

EFFECTOS 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

Effects of feeding with african palm crude oil (*Elaeis guineensis*) and fish meal on postpartum body condition and milk production in crossbred cows in sub-humid tropics

Arnoldo Atencio Rincón *

Sergio López Barbella **

Julio Garmendia ***

Luis A. Vásquez ***

* Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia

** Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela

***Facultad de Ciencias Veterinarias

Universidad Central de Venezuela

RESUMEN

Para evaluar los efectos de la suplementación con aceite crudo (protegido con 1% de Ca CO₃) de Palma Africana (*Elaeis guineensis*) y harina de pescado sobre la productividad de vacas mestizas lecheras (Gyrolando) durante las primeras 16 semanas postparto, fueron analizadas 2016 y 1904 observaciones experimentales sobre condición corporal (NA, CA, TA, PA) y producción lechera (LPA), respectivamente, 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*) (alimentación basal), 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 alimento 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 y las pruebas de medias se efectuaron con el método de Tukey. Los valores medios de NA (NIRD) fueron iguales (P>0.05) y muy bajos entre tratamientos al momento del parto (2.16 puntos), lo cual podría reflejar po-

cas reservas energéticas corporales. Esta aparente situación de subnutrición persistió durante el período experimental conllevando a un balance energético negativo que no fue superado por efecto de los tratamientos, y los promedios (P<0.05) durante el postparto para T₁, T₂ y T₃, respectivamente, fueron los siguientes: 2.16, 2.25 y 2.07 puntos (NA); 4.44, 4.03 y 4.77 costillas visibles (CA); 172.42, 176.01 y 169.67 cm (TA); y 398.62, 418.55 y 383.09 kg de peso vivo (PA). Adicionalmente, se observaron interacciones entre éstas y los días transcurridos, lo que indica un consumo de reservas corporales durante este período. Se presentó mayor diferencia en TA y PA en T₂ durante el experimento, destacando que la movilización de tejido graso de reserva fue más pronunciado por un posible efecto de la mayor producción de leche. La producción total (LPA) y los promedios de producción lechera a los 112 días para T₁, T₂ y T₃, fueron 1235.89, 1305.94 y 1227.05; y 11.16, 11.77 y 11.15 kg, respectivamente (P<0.05). T₂ fue superior un 5.74% durante el período experimental, siendo inferiores T₁ y T₃ e iguales entre sí. El incremento sostenido en la producción parcial de leche hasta el final del experimento (112 días) indicó un posible efecto residual del aceite crudo de palma africana, ya que sólo se suplementó hasta los 84 días.

Palabras claves: Condición corporal, producción lechera, aceite crudo de palma africana, harina de pescado.

ABSTRACT

In order to assess the effects of feeding with African Palm Crude Oil (*Elaeis guineensis*) (protected with 1% of Ca CO₃) and fish meal on the productivity of crossbred cows (Gyrolando) during the first sixteen weeks post calving, were analyzed 2016 and 1904 experimental records over body condition (NA, CA, TA, PA) and milk yield (LPA), respectively, in a sub-humid tropical forrest. The cows under experimentation were in a rotative grazing system, in fields with pangola grass (*Digitaria decumbens*) and bermuda grass (*Cynodon dactylon*) (basal feeding), and were assigned randomly to each one of the 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 and the test of means were made by Tukey method. The mean of NA (NIRD) was not important (P>0.05) and very low between treatments at calving (2.16 points), which could be a reflection of low energetic body reserves. This situation of apparent undernourishment persisted during the experimental period, leading to a negative energetic balance, which could not be overcome by the treatments and means (P<0.05) during post calving for T₁, T₂ and T₃ were, respectively as follows: 2.16, 2.25 and 2.07 points (NA); 4.44, 4.03 and 4.77 visible ribs (CA); 172.42, 176.01 and 169.67 cm (TA); and 398.62, 418.55 and 383.09 kg body weight (PA). In addition interactions between these and the days elapsed were observed, which indicated that there was a consumption of body reserves of energy. There was observed a bigger difference in TA and PA in T₂ during the experiment, being evident that the mobilization of fat tissue was higher possibly as an effect of a bigger milk yield. The total production (LPA) and means of milk yield in 112 days for T₁, T₂ and T₃ were 1235.89, 1305.94 and 1227.05 kg; 11.16, 11.77 and 11.15 kg respectively (P<0.05). T₂ was higher by 5.74% during the experiment, whereas T₁ and T₃ were lower and equal. The sustain increase in the partial milk yield up to the end of the experiment (112 days) indicated a possible residual effect of African Palm Crude Oil, since it was used as a supplement to 84 days.

Key words: Body condition, milk yield, african palm crude oil, fish meal.

INTRODUCCIÓN

Entre las mayores dificultades para la producción de vacunos en los trópicos bajos, la alimentación juega un rol de primer orden, siendo las deficiencias energéticas, proteicas y de minerales quizás las más importantes.

Estas son producto de la alimentación basal de nuestros rebaños, la cual es fundamentalmente a pastoreo en gramí-

neas estacionales de bajo contenido proteico y mineral [16], digestibilidad [12,23] y potencial glucogénico [32]. Todos estos elementos cualitativos inciden en la productividad animal al necesitar mayor esfuerzo en número de mordiscos, tiempo de pastoreo y desgaste energético que afectan la conversión individual por animal [24,40]. Ventura [43] destaca que se evitarían problemas en la productividad de las vacas cuando estos requerimientos son considerados, criterios que son coincidentes con Escobar [12] y Sinclair y col. [37].

