

Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas y leguminosas tropicales suplementadas con ensilaje de residuos de pescadería¹

Héctor L. Díaz-Ríos² y Abner A. Rodríguez-Carias³

J. Agric. Univ. P.R. 92(1-2):27-38 (2008)

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos con el objetivo de determinar el efecto de la suplementación con ensilaje de residuos de pescado tilapia (EP) preparado en silos de laboratorio con la adición de melaza de caña sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutrientes, de heno de gramíneas tropicales (HG) (*Digitaria eriantha*, 80% y *Urochloa maximun*, 20%) y de heno de maní rizoma perenne (HMRP) (*Arachis glabrata*). En el ensayo experimental I se evaluaron tres tratamientos (T1 o Control = HG; T2= HG + EP a 0.45% del peso vivo (PV); T3= HG + EP a 0.90% del PV diariamente), mientras que en el ensayo experimental II se evaluaron los tratamientos (T1 o Control = HMRP; T2= HMRP + EP a 0.225% del PV; T3= HMRP + EP a 0.45% del PV diariamente). En ambos ensayos se utilizaron nueve carneros enteros distribuidos según un diseño de cuadrado latino 3 × 3. Los animales se sometieron a una etapa de adaptación a las dietas de ocho días y a un periodo de recolección de datos de seis días durante cada periodo. En el ensayo I, la suplementación con EP a carneros alimentados con HG aumentó linealmente ($P < 0.05$) el consumo voluntario y la digestibilidad de materia seca (MS) y también ($P < 0.05$) el consumo de proteína bruta (PB). En la digestibilidad de la PB hubo diferencias ($P < 0.05$) entre el control y los tratamientos con suplementación, pero T2 fue similar a T3 ($P > 0.05$). Por otro lado, la suplementación con EP no afectó ($P > 0.05$) la digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN), pero en T3 se redujo ($P < 0.05$) su consumo. Se concluyó que la suplementación de HG con EP al 0.90% del PV se presenta como la mejor alternativa. En el ensayo II, la suplementación con EP al 0.45% del PV aumentó ($P < 0.05$) la digestibilidad de la MS, mientras el aumento casi tan grande obtenido con EP al 0.225% del PV no alcanzó significación a $P = 0.05$ en carneros alimentados con HMRP. Sin embargo, la suplementación con EP no aumentó ($P > 0.05$) el consumo de MS, de PB ni de FDN. En cuanto a la digestibilidad de la PB se observaron diferencias entre el control y los demás tratamientos pero la de T2 fue similar a la de T3. La suplementación con EP no afectó la digestibilidad de la fibra ($P > 0.05$). Por lo tanto, en carneros alimentados con la leguminosa el menor nivel de suplementación es recomendable. Al comparar los tratamientos control de los dos ensayos, el consumo voluntario de MS, FDN y PB en forma de HMRP

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 7 de agosto de 2007.

²Ex Estudiante Graduado, Departamento de Industria Pecuaria.

³Catedrático, Departamento de Industria Pecuaria, Universidad de Puerto Rico-Mayagüez, P.O. Box 9030, Mayagüez, PR 00681-9030.

fue mayor que con HG. La leguminosa también presentó una mayor ($P < 0.05$) digestibilidad de la MS y PB.

Palabras clave: ensilaje de pescado, suplementación, gramínea, leguminosa, ovinos

ABSTRACT

Intake and nutrient digestibility of tropical grasses and legume hay supplemented with tilapia fish silage

