene pocos efectos adversos sobre el consumo de forrajes a pastoreo [21], de acuerdo con Ojeda [24] quien no encontró diferencias en el consumo voluntario en novillos cuando suplementó con aceite crudo de palma africana.

Adicionalmente, ocurrió pérdida de peso corporal debido a la movilización de las reservas corporales como fuentes energéticas para soportar la lactación, de acuerdo con Stevenson y Britt [40].

La pituitaria de los animales subnutridos tiene capacidad de responder a la GnRH, como se evidencia en este estudio dado que existió una respuesta reproductiva y como fue demostrado por Dunn y Moss [12]. Por otra parte, se ha señalado que a medida que el estado nutricional del animal se altera, algunos componentes metabólicos presumiblemente actúan en el eje hipotálamo-hipófisis-ovario, aunque los mecanismos vin-

culantes a la secreción de la LHRH no han sido completamente caracterizados [34]. Además, la subnutrición podría disminuir la sensibilidad de los ovarios a la LH así como la habilidad del estradiol para inducir un pico pre ovulatorio de ésta, por la disminución de la liberación de GnRH hipotalámico, criterios que son opuestos a los de Wright y col. [44].

La presencia de cuerpos lúteos entre los 24,11 (T2) y 29,88 (T1) días postparto nos indica el reinicio de la actividad ovárica en ese lapso, TABLA V. Sin embargo, observamos que transcurren aproximadamente 60 días para que ocurra la detección del primer celo, lo que podría deberse, entre otras causas, a un mal manejo en el programa de detección de celos en la finca. Otras razones podrían ser la existencia de períodos anovulatorios cortos, y/o la incapacidad de ovular que pudiesen tener los folículos dominantes, debido a su vez a la ausencia de un incremento sostenido de la secreción estrogénica durante el período anovulatorio postparto, y no a la falta de desarrollo de éstos, tal como lo destacan Stagg y col. [39], en estudios realizados monitoreando los patrones de crecimiento folicular con ultrasonografía. Estos autores demostraron que el desarrollo secuencial y la regresión de los folículos dominantes se inicia dentro de los 14 días siguientes al parto, registrándose $8,6 \pm 1,2$ ondas foliculares antes de ocurrir la ovulación, y esto no fue afectado por el plano de nutrición energética. Estos hallazgos coinciden con reportes previos [8], aún con vacas en buena condición corporal al parto y con períodos anovulatorios cortos [22].

Randel [30] destaca que los efectos de la excesiva proteína dietética sobre IPP, NS y fertilidad no son consistentes, y el mecanismo por el cual los altos niveles de proteína afectan en forma adversa la reproducción en vacas lecheras es desconocido. Adicionalmente, Carrol y col. [5] reportaron que el fluido vaginal fue más alto en nitrógeno uréico en vacas lecheras alimentadas con 20% de PC que en aquellas alimentadas con 13% de PC. Estos conceptos pudiesen soportar el pobre comportamiento reproductivo obtenido en las vacas alimentadas con exceso de proteínas (T3).

CONCLUSIONES

La inclusión de lípidos y proteínas sobrepasantes en raciones alimenticias para vacas Gyrolando durante el postparto temprano, son capaces de modificar las respuestas productivas y reproductivas de manera diferencial, dependiendo del estado nutricional al momento del parto.

La respuesta insuficiente observada a la suplementación con proteína sobrepasante pareciera estar vinculada a la limitada disponibilidad de energía para utilizar la proteína ingerida.

Aun cuando las correlaciones entre las variables que expresan comportamiento productivo y reproductivo sugirieron cierto grado de asociación, las mismas representan un escaso poder

predictivo de los tratamientos experimentales utilizados y de la condición corporal sobre la reproducción, en este genotipo.

Las pocas reservas corporales al momento del parto y la insuficiente disponibilidad de forraje por animal durante el experimento, podrían haber afectado negativamente las respuestas reproductivas, en este estudio.