La condición corporal ha sido definida como una medida subjetiva o indicador funcional del estado energético de la vaca [19]; es decir, puede estimarse la cantidad de energía almacenada en grasa y músculos (reservas corporales) en un animal vivo [31]. Es una útil herramienta de campo para valorar los cambios de peso corporal, las reservas de los tejidos y para decidir sobre las prácticas alimenticias y de manejo [11]. Entre los diversos sistemas para evaluar la condición corporal en las vacas lecheras se han descrito la metodología de Edmonson y col. [11], la cual consiste en determinar el grado de cobertura de la grasa sub-cutánea en la región lumbar, grupa y base de la cola de los bovinos y cuya escala oscila entre 1 y 5 puntos, con puntajes intermedios; el perímetro torácico, el peso corporal, la relación peso/talla y el número de costillas visibles [19].

Estudios previos [14] destacan la importancia de estimular el consumo de materia seca durante el postparto temprano para minimizar el balance energético negativo, el cual puede persistir durante varias semanas [6] y, quizás de mayor importancia, para que comience a retornar a cero. Esto último podría ser logrado en vacas de alta producción alimentándolas con grasas protegidas, o convertidas en jabones [32], las cuales puedan sobrepasar el rumen y evitar la degradación ruminal. Contrariamente, Urdaneta y Escobar [41] demostraron que la incorporación de lípidos (aceite crudo de palma africana, *Elaeis guineensis*) a la dieta aumenta sustancialmente la colonización de la fibra por hongos, y este aumento puede tener una especial importancia en el mantenimiento de la degradabilidad de la fibra cuando los lípidos representan alrededor del 5% de la dieta total.

Al incrementar la densidad energética de las dietas se podría reducir las pérdidas de peso corporal durante la lactancia o iniciar la recuperación del peso corporal más temprano, especialmente si la producción adicional en la lactación temprana es suficientemente grande para utilizar toda la energía extra consumida. Esta ocurre cuando las reservas corporales son movilizadas como fuentes energéticas para soportar la lactancia [3,6,31,39] y se presenta una respuesta individual de las vacas al balance energético negativo utilizando diferentes combinaciones de aumento en el consumo alimenticio y movilización de reservas corporales. Sin embargo, la adición de grasa en la dieta en las etapas iniciales de la lactación [7,33,38] no redujo las pérdidas de peso corporal.

La producción en rumiantes es a menudo mejorada cuando los alimentos bajos en fibra y altos en proteínas esca-

pan de la fermentación en el rumen y son digeridos posteriormente, ya que no habrían pérdidas energéticas asociadas con la fermentación; pero si las cantidades de aminoácidos son adecuadas, cantidades adicionales pudiesen no producir o desmejorar la respuesta animal [4]. Por lo tanto, se requeriría saber cuales aminoácidos están deficientes para una función fisiológica determinada.

La proteína sobrepasante incrementa la eficiencia de la utilización de los nutrientes absorbidos y mejora el consumo voluntario [21], en contraste con los resultados de Muinga y col. [25] quienes no encontraron diferencias en el consumo de forrajes en vacas, cuando se suplementó con proteínas.

Debido a que los microorganismos ruminales digieren la mayor parte del alimento, la interdependencia entre el metabolismo de los carbohidratos (energía) y del nitrógeno es particularmente muy estrecha [12]. Además, si hay una deficiencia o una utilización ineficiente de la proteína cruda, la digestibilidad del carbohidrato puede decrecer. Si existe una insuficiencia de carbohidratos fermentables en relación a la proteína cruda, el nitrógeno puede ser perdido como nitrógeno amoniacal.

Por lo tanto, es conveniente estudiar alternativas de suplementación energética y proteica económicas con materias primas de fácil disponibilidad, y poder aumentar la productividad de nuestros rebaños.

Lo antes expuesto, motivó la realización de este trabajo, cuyo objetivo fue determinar los efectos de la suplementación con aceite crudo de palma africana (protegido) y harina de pescado durante los primeros 84 días postparto, sobre la condición corporal y la producción parcial y total de leche durante los primeros 112 días postparto, en vacas mestizas lecheras en trópico sub-húmedo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento

Los datos utilizados para este trabajo incluyen 2016 observaciones experimentales sobre condición corporal y 1904 observaciones de producción lechera pertenecientes a un rebaño mestizo lechero comercial, en una zona que pertenece climatológicamente a un bosque tropical sub-húmedo, cuyo promedio de precipitación anual es de 1500 mm y humedad relativa de 83%, temperatura media anual de 26.9°C, ubicada a 20 msnm.

Manejo alimenticio y tratamientos experimentales

El manejo del rebaño fue el tradicional de la finca, a excepción de las imposiciones nutricionales y mediciones que se realizaron durante el ensayo. Los animales bajo experimentación estuvieron en un régimen de **pastoreo rotacional** en potreros con pasto Pangola (*Digitaria decumbens*) y Bermuda (*Cynodon dactylon*), siendo ésta la alimentación basal de los mismos. Estos potreros fueron irrigados por inundación des-

pues del 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.