Two experiments were conducted to determine the effect of supplementation with tilapia fish silage (FS) prepared in laboratory scale silos with addition of cane molasses, on intake and digestibility of tropical grass hay (GH) (*Digitaria eriantha*, 80%, and *Urochloa maximum*, 20%), and rhizome perennial peanut hay (RPPH) (*Arachis glabrata*). In Experiment I, GH was the basal diet and treatments were Control or T1 = GH, and GH supplemented daily with FS at 0.45% (T2) and 0.90% (T3) of the animal body weight (BW). In Experiment II, the basal diet was RPPH and treatments were Control or T1 = RPPH; T2 = RPPH supplemented daily with FS at 0.225% BW; and T3 = RPPH with 0.45% BW. In both experiments nine adult intact rams were used. The animals were fed for eight days of adaptation and six days of data collection in each period. Both experiments used a 3×3 Latin Square design. In experiment I dry matter (DM) intake and digestibility of GH increased ($P < 0.05$) with FS supplementation, which also increased crude protein (CP) intake. CP digestibility increased ($P < 0.05$) at each level of supplementation compared to that of the control, but T2 and T3 did not differ significantly. Neutral detergent fiber (NDF) intake was higher ($P < 0.05$) in T1 than in T3 but similar in T1 and T2. Fiber digestibility was not affected ($P > 0.05$) by the treatments. It was concluded that supplementation of a GH basal diet with FS at 0.90% of BW is the best alternative. In Experiment II, DM digestibility of T3 differed ($P < 0.05$) from that in T1 but in T2 did not differ from DM digestibility either in T1 or T3. Intake of DM, CP and fiber were similar in all treatments ($P > 0.05$). Crude protein digestibility was similar at both levels of supplementation and superior ($P < 0.05$) to that of the control, but fiber digestibility was not affected ($P > 0.05$). It is concluded that daily supplementation with FS for sheep fed a basal diet of RPPH should be limited to 0.225% of BW. Upon comparing both experiments, voluntary intake of DM, NDF and CP from RPPH was higher than from GH. The legume also showed a higher ($P < 0.05$) digestibility of DM and CP.

Key words: fish silage, supplementation, grass, legume, rams

INTRODUCCIÓN

En la gran mayoría de las operaciones pesqueras destinadas a la producción de mariscos y pescado para consumo humano, los residuos orgánicos representan un 60% de todo el material procesado (Raa y Gilberg, 1982; Winter y Feltham, 1983). En Puerto Rico, los residuos orgánicos resultantes del procesamiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*) causan problemas de manejo para la industria y de contaminación ambiental para la isla. Se estima que como resultado del fileteado, escamado y limpieza del pescado se pierde aproximadamente del 17 al 66% del material fresco. Además, se descarta una gran cantidad de peces que no cumplen con el tamaño adecuado para ser procesado como

alimento humano (<30.5 cm de largo). Actualmente, estos residuos no se someten a tratamientos secundarios, sino que se están disponiendo en tierra (rellenos sanitarios), por lo que es necesario buscar alternativas para el manejo y disposición de residuos orgánicos generados durante el procesamiento de tilapia. Asimismo, uno de los factores más importantes y limitantes en la crianza de rumiantes es la provisión de proteínas, debido a la limitada disponibilidad de fuentes de buena calidad y el alto costo de las fuentes tradicionales. El ensilaje de subproductos de pescado puede ser utilizado como suplemento proteínico y redundante en grandes ventajas tanto para la industria ganadera como para la pesquera, estimulando una asociación simbiótica donde la primera obtiene una fuente proteica de alta calidad y la segunda resuelve un problema de disposición de residuos orgánicos. Sin embargo, existe información limitada sobre los niveles óptimos de su inclusión como suplemento en dietas para rumiantes alimentados con henos de gramíneas o leguminosas tropicales como ración basal. Esta investigación se diseñó con el objetivo de determinar el efecto de la no suplementación y de la suplementación a dos niveles con ensilaje de residuos de una operación de procesamiento de tilapia sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutrientes de dietas basadas en un heno de gramíneas tropicales (80% *Digitaria eriantha* y 20% *Urochloa maximum*) y otro de maní forrajero (*Arachis glabrata*).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en las facilidades de la Finca Laboratorio Alzamor de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, y consistió de dos ensayos metabólicos. Se evaluó el efecto de la no suplementación y de la suplementación a dos niveles con ensilaje de residuos de una planta procesadora de tilapia (EP) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutrientes de dietas basadas en heno comercial de gramíneas (HG) y en heno de maní rizoma perenne (HMRP), utilizando carneros adultos enteros como unidades experimentales. La preparación del ensilaje de pescado y los análisis químicos de los alimentos se realizó en las facilidades del Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Industria Pecuaria. El ensilaje se preparó utilizando residuos del procesamiento de filete de tilapia (*Oreochromis niloticus*) que se trozó en pedazos de aproximadamente 5 cm de largo, se mezcló con melaza de caña (80:20 p/v) adquirida de una compañía comercial (Gabso Inc; Mayagüez, P.R.) y se inoculó con bacterias productoras de ácido láctico (*Lactobacillus plantarum*) a razón de 10^6 ufc/g de material fresco. La mezcla se fermentó a temperatura ambiente (24 a 28° C) por un periodo no menor de 21 días bajo condiciones