RECOMENDACIONES

Para este genotipo lechero se recomienda utilizar el aceite crudo de palma africana (*Elaeis guineensis*) protegido con Carbonato de Ca como fuente de lípidos sobrepasantes, como componente estratégico en la suplementación postparto, con el objetivo de mejorar la condición corporal y la productividad animal.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Agencia Internacional de Energía Atómica y a los Consejos de Desarrollo Científico y Humanístico de las Universidades del Zulia (LUZ) y Central de Venezuela (UCV), por el aporte económico para la realización de este proyecto. Así mismo, agradecen a la Ganadería "San Pedro, C.A." por el apoyo brindado a esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ATENCIO R.A.; ROMÁN B., R.; CASTEJÓN S., O. Fertilidad en vacas mosaico tauro-índicus en condiciones de bosque tropical muy seco. **Rev. Cien. FCV-LUZ**. V (1): 55-63. 1995.
- [2] ATENCIO, A.; LÓPEZ, S.; GARMENDIA, J.; VÁSQUEZ, L. Efectos de la suplementación con aceite crudo de palma africana (*Elaeis guineensis*) y harina de pescado sobre la condición corporal postparto y la producción lechera en vacas mestizas en trópico sub-húmedo. **Rev. Cien. FCV-LUZ** VI (3): 177-186. 1996.
- [3] BENEZRA, M.; GABALDÓN, L.; PARRA, DE O.; MARTÍNEZ, N.; OJEDA, A.; COMBELLAS, J. DE J. J.; MAYORCA, DE M.; MAYORCA, A.; ESCOBAR, A. Evaluación del comportamiento de rebaños de doble propósito en condiciones de pastoreo. II. Reproducción, peso vivo y condición corporal. En: **Informe Anual del Instituto de Producción Animal**. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela: 46. 1993.
- [4] BUTLER, W.R.; EVERETT, R.W.; COPPOCK, C.E. The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. **J. Anim. Sci.** 53(3):742-748. 1981.

- [5] CARROLL, D.J.; BARTON, B.A.; ANDERSON G.W.; GRINDLE, B.P. Influence of dietary crude protein intake on urea-nitrogen and ammonia concentrations of plasma, ruminal and vaginal fluids of dairy cows. **J. Anim. Sci.** 65 (Suppl. 1):502. 1987.
- [6] CITTON, A.; RAMOS, E. Efecto de la incorporación de la harina de algodón sobre el comportamiento productivo y reproductivo postparto en un rebaño doble propósito en Tucacas, Edo. Falcón. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. (Tesis de Grado). 69 pp. 1993.
- [7] CUITUM, L.; HALE, W.; THEURER, B.; DRYDEN, F.; MARCHELO, J. Protein protected fat for ruminant. 1. Digestion and performance in fattening steers. **J. Anim. Sci.** 40(4): 691-696. 1975.
- [8] DIMMICK, M.A.; GIMENEZ, T.; SPITZER, J.C. Ovarian endocrine activity and development ovarian follicles during the postpartum intervals in beef cows. **Anim. Reprod. Sci.** 24: 173-183. 1991.
- [9] DOMÍNGUEZ, M.M. Effects of body condition, reproductive status and breed on follicular population and oocyte quality in cows. **Theriogenology.** 43: 1405-1418. 1995.
- [10] DUCROT, C.; GRÖHN, Y.T.; HUMBLLOT, P.; BUGNARD, F.; SULPICE, P.; GILBERT, O. Postpartum anestrus in french beef cattle: an epidemiological study. **Theriogenology.** 42 (5): 753-763. 1994.
- [11] DUNN, T.G.; KALTBENBACH, C.C. Nutrition and the postpartum interval in the ewe, sow and cow. **J. Anim. Sci.** 57(Suppl. 2): 29-39. 1980.
- [12] DUNN, T.G.; MOSS, G.E. Effects of nutrients deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. **J. Anim. Sci.** 70: 1580-1593. 1992.
- [13] DZIUK, P.J.; BELLOWES, R.A. Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. **J. Anim. Sci.** 57 (Suppl. 2): 355-379. 1983.
- [14] EDMONSON, A.J.; LEAN, I.J.; VERSTEEG, J. Body condition scoring dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 72:68. 1989.
- [15] ESCOBAR, A. Suplementación energética del ganado de doble propósito. En: **Ganadería mestiza de doble propósito.** Cap. XXIII. Ed. Carlos González Stagnaro. Fagro, F.C.V.-L.U.Z., Fusagri, Girarz. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo: 495-512. 1992.
- [16] EL-DIN, A.; NAKAO, T.; ABDEL R.M.; MORIYOSHI, M.; KAWATA, K.; MORITSU, Y. Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. **Anim. Reprod. Sci.** 38: 203-214. 1995.
- [17] FERGUSON, J.D.; CHALUPA, W. Symposium: interactions of nutrition and reproduction. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. **J. Dairy Sci.** 72: 746-766. 1989.
- [18] FERGUSON, J.D.; SHOTZBERGER, S.; CHALUPA, W.; SKLAN, D.; KRONFELD, D.S. Reproductive responses in lactating cows fed diets supplemented with low chain fatty acids. **J. Dairy Sci.** 70 (Suppl. 1): 207. 1987.
- [19] LÓPEZ, S.; ALVARADO, N. **Funcionalidad de la condición corporal para estimar comportamiento reproductivo en bovinos de carne.** Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela 8: 285-292. 1992.
- [20] MARTÍNEZ, N.; ESCOBAR, A.; LÓPEZ, S.; COMBELLAS, J.; GABALDÓN, L.; PARÉS, P.; CITTÓN, A.; RAMOS, E. Efecto de suplementación estratégica sobre las respuestas productivas y reproductivas en vacas de doble propósito. En: **Informe anual del Instituto de Producción Animal.** Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela 1992-93. Resumen: 39-40. 1993.
- [21] MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** United Kingdom Edition published by Academic Press Limited. London: 1-207. 1990.
- [22] MURPHY, M.G.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J. F. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. **J. Reprod. Fertil.** 90:523-533. 1990.
- [23] **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 16th ed., AOAC. International, Gaithersburg, MD. Chap. 4: 22-25; 31-37. 1996.
- [24] OJEDA, A. Efectos de la adición del aceite crudo de Palma Africana (ACPA) sobre el comportamiento de bovinos de ceba en pastoreo. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. (Tesis de Grado). 169 pp. 1993.
- [25] ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agr. Sci.** 92: 499-503. 1979.
- [26] PALMQUIST, D.; JENKINS T.; JOYNER, A. Effect of dietary fat and calcium source on insoluble soap formation in the rumen. **J. Dairy Sci.** 69: 1020-1025. 1986.
- [27] PATTON, R.; BUCHOLTZ, H.; SCHMIDT M.K.; HALL, F. How to score body condition in dairy cows. En: **Topics in Veterinary Medicine.** Autumn 1991. Dep. Anim. Sci. Michigan State University: 33-38. 1991.
- [28] PLAIZIER, J.C.B. **Validation of the FAO/IAEA Kit of the measurement of progesterone in skin milk and blood plasma, improving the productivity of indigenous African livestock,** IAEA-TECDOC-708, IAEA, Vienna: 151-156. 1993.
- [29] PRESTON, T.R.; LENG, R.R. **Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicaciones del nuevo enfoque so-**