Los tratamientos experimentales se aplicaron durante los primeros 84 días postparto (12 semanas) y las mediciones fueron realizadas hasta el día 112 postparto (16 semanas) y consistieron en: tratamiento 1 (T₁, n=18), fue el tratamiento testigo, y consistió en la alimentación y manejo usual de la finca, suplementándose las vacas con 5 kg de alimento concentrado comercial; tratamiento 2 (T₂, n=18), se adicionó 350 g de aceite crudo de palma africana y 120 g de harina de pescado a 4530 g del mismo concentrado comercial. Tratamiento 3 (T₃, n=20), se agregó 286 g de aceite crudo de palma africana y 500 g de harina de pescado a 4214 g del concentrado comercial, como fuentes de grasa y proteína sobrepasantes. La fuente de grasa fue protegida en T₂ y T₃ con 1% de Carbonato de Calcio. El ordeño se realizó mecánicamente dos veces al día sin apoyo del becerro, y se aprovechó este tiempo para suministrar las raciones alimenticias experimentales.

Unidades experimentales

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 entre el tercero y quinto día después del parto durante un período de 45 ± 15 días.

Mediciones y variables respuesta

La condición corporal se estimó al momento del parto y cada dos semanas basado en el método de Edmonson y col. [11]. Otras variables que expresan la condición corporal, tales como el número de costillas visibles, las fluctuaciones en el perímetro torácico (medido en cm) y el peso (kg), fueron consideradas. En el último caso se utilizó una balanza de 1500 kg de capacidad con una escala de 0.5 kg. Las observaciones se ajustaron por el método de los mínimos cuadrados.

La producción de leche se obtuvo con pesadas semanales y se utilizó la escala graduada de 25 kg del recipiente del equipo de ordeño, con divisiones de 0.25 kg. La producción semanal se calculó multiplicando por 7 el promedio de dos pesadas continuas. A la primera semana se restó 3 días (etapa calostroal) de acuerdo al ingreso del animal a la sala de ordeño. Posteriormente se estimaron los totales cada dos semanas.

Las muestras de pastos fueron tomadas utilizando la técnica del cuadrante, la cual consiste en lanzar un cuadrante de 1 m² en varios sitios al azar dentro del potrero, y tomar el pasto contenido dentro de esta superficie. 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 y de los pastos fueron tomadas cada vez que se preparaban las mezclas, y en ambos casos se calcularon los valores promedios.

El análisis químico se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la UCV. Se determinó:

- Materia Seca (MS): a 105°C.
- Nitrógeno Total y Extracto Etéreo (AOAC) [26].
- Pared Celular (Van Soest) [42].
- Calcio (Espectrofotometría) (AOAC) [26].
- Fósforo (Colorimetría) (AOAC) [26].

Se utilizaron los libros de registros de la finca y planillas de campo diseñadas para esta finalidad. Posteriormente se estructuró una base de datos con el programa Dbase III Plus y se analizó estadísticamente con el programa SAS (SAS Institute, Inc., ver. 6.02) [34].

Las variables respuesta de este experimento correspondientes a la condición corporal fueron las mediciones con el método de Edmonson y col. [11] (NA) y las variaciones en el número de costillas visibles (CA), perímetro torácico (TA) y peso (PA) [19]. Además, se registró la producción parcial y total de leche (LPA). Estas fueron analizadas mediante un diseño en parcelas divididas en el tiempo y las diferencias en las medias por el método de Tukey.

Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + A_j(\tau_i) + DA_k + (\tau \times DA)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

$$\begin{array}{ll} i=1,2,\dots,t & t=3 \\ j=1,2,\dots,a & a=56 \\ k=14,28,\dots,d & d=112 \end{array}$$

Y_{ijk} : es la observación el k-ésimo día del j-ésimo animal e i-ésimo tratamiento.

μ : es la media general.

τ_i : es el i-ésimo tratamiento.

$A_j(\tau_i)$: es el j-ésimo animal que recibe el i-ésimo tratamiento.

DA_k : es el k-ésimo día cuando el j-ésimo animal recibe el i-ésimo tratamiento.

$(\tau \times DA)_{ik}$: es la interacción entre el k-ésimo día y el i-ésimo tratamiento.

ε_{ijk} : es el término del error.

Hipótesis

$$\begin{array}{lll} 1.- H_0: \tau_i = 0 & 2.- H_0: DA_k = 0 & 3.- H_0: (\tau \times DA)_{ik} = 0 \\ H_1: \tau_i \neq 0 & H_1: DA_k \neq 0 & H_1: (\tau \times DA)_{ik} \neq 0 \end{array}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las condiciones climáticas y nutricionales del ensayo

Aun cuando la explotación comercial donde se realizó este estudio está ubicada en una zona tipificada climatológica-

mente como bosque tropical sub-húmedo, la precipitación fue escasa (TABLA I) durante el período experimental, aun comparada con el año anterior, alcanzando solamente 302.50 mm durante el citado lapso (desde el 19 de Abril hasta el 23 de Noviembre), considerando que la precipitación media anual alcanza los 1500 mm.