anaeróbicas en silos de laboratorio de 18.9 L de capacidad equipados con válvulas unidireccionales, que permiten la salida y el flujo hacia el exterior de los gases producidos durante la fermentación del EP. El producto final fermentado se analizó para determinar la acidez, composición química, sucesión microbiana y productos de fermentación. La determinación de composición química incluyó las fracciones de materia seca (MS) (65° C/48 h), ceniza (550° C/12 h), proteína bruta (PB) y grasa bruta (AOAC, 1990). Los productos de fermentación (ácidos láctico, acético, propiónico, butírico e isobutírico) del producto fermentado se determinaron en un laboratorio comercial (Dairy One Forage Lab, Ithaca, NY).⁴ Para determinar las poblaciones de microorganismos presentes en el EP, se realizaron diluciones en serie (10^{-1} a 10^{-10}) utilizando el extracto homogenizado en una solución de peptona (10 g/L) esterilizada. Se enumeraron tres grupos de microorganismos: bacterias productoras de ácido láctico (BPAL) (Rogosa SL Agar), coliformes (Violet Red Bile Agar; suplementado con sacarosa al 0.5%) y hongos y levaduras (Rose Bengal Agar Base suplementado con cloranfenicol), utilizando la técnica de vertido en plato. Los platos petri se incubaron a 38° C y las colonias formadas se contaron manualmente con un contador digital (Scienceware, Bel-art products) luego de períodos específicos de tiempo de acuerdo al microorganismo a enumerar (BPAL, 48 h; coliformes, 24 h; y hongos y levaduras, 72 h).

En el ensayo experimental I se utilizó como dieta basal heno de gramíneas tropicales (80% *Digitaria eriantha* y 20% *Urochloa maximum*) adquirido de un productor comercial. En el ensayo II se usó heno de maní rizoma perenne forrajero (var. 17033) que aportó el programa de investigación de la Estación Experimental Agrícola.

En ambos ensayos metabólicos se utilizaron nueve carneros criollos adultos ($\mu = 24$ kg) que fueron esquilados y desparasitados al comienzo de cada ensayo y distribuidos al azar en nueve jaulas metabólicas provistas de comederos y bebederos. Cada uno de los dos ensayos metabólicos consistió de tres tratamientos y tres periodos experimentales, teniendo cada uno de estos una duración de catorce días, con una etapa de adaptación a tratamientos y facilidades de ocho días y una etapa de recolección de datos de seis días.

En el experimento I se evaluó la suplementación del EP en dietas basadas en el heno comercial de gramíneas tropicales. A cada carnero se le ofreció diariamente el HG de forma ad-libitum con miras a que el heno rechazado fuese igual a 15 a 20% del material ofrecido a base seca. El

⁴El nombre del laboratorio se menciona para proveer información específica y no constituye una garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, ni endoso sobre otros proveedores que no se mencionan.

heno ofrecido se cortó a un tamaño teóricamente de 8 a 13 cm de largo utilizando un triturador mecánico (Craftsman), con miras a reducir la selección y facilitar el consumo. El agua estuvo disponible ad-libitum.

El EP se ofreció a tres niveles (0% = Control y al 0.45% y 0.90% a base seca del peso vivo diariamente). Los carneros se pesaron al comienzo y al final de cada período experimental y se registró el consumo voluntario de MS, pesando las cantidades de heno ofrecido y rechazado por cada animal diariamente durante los días de recolección de datos en cada periodo.

En el experimento II se evaluó la suplementación del EP a carneros consumiendo heno de maní forrajero. El EP se ofreció a tres niveles (0% = Control y al 0.225% y 0.45% a base seca del peso vivo diariamente). En ambos experimentos se utilizó el mismo procedimiento con la única diferencia de la menor cantidad de EP ofrecido en el experimento II.