bre la nutrición de rumiantes en el trópico. Primera edición en español. Edit. Círculo Impresores Ltda. 260 pp. 1989.

- [30] RANDEL, R.D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. **J. Anim. Sci.** 68: 853-862. 1990.
- [31] RUTTER, L.M.; RANDEL, R.D. Postpartum nutrient intake and body condition: effect on pituitary function and onset of oestrus in beef cattle. **J. Anim. Sci.** 58(2): 265-275. 1984.
- [32] Statistical Analysis System. SAS Institute Inc. **SAS for linear models. A guide to the ANOVA and GLM procedures.** Cary, NC. 231 pp. 1986.
- [33] SASSER, R.S.; WILLIAMS, R.J.; BULL, R.C.; RUDDER, C.A.; FALK, D.G. Postpartum reproductive performance in crude protein-restricted beef cows: return to oestrus and conception. **J. Anim. Sci.** 66: 3033-3039. 1988.
- [34] SCHILLO, K.K. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. **J. Anim. Sci.** 70: 1271-1282. 1992.
- [35] SCHINGOETHE, D.; CASPER, D.P. Total lactational response to added fat during early lactation. **J. Dairy Sci.** 74: 2617-2622. 1991.
- [36] SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLI, J.G.; CUSTER, E.E. Physiological mechanism controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **J. Anim. Sci.** 68: 799-816. 1990.
- [37] SINCLAIR, P.J.; BROADBENT, P.J.; HUTCHINSON, S.M. The effect of pre- and post-partum energy and protein supply on the blood metabolites and reproductive performance of single- and twin-suckling beef cows. **Anim. Prod.** 59: 391-400. 1994.
- [38] SINCLAIR, P.J.; BROADBENT, P.J.; HUTCHINSON, S.M. The effect of pre- and post-partum energy and protein supply on the performance of single and twin-suckling beef cows and their calves. **Anim. Prod.** 59: 379-389. 1994.
- [39] STAG, K; DISKIN, M.G.; SCREENAN, J.M.; ROCHE, J.F. Follicular development in long-term anoestrus suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. **Anim. Reproduction Sci.** 38: 49-61. 1995.
- [40] STEVENSON, J.C.; BRITT, J.H. Relationships among luteinizing hormone, estradiol, progesterone, glucocorticoids, milk yield, body weight and postpartum ovarian activity in Holstein cows. **J. Anim. Sci.** 48: 570. 1979.
- [41] SWANSON, L.V. Discussion-Interactions of nutrition and reproduction. **J. Anim. Sci.** 72: 805-14. 1989.
- [42] VAN SOEST, P. **Nutritional ecology of the ruminant.** O&B Books. USA. 374 p. 1982.
- [43] WHISNANT, C.S.; KISER, T.E.; THOMPSON, F.N.; HALL, J.B. Effect of nutrition on the LH response to calf removal and GnRH. **Theriogenology.** 24: 565-573. 1985.
- [44] WRIGHT, I. ; RHIND, S. M.; RUSSEL, A.J.F. ; WHYTE, T.K. ; MC. BEAN, A ; McMILLEN, S.R. Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of postpartum anoestrus period and associated LH, FSH and Prolactin concentrations in beef cows. **Anim. Production.** 45: 395-402. 1987.