No obstante de haberse realizado labores de riego eficientes y la producción de forrajes alcanzado una disponibilidad aproximada de 3197.67 kg de materia seca por ha., ésta se redujo enormemente por animal debido a la excesiva carga animal y a la alta presión de pastoreo, lo cual ha sido reportado por Minson [24] como factores determinantes de la disminución marcada en el tamaño del mordisco, y por ende de la depresión del consumo de forraje por los rumiantes en pastoreo.

El análisis bromatológico de la materia orgánica de los tratamientos experimentales (alimentos concentrados) y de la ración basal (pastos) se presenta en la TABLA II. T_1 y T_2 son isoproteicos (19.22 y 19.62% de PC, respectivamente) y su diferencia fundamental es la densidad calórica (5.63 y 13.44% de EE). Contrariamente, T_2 y T_3 son isocalóricos (13.44 y 13.27% de EE) y difieren esencialmente en el contenido de proteína cruda, además de existir una mayor cantidad de la fracción sobrepasante en T_3 (19.62 y 21.26% de PC, respectivamente). Asimismo, debido a la mayor adición de harina de pescado en T_3 , 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. En general, existió una buena oferta de nutrientes por kg/ms.

Condición corporal

La condición corporal fue medida mediante cuatro parámetros (NA, CA, TA, PA), cuyos resultados fueron ajustados por el método de los mínimos cuadrados.

a. Condición corporal por el Método de Edmonson y col.

Los valores de NA oscilaron entre 2.07 (T_3) y 2.25 (T_2) puntos, TABLA III, ($P < 0.05$) durante el experimento, siendo inferiores a lo reportado por Citton y Ramos [5], y pueden considerarse bajos si se toma en cuenta que un puntaje deseable durante el post parto temprano debería encontrarse alrededor de 2.50 y 3.50 puntos [30], lo cual es un reflejo de las reservas de tejido adiposo en las vacas [11,19,30,31].

En la TABLA IV se observa que ocurrió un descenso ($P < 0.01$) de la condición corporal a partir del parto (DA_1) en todos los tratamientos, momento en el cual T_1 y T_2 mostraron valores por encima de 2.5 puntos, mientras que T_3 mostró 2.22 puntos ($P > 0.05$), hasta el final del experimento, lo cual pudiera indicar que para la recuperación corporal postparto y para mantener la salud y capacidad productiva del rebaño se requiere de adecuadas reservas de grasa al final de la gestación y postparto temprano [31].

TABLA I

DATOS MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
1994	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
1995	31.3	5.2	6.7	13.4	32.0	31.1	32.4	48.6	41.1	59.1	45	30.0	375.9

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

TABLA II

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS CONCENTRADOS (TRATAMIENTOS) Y DE LOS PASTOS (VALORES MEDIOS, EN PORCENTAJES): MATERIA SECA (MS), CENIZA (CEN), PROTEÍNA CRUDA (PC), FIBRA CRUDA (FC), EXTRACTO ETÉREO (EE), FIBRA DETERGENTE NEUTRO (FDN), CALCIO (Ca), FÓSFORO (P)

	MS	CEN	PC	FC	EE	FDN	Ca	P
T ₁	87.06	10.20	19.22	7.88	5.65	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

TABLA III

VALORES MEDIOS AJUSTADOS DE CONDICIÓN CORPORAL DURANTE EL POSTPARTO EN VACAS MESTIZAS LECHERAS F₁ (HOLSTEIN x Gyr) BAJO CONDICIONES DE BOSQUE TROPICAL SUBHÚMEDO, DISCRIMINADOS POR TRATAMIENTO

Variables	Testigo 5 kg de Concentrado	350g de Aceite de Palma + 120g de H. de pescado + 4530g de Concentrado	4214g de Concentrado + 500g de H. de pescado + 286g de Aceite de Palma	sx
	T ₁	T ₂	T ₃	
NA	2.16 ^{a1/}	2.25 ^a	2.07 ^b	0.24
CA	4.44 ^b	4.03 ^c	4.77 ^a	0.25
TA	172.42 ^b	176.01 ^a	169.67 ^c	18.65
PA	398.62 ^b	418.55 ^a	383.09 ^c	12.94

^{1/} Letras distintas entre tratamientos son significativamente diferentes (P<0.05).

Se observaron diferencias (P<0.01) entre los tratamientos a medida que transcurrió el postparto, así como interacción entre éstos y los días transcurridos (P<0.05), lo que indica movilización de reservas corporales durante este período.

Ocurrió mayor diferencia de condición corporal en T₂ (29.81%) que en T₁ (24.51%) y T₃ (13.51%) entre DA1 y DA112, TABLA IV, presentándose una disminución promedio de 3.31, 2.72 y 1.50% cada dos semanas en T₂, T₁ y T₃ respectivamente. Esto involucra una mayor movilización de las reservas corporales en T₂, y aun cuando las vacas presentaron mayor puntuación al inicio del experimento (2.64 ± 0.91), fueron los peores al final de éste (1.86 ± 0.67). Es de observar que las vacas de T₃ mantuvieron una puntuación más estable durante el ensayo.