Durante la etapa de recolección de datos en cada período experimental se recolectaron muestras compuestas del heno ofrecido y rechazado, del EP ofrecido, y una alícuota de 10% de las heces fecales de cada animal. Se analizaron todas las muestras para contenidos de MS (48° C/72 h); PB (AOAC, 1990) y las fracciones fibrosas, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y hemicelulosa (Van Soest et al., 1991).

Los datos experimentales obtenidos se analizaron conforme a un diseño de cuadrado latino 3 × 3 habiendo tres animales por tratamiento en cada periodo de ambos ensayos experimentales (SAS, 1990). Se realizó un análisis de varianzas (ANOVA) mediante modelo lineal general y la prueba de Tukey para la comparación de medias, utilizando el paquete estadístico de SAS (1990).

Los dos forrajes se compararon en términos de consumo y digestibilidad por los carneros, utilizando los tratamientos control en cada experimento. Para la comparación del HG y HMRP sin suplementación, se analizaron los datos conforme con un diseño en bloques completamente aleatorizados de dos tratamientos y nueve animales por tratamiento en cada experimento (Ott y Longnecker, 2001). Se realizó un análisis de varianzas (ANOVA) mediante modelo lineal general y la prueba de Bonferroni para separación de medias, utilizando el paquete estadístico de SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del HG y de HMRP usados en los ensayos metabólicos (Cuadro 1), coincide con valores publicados previamente para gramíneas y leguminosas tropicales (Rodríguez, 1990; Van Soest, 1994; Staples et al., 1997).

CUADRO 1.—Composición química del heno de gramíneas tropicales (HG) y heno de maní rizoma perenne (HMRP) utilizado en los ensayos metabólicos.¹

Componente	Forraje	
	HMRP	HG
Materia seca, %	85.16	90.07
Humedad, %	14.84	9.93
Materia orgánica ² , %	89.70	88.17
Materia inorgánica ² , %	10.30	11.83
Proteína bruta ² , %	12.14	4.37
FDN ² , %	54.90	67.94
FDA ² , %	38.20	45.39
Hemicelulosa ² , %	16.70	22.55

¹Valores medios de dos repeticiones.

²Base seca.

El heno de gramíneas utilizado en este experimento presentó un alto contenido de MS y de paredes celulares (FDN) y un bajo contenido de PB. Tal como esperado, el heno de la leguminosa, HMRP, presentó un mayor contenido de PB y un menor contenido de pared celular y sus componentes (FDA y hemicelulosa) que el HG (Cuadro 1).

Se observó un mayor consumo de forraje en carneros alimentados con HMRP que en aquellos alimentados con HG. Se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el ofrecimiento, rechazo y consumo de MS, PB y FDN entre especies forrajeras ($P < 0.05$), observándose mayores valores para todas las variables en carneros alimentados con HMRP que con HG (Cuadro 2). Se puede inferir que los animales consumieron mayores cantidades de heno de maní debido a las diferencias en composición química y botánica entre las especies forrajeras. Están bien documentadas las diferencias existentes en la relación tallo: hoja, solubilidad de la proteína, voluminosidad y sus efectos en la retención ruminal y tasa de pasaje entre gramíneas y leguminosas tropicales (Ruiz y Vázquez, 1983; Staples et al., 1997), además de las diferencias en el contenido de pared celular y PB entre los dos tipos de forrajes (Van Soest, 1994). El HMRP también presentó una mayor ($P < 0.05$) digestibilidad de la MS y PB que el HG (Cuadro 2). Parte de la ventaja del HMRP en digestibilidad de la MS es explicable a base de un mayor contenido (13.04% más) de solubles en detergente neutro o contenido celular (100% FDN), siendo esta una fracción de muy alta digestibilidad. Además, la respuesta podría deberse en parte a una mayor disponibilidad de nitrógeno a nivel ruminal en los carneros alimentados con HMRP, ocasionando consecuentemente una mayor actividad microbiana para degradar el forraje (Ruiz y Vázquez, 1983). A pesar de que

CUADRO 2.—Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes del heno de gramíneas tropicales (HG) y heno de maní rizoma perenne (HMRP) en ambos ensayos experimentales.

Componente ¹	HG	HMRP	EE ²
Consumo voluntario, g/d			
Alimento ofrecido			
Materia seca	652.70 a ³	1499.80 b	143.80
Proteína bruta	31.90 a	191.10 b	1.50
Fibra detergente neutro	438.50 a	701.70 b	43.50
Alimento rechazado			
Materia seca	179.00 a	494.30 b	47.20
Proteína bruta	8.20 a	41.80 b	0.30
Fibra detergente neutro	122.90 a	275.70 b	15.80
Alimento consumido			
Materia seca	473.70 a	1005.50 b	57.70
Proteína bruta	23.70 a	149.30 b	0.30
Fibra detergente neutro	315.60 a	425.90 b	19.20
Materia seca/peso vivo, %	2.08 a	3.93 b	1.31
Digestibilidad aparente, %			
Materia seca	52.55 a	64.86 b	21.37
Proteína bruta	58.03 a	72.96 b	27.00
Fibra detergente neutro	51.23 a	51.72 a	29.31

¹Datos en base seca.

²EE = error estándar.

³Medias con diferente letra en la misma fila difieren significativamente (P < 0.05).

el HG presentó mayores contenidos de FDN, FDA y hemicelulosa en comparación con HMRP, este último también mostró altos contenidos de las tres fracciones fibrosas citadas (Cuadro 1), y la digestibilidad de la pared celular fue similar en ambos forrajes (Cuadro 2). En el trabajo presente no se determinó la fracción de lignina, pero sin duda la lignificación de la pared celular ejerció un efecto negativo sobre la digestibilidad de ambos forrajes, el cual puede ser mayor en el caso de HG. No obstante en este respecto la comparación entre una especie de gramíneas y otra de leguminosa resulta complicada y no depende únicamente del porcentaje de lignina presente (Van Soest, 1994).

La composición química del EP utilizado como suplemento en ambos ensayos metabólicos (Cuadro 3) coincide de forma general con valores publicados previamente (León, 2003). El ensilaje de residuos de pescadería utilizado en ambos ensayos experimentales tuvo una acidez (pH = 4.09) y un contenido de humedad (58.63%) adecuados para este tipo de subproducto fermentado. Además, presentó contenidos característicos de materia orgánica (MO) y grasa bruta y un moderado conte-

CUADRO 3.—Composición química, productos de fermentación y poblaciones microbianas del ensilaje de pescado (EP) utilizado en los ensayos metabólicos.¹

Componente	Media
pH	4.09
Composición química, %	
Materia seca	41.37
Humedad	58.63
Materia orgánica ²	76.83
Materia inorgánica ²	23.17
Proteína bruta ²	32.07
Grasa bruta ²	15.50
Productos de fermentación, %	
Ácido láctico	2.32
Ácido acético	0.35
Ácido propiónico	0.01
Ácido isobutírico	0.01
Ácido butírico	0.01
Poblaciones microbianas, ufc/g (10 ⁶)	
Bacterias productoras de ácido láctico	6.15
Coliformes	0.05
Hongos y levaduras	ND ³

¹Valores medios de dos repeticiones.

²Base seca.

³ND = no detectable.

nido de PB. Las poblaciones de BPAL y el contenido de ácido láctico fueron adecuados para este tipo de producto, que no presentó poblaciones significativas de coliformes, hongos ni levaduras.

La evaluación de EP como suplemento proteico en el ensayo metabólico utilizando HG como ración basal se realizó con tres diferentes niveles suplementarios: 0% = Control, 0.45% y 0.90% a base seca del peso vivo diariamente. Se seleccionaron estos niveles procurando proveerle a los carneros una cantidad de PB total y una concentración dietética de la misma de 35.0 g/d (5%), 68.0 g/d (10%) y 100.0 g/d (15%) en las tres dietas evaluadas, respectivamente. Según el "National Research Council" (NRC, 1985), los requerimientos de PB total para el mantenimiento de carneros con un peso promedio de 23 kg y en condiciones tropicales es de 50.8 g/d (7.4%), mientras que los valores correspondientes para carneros del mismo peso bajo las mismas condiciones ambientales, pero en producción (engorde), son 64.8 g/d (9.4%).