- Costillas visibles:

El número de costillas expuestas, como una variable que expresa la condición corporal, es una medida objetiva por

TABLA IV

VALORES MEDIOS AJUSTADOS DE NA Y COSTILLAS VISIBLES (CA), EN VACAS MESTIZAS LECHERAS F₁ (HOLSTEIN x Gyr) BAJO CONDICIONES DE BOSQUE TROPICAL SUB-HÚMEDO, AL PRINCIPIO (DA1) Y AL FINAL (DA112) DEL EXPERIMENTO

Variables	Día	T ₁	T ₂	T ₃
		$\bar{X} \pm ES$	$\bar{X} \pm ES$	$\bar{X} \pm ES$
NA	DA1	2.57 ± 0.65	2.64 ± 0.91	2.22 ± 0.62
	DA112	1.94 ± 0.69	1.86 ± 0.67	1.92 ± 0.73
	DIF	0.63	0.78	0.30
CA	DA1	4.17 ± 0.97 ^b	3.80 ± 1.17 ^c	4.78 ± 0.77 ^{a1/}
	DA112	4.67 ± 0.87	4.26 ± 1.18	4.76 ± 0.78
	DIF	-0.5	-0.46	0.02

^{1/} Letras distintas entre tratamientos son significativamente diferentes (P<0.05).

cuanto la grasa de cobertura de esta región es movilizada como fuente energética para los procesos metabólicos, dejando una exposición fácilmente medible [19]. Fue distinta al parto ($P < 0.05$, DA1) entre tratamientos, TABLA IV, y sus valores oscilaron entre 4.78 ± 0.77 (T_3) y 3.80 ± 1.17 (T_2). Pueden considerarse altos, y estaría reflejando una inadecuada alimentación preparto [19].

Durante y hasta el final del experimento (DA112) ocurrió un aumento en T_1 y T_2 y una disminución en T_3 , y ésta variación fue afectada por los tratamientos, TABLA IV, ($P < 0.05$) y por la interacción entre $T \times DA$ ($P < 0.01$).

- Perímetro torácico:

Al momento del parto (DA1) el perímetro torácico no presentó diferencias, TABLA V, ($P > 0.05$) entre tratamientos, aunque existió la tendencia de T_2 a ser mayor (178.64 ± 9.20 cm) que T_1 (174 ± 8.50 cm) y T_3 (172.00 ± 7.73 cm). Sin embargo, durante el experimento hubo cambios en TA debido al efecto de los tratamientos, TABLA III, ($P < 0.05$) y del tiempo ($P < 0.01$), y se observó una diferencia mayor en T_2 (2.97%, 5.31 cm) que en T_3 (2.74%, 4.71 cm) y T_1 (2.49%, 4.34 cm) entre el parto y el final del ensayo, TABLA V, resultados que son opuestos a lo reportado por Citton y Ramos [5]. Esto significa que la movilización de tejido graso de reserva fue más pronunciado en T_2 .

- Peso al parto:

El peso fue igual, TABLA V, ($P > 0.05$) al momento del parto, y se observó la misma tendencia que en TA, con valores entre 424.05 ± 67.69 kg (T_2) y 382.10 ± 63.39 kg (T_3). Los tratamientos afectaron los cambios observados en PA, TABLA III, ($P < 0.05$), sin existir interacción con los días ($P > 0.05$). Sin embargo, aun cuando en T_2 y T_1 ocurrió pérdidas de peso durante el ensayo, éstas fueron mínimas (9.97 y 9.08 kg respectivamente, TABLA V; aún más, en T_3 ocurrió una ligera ganancia (0.97 kg). Estos resultados están de acuerdo con otras investigaciones [7,25,33,38] aun cuando Sinclair y col. [37] reportan mayores pérdidas de peso (57 kg) en vacas alimentadas con alta energía.

La condición corporal en este estudio demuestra una subnutrición general en todas las vacas, probablemente debido a la poca disponibilidad de materia seca por animal, criterios discutidos previamente por Dunn y Kaltenbach [8], Dziuk y Bellows [10] y Ferguson y Chalupa [14].

Como consecuencia de la alta carga animal y el sobrepastoreo al que fueron sometidos los potreros [24] además del bajo (12%) tenor proteico [16] y el poco potencial glucogénico de los pastos [32], la respuesta a los tratamientos experimentales estuvo probablemente afectada por el consumo insuficiente de energía y proteína; esto generó un balance energético negativo en los animales debido a que los gastos de estos nutrientes para funciones tales como producción de leche y reproducción son mayores que su consumo, y se acompañó de pérdidas de peso y condición corporal, lo cual ha sido establecido en estudios previos [9,13,14,39]. Esta condición negativa

persistió durante todo el ensayo, en coincidencia con reportes de Coppock y col. [6].

Además, se destaca la importancia de estimular el consumo de materia seca durante el postparto temprano para minimizar el balance energético negativo, utilizando grasas protegidas que escapen a la función ruminal [14,15,32].

Si comparamos el comportamiento de la condición corporal entre tratamientos, notaremos que T_2 presentó diferencias más pronunciadas entre DA1 y DA112 en todas las variables, mientras que T_3 fue más estable y con diferencias menos marcadas. Podría explicarse esta tendencia debido a que la producción de rumiantes se puede mejorar con proteínas sobrepasantes, ya que no habrían pérdidas energéticas asociadas con la fermentación ruminal [4], y también se incrementa la eficiencia de la utilización de los nutrientes y mejora el consumo voluntario [22]. Así, según estudios realizados por Sinclair y col. [36], una gran proporción de los aminoácidos extra suplementados pudiesen haber representado un exceso a los requerimientos de las vacas y fueron desaminados, resultando en cadenas carbonadas que se utilizaron en promover la deposición de tejido corporal, criterios que son coincidentes con Martínez y col. [20] y Whitelow y col. [44]. Los efectos benéficos de la harina de pescado se debería al suministro de nutrientes sobrepasantes al rumen y no al efecto de la proporción degradable sobre el ambiente ruminal [36].

- Producción lechera:

La producción parcial de leche se pesó cada semana y luego se sumaron los valores para establecer volúmenes cada dos semanas. Posteriormente se calculó la producción total (LPA) hasta el final del ensayo (DA112), cuyos resultados se presentan en la TABLA VI. En ambos casos se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos, siendo T_2 superior (1305.94 ± 380.32 kg) que T_1 y T_3 , los cuales a su vez presentaron volúmenes similares (1235.89 ± 282.05 y 1227.05 ± 338.22 kg, respectivamente, $P > 0.05$). Se destaca la diferencia sostenida en T_2 durante el experimento, la cual se acentúa por efecto del tiempo ($P < 0.01$). Sin embargo, no se presentó interacción entre los tratamientos y los días transcurridos ($P > 0.05$).

Esta diferencia fue del 5.74% durante todo el experimento, y resultó superior que lo reportado por Schingoethe y Casper [35] quienes lograron incrementos de 3.6%, y similar a otras investigaciones en vacas lecheras alimentadas con grasa dietética adicional [17,18,28,33,37,38]. Contrariamente, Parés [29] destaca que no hubo respuesta en la producción lechera en vacas mestizas F_1 Holstein \times Gyr, cuando fueron suplementadas con aceite crudo de palma africana. Sin embargo, reporta una producción total (1500 kg a los 100 días) superior a lo obtenido en este estudio, probablemente debido a una mejor condición corporal.

Adicionalmente, el aumento sostenido hasta el final del experimento (DA112) sugiere la presencia de un efecto resi-

dual del aceite crudo de palma africana sobre la producción lechera, en acuerdo con lo que destacan Schingoethe y Casper [35].

La respuesta observada en T_2 estaría indicando que existió un déficit energético en la ración basal (pastos) y que a su vez no fue suplida por el concentrado comercial (T_1 , EE= 5.63%). El aporte energético adicional de T_2 (EE= 13.44%) corrigió esa deficiencia, lo cual es acorde con reportes previos [43]. Como fue discutido anteriormente, T_2 fue superior en todos los parámetros de condición corporal, TABLA III. Es decir, las vacas que recibieron energía adicional (T_2) utilizaron más eficientemente el aporte dietético, con un menor detrimento de

sus reservas corporales, tal como lo destacan Stevenson y Britt [39].

Investigaciones realizadas por Chalupa [4] establecen la importancia de utilizar proteínas sobrepasantes para evitar las pérdidas energéticas asociadas con la fermentación ruminal. Esto es particularmente resaltante durante la lactación temprana en vacas lecheras, criterios que son compartidos por otros investigadores [1,27]. En este sentido, la proteína sobrepasante extra aportada por T_3 no produjo incrementos en la producción lechera ($P>0.05$), resultados que son concordantes con reportes previos [1,2,5,20], investigaciones en las que se utilizaron torta de ajonjolí, harina de pescado y harina de algodón, respectivamente, como fuentes de proteína sobrepasantes. Inversamente, se mejoró la producción de leche en 1.25 kg/d cuando se utilizó niveles elevados de proteína sobrepasante con harina de pescado [25].

TABLA V

VALORES MEDIOS AJUSTADOS DE PERÍMETRO TORÁXICO (TA, cm) Y PESO (PA, Kg) EN VACAS MESTIZAS LECHERAS F₁ (HOLSTEIN x Gyr) BAJO CONDICIONES DE BOSQUE TROPICAL SUB-HÚMEDO, AL PRINCIPIO (DA1) Y FINAL (DA112) DEL EXPERIMENTO

Var.	Día	T_1	T_2	T_3
		$\bar{X} \pm ES$	$\bar{X} \pm ES$	$\bar{X} \pm ES$
TA	DA1	174.77 ± 8.50	178.64 ± 9.20	172.00 ± 7.73
	DA112	170.43 ± 9.11	173.33 ± 6.61	167.29 ± 6.29
	DIF	4.34	5.31	4.71
PA	DA1	401.56 ± 56.1	424.05 ± 67.69	382.10 ± 63.39
	DA112	392.48 ± 49.30	414.08 ± 41.89	383.07 ± 51.44
	DIF	9.08	9.97	-0.97

CONCLUSIONES

- La inclusión de Harina de Pescado (como fuente de proteína sobrepasante) y Aceite Crudo de Palma Africana (como fuente de energía) en raciones alimenticias para vacas Holstein x Gyr durante el postparto, son capaces de modificar las respuestas productivas de manera diferencial dependiendo del estado nutricional al momento del parto.

- La adición de aceite crudo de Palma Africana durante 84 días postparto aumentó la producción de leche en 5.74% durante el período experimental, notándose un efecto residual por 28 días.

TABLA VI

VALORES MEDIOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE ACUMULADA (LPA, kg) CADA DOS SEMANAS EN VACAS MESTIZAS LECHERAS F₁ (HOLSTEIN x Gyr) BAJO CONDICIONES DE BOSQUE TROPICAL SUB-HÚMEDO, DISCRIMINADOS POR TRATAMIENTO

Variables	T_1	T_2	T_3
	$\bar{X} \pm ES$	$\bar{X} \pm ES$	$X \pm ES$
LPA14	137.48 ± 54.86	150.85 ± 58.28	138.68 ± 38.25
LPA28	312.33 ± 82.82	336.66 ± 103.65	308.20 ± 76.98
LPA42	485.31 ± 117.74	522.05 ± 158.28	477.77 ± 126.55
LPA56	650.61 ± 151.14	690.11 ± 209.78	642.40 ± 176.58
LPA70	808.57 ± 184.72	862.62 ± 262.40	796.78 ± 221.09
LPA84	959.22 ± 221.07	1022.78 ± 305.35	948.10 ± 265.36
LPA98	1097.82 ± 251.28	1164.49 ± 345.10	1093.77 ± 307.11
LPA112	1235.89 ± 282.05	1305.94 ± 380.82	1227.05 ± 338.22
\bar{X}	11.16 + 2.54 ^b	11.77 + 3.54 ^{a1/}	11.15 + 3.34 ^b

\bar{X} : Promedio de producción lechera por vaca durante los primeros 112 días de ordeño. ^{1/}Letras distintas entre tratamientos son significativamente diferentes ($P<0.05$).

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

- 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 productivas, 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.

- Se requiere profundizar las investigaciones sobre el uso de la harina de pescado e incluir los aspectos económicos de las diferentes proposiciones.

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. Asimismo, agradecen a la Ganadería "San Pedro, C.A." por el apoyo brindado a esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alfaro T., M. A. Utilización del nitrógeno no proteico y proteína protegida en la alimentación de vacas lecheras. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Postgrado en Producción Animal. (Tesis de Grado). 78 p. 1986.
- [2] Aparicio, R. Utilización de las proteínas protegidas y de baja degradabilidad en combinación con nitrógeno no proteico en la suplementación de vacas lecheras. (Tesis de Grado). Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. 98 p. 1992
- [3] Butler, W.R. and Smith, R.D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in Dairy cattle. J. Dairy Sci.72:767-783. 1989.
- [4] Chalupa, W. Rumen bypass and protection of proteins and aminoacids. J. Dairy Sci.58(8):1198-1218. 1975.
- [5] Citton, A. y 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). 69p. 1993.
- [6] Coppock, C.E., Noller, C.H. and Wolfe, S.A. Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows. J. Dairy Sci. 57:1371. 1974.
- [7] Driver, L.S.; Grummer, R.R. and Schultz, L.H. Effects of feeding heat-treated soybeans and niacin to high producing cows in early lactation. J. Dairy Sci. 73(2):463-469. 1990.
- [8] Dunn, T.G. and Kaltbenbach, C.C. Nutrition and the postpartum interval in the ewe, sow and cow. J. Anim. Sci. 57 (Suppl. 2):29-39. 1980.
- [9] Dunn, T.G. and Moss, G.E. Effects of nutrients deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. J. Anim. Sci. 70:1580-1593. 1992.
- [10] Dziuk, P.J. and Bellows, R.A. Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. J. Anim. Sci. 57(Suppl. 2):355-379. 1983.
- [11] Edmonson, A.J.; Lean, I.J., and Versteeg, J. Body condition scoring dairy cattle. J. Dairy Sci. 72:68. 1989.
- [12] Escobar, A. Suplementación energética del ganado de doble propósito. En: ganadería mestiza de doble propósito. Cap. XXIII. Ed. Carlos González Stagnaro. Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Fusagri, Girarz. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. pp. 495-512. 1992.
- [13] El- Din, A.; Nakao, T.; Abdel R.M.; Moriyoshi, M.; Kawata, K. and Moritsu, Y. Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. An. Reprod. Sci. 38:203-214. 1995.
- [14] Ferguson, J.D. and Chalupa, W. Symposium: interactions of nutrition and reproduction. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. J. Dairy Sci. 72:746-766. 1989.
- [15] Ferguson, J.D.; Shotzberger, S.; Chalupa, W.; Sklan, D. and Kronfeld, D.S. Reproductive responses in lactating cows fed diets supplemented with low chain fatty acids. J. Dairy Sci.70 (Suppl. 1):207 (Abstr.). 1987.
- [16] González, B. Ganadería mestiza a base de pastos en condiciones húmedas y subhúmedas de la cuenca del lago de Maracaibo. En: ganadería mestiza de doble propósito. Cap. XVII. Ed. Carlos González-Stagnaro. Facultad de Agronomía. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. Fusagri, Girarz. Ediciones Astro Dato S.A. Maracaibo, Venezuela. pp. 365-379. 1992.
- [17] Hoffman, P.C.; Grummer, R.R.; Shaver, R.D.; Drendel, T.R. and Broderick, G.A. Effects of supplemental fat and resistant protein in alfalfa silage diets fed to early

- lactation dairy cattle. *J.Dairy Sci.* 73 (Suppl. 1):243 (Abstr.). 1990.
- [18] Kim, Y.K., Schingoethe, D.J., Casper, D.P. and Ludens, F.C. Lactational response of dairy cows to diets containing added fats from extruded soybeans and Megalac. *J.Dairy Sci.* 73(Suppl. 1):243(Abstr.). 1990.
- [19] López, S. y Alvarado, N. Funcionalidad de la condición corporal para estimar comportamiento reproductivo en bovinos de carne. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*. 8:285-292. 1992.
- [20] Martínez, N.; Escobar, A.; López, S. y Combellas de, J. Efecto de la suplementación estratégica sobre el comportamiento productivo y reproductivo en rebaños de doble propósito. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Informe anual IPA 1990-91. En: *Índice Venezolano de Investigaciones en Producción Animal*. 1(1):022. 1992.
- [21] Martínez, N.; Escobar, A.; López, S.; Combellas de, J. y Gabaldón, L. Effect of strategic feed supplementation on productive and reproductive responses in dual-purpose cows. In: *Second Research Coordination Meeting of the FAO/IAEA*. 20p. 1991.
- [22] Martínez, N.; Escobar, A.; López, S.; Combellas de, J.; Gabaldón, L.; Parés, P.; Citton, A. y Ramos, E. Efecto de suplementación estratégica sobre las respuestas productivas y reproductivas en vacas de doble propósito. En: *Informe anual IPA 1992-93. Resumen*. 1993.
- [23] Minson, D.J. The nutritive value of tropical pastures. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 37:255. 1971.
- [24] Minson, D.J. Forage in ruminant nutrition. United Kingdom Edition published by Academic Press Limited. 24-28 Oval Road, London NW1 7DX. 1-207. 1990.
- [25] Muinga, R.W.; Thorpe, W. and Topps, J.H. Lactational performance of jersey cows given napier fodder (*Pennisetum purpureum*) with and without protein concentrates in the semihumid tropics. *Tropical An. Health and Prod.* 25: 118-128. 1994.
- [26] Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (14ava ed.). Editado por Sidney Williams. 1984.
- [27] Oldham, J.D., Napper, D.J., Smith, T. and Fulford, R.J. Performance of dairy cows offered nitrogenous diets containing urea or fishmeal in early and mid lactation. *British J. of Nut.* 53(2):337-345. 1985.
- [28] Palmquist, D. and Jenkins, T. Fat in lactation rations: Review. *J. Dairy Sci.* 63(1):1-14. 1980.
- [29] Parés D., P.R. Efecto del sistema de crianza y la suplementación con lípidos sobre el comportamiento animal. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía (Tesis de grado). 94 p. 1992.
- [30] Parker, R. Using body conditions scoring in dairy herd management. *Factsheet*. 89:88. 1989.
- [31] Patton, R.; Bucholtz, H; Schmidt M.K. and Hall, F. How to score body condition in dairy cows. In: *Topics in Veterinary Medicine*. Autumn 1991. Dep. Anim. Sci. Michigan State University. 33-38. 1991.
- [32] Preston, T.R., y Leng, R.R. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicaciones del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Traducción al español por el equipo técnico del CIPAV. Primera edición en español. Edit. Círculo Impresores Ltda. 260 p. 1989.
- [33] Ruegsegger, G.J. and Schultz, L.H. Response of high producing dairy cows in early lactation to the feeding of heat-treated whole soybeans. *J. Dairy Sci.* 68:3772-3779. 1985.
- [34] SAS Institute Inc. 1986. SAS for linear models. A guide to the ANOVA and GLM procedures. Cary, NC: SAS Institute Inc. ver. 6.02. 231 p.
- [35] Schingoethe, D. and Casper, D.P. Total lactational response to added fat during early lactation. *J. Dairy Sci.* 74:2617-2622. 1991.
- [36] Sinclair, P.J.; Broadbent, P.J. and Hutchinson, S.M. The effect of pre- and postpartum energy and protein supply on the blood metabolites and reproductive performance of single- and twin-suckling beef cows. *Anim. Prod.* 59: 391-400. 1994a.
- [37] Sinclair, P.J.; Broadbent, P.J. and 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. 1994b.
- [38] Skaar, T.C.; Grummer, R.R.; Dentine, M.R. and Stauffacher, R.H. Seasonal effects of prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. *J. Dairy Sci.* 1989.
- [39] Stevenson, J.S. and 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.
- [40] Stobbs, T.H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. *Tropical Grasslands*. 9(2):141-149. 1975.
- [41] Urdaneta, E. y Escobar, A. Efecto de la suplementación con lípidos (aceite de palma) y dos fuentes de carbohidratos sobre la colonización de la fibra por hongos anaeróbicos ruminales. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. En: *Índice Venezolano de Investigaciones en Producción Animal*. 1(1):036. (Resumen). 1992.

- [42] Van Soest. Nutritional ecology of the ruminant. O±B Books. USA. 374 p. 1982.
- [43] Ventura, M. Manejo alimenticio de un rebaño de ganado bovino de doble propósito. Vacas en producción. En: ganadería mestiza de doble propósito. Cap. XXI. Ed. Carlos González-Stagnaro. Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia.

Fusagri, Girarz. Ediciones Astro Dato S.A. Maracaibo, Venezuela. 451-469. 1992.

- [44] Whitelow, F.G.; Milne, J.S.; Orskov, E.R. and Smith, J.S. The nitrogen and energy metabolism of lactating cows given abomasal infusion of casein. British J. of Nutrition. 55: 537-556. 1986.