En este ensayo se observó un consumo total del ofrecimiento de EP por todos los carneros suplementados con el mismo, lo que nos indica que este ensilaje posee buenas características organolépticas y una excelente aceptabilidad. En cuanto al efecto de la suplementación con EP

sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutrientes del HG, se observaron respuestas positivas en la mayoría de las variables evaluadas (Cuadro 4). De acuerdo al contenido de PB en la dieta basal de HG, era de esperarse esta respuesta positiva a la suplementación con residuo de pescado fermentado. Bajas concentraciones dietéticas de PB limitan el desarrollo de los microorganismos involucrados en la digestión ruminal, lo cual reduce la tasa de pasaje y el consumo y digestibilidad del alimento (Corbett y Ball, 2002).

La suplementación con EP a carneros alimentados con HG tropicales aumentó linealmente ($P < 0.05$) el consumo voluntario de MS y PB, pero tendió a reducir el consumo de fibra. En trabajos relacionados llevados a cabo en Venezuela, Combellas et al. (1993) estudiaron la influencia de la adición de harina de pescado a dietas basadas en forrajes tropicales solamente o en forrajes y concentrado sobre el consumo y la ganancia en peso de vacunos en crecimiento (Brahman \times Holstein). Se observó que el potencial digestivo de los forrajes a nivel ruminal mejoró con el uso de suplementos suplidores de carbohidratos no estructurales y fuentes de nitrógeno.

CUADRO 4.—Efecto de la suplementación con ensilaje de pescado (EP) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutrientes del heno de gramíneas tropicales (HG).

Componente ¹	HG	HG+EP 0.45%	HG+EP 0.90%	EE ²
Consumo voluntario, g/d				
Alimento ofrecido				
Materia seca	650.00 a ³	760.00 b	800.00 b	12.00
Proteína bruta	30.00 a	60.00 b	80.00 c	0.20
Fibra detergente neutro	440.00 a	440.00 a	390.00 b	5.30
Alimento rechazado				
Materia seca	180.00 a	190.00 a	160.00 a	10.20
Proteína bruta	8.00 a	8.00 a	7.00 a	0.00
Fibra detergente neutro	120.00 a	130.00 a	110.00 a	4.80
Alimento consumido				
Materia seca	470.00 a	570.00 b	640.00 c	9.50
Proteína bruta	22.00 a	52.00 b	73.00 c	0.20
Fibra detergente neutro	320.00 a	310.00 ab	280.00 b	4.20
Materia seca/peso vivo, %	2.08 a	2.46 b	2.69 b	0.50
Digestibilidad aparente, %				
Materia seca	52.55 a	60.22 b	64.90 c	9.57
Proteína bruta	58.03 a	64.89 b	68.86 b	25.13
Fibra detergente neutro	51.23 a	52.51 a	52.12 a	25.72

¹Datos en base seca.

²EE= error estándar.

³Medias con diferente letra en la misma fila difieren significativamente ($P < 0.05$).

Estos resultados aportan evidencia de que el uso estratégico de suplementos nitrogenados en rumiantes alimentados con HG de baja calidad puede aumentar el consumo voluntario y la digestibilidad del forraje.

La digestibilidad de la MS y PB también aumentó como resultado de la suplementación (Cuadro 4). Se observó una respuesta significativa lineal en dicha digestibilidad como resultado de la suplementación progresiva, respuesta que podría deberse en parte a una mayor disponibilidad de nitrógeno a nivel ruminal en los carneros suplementados con EP, ocasionando consecuentemente una mayor actividad microbiana para degradar el forraje (Ruiz y Vázquez, 1983). Sin embargo, la suplementación con EP no afectó la digestibilidad de la fibra ($P > 0.05$), la cual no rebasó el límite de 52.2%. Esta respuesta pudo deberse a que, a diferencia de las fracciones de MS y PB, el EP no aporta una cantidad importante de FDN; por otro lado, la lignificación de la fibra del heno puede ser tal que no sea posible una digestión más completa de la misma por los microbios. En un trabajo local, León (2003) utilizó carneros para estudiar el consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de dos forrajes (heno de gramíneas tropicales nativas y ensilaje de sorgo) y el efecto de la suplementación con dos subproductos fermentados de pescadería (residuos del procesado de filete de tilapia y lodos fermentados de la industria atunera). Encontró que la suplementación con dichos residuos fermentados incentivó el consumo voluntario de MS y PB.

Al evaluar el EP como suplemento proteínico en dietas de animales alimentados con HMRP también se observó una tendencia a aumentar el consumo total de MS y PB según aumentó el ofrecimiento del suplemento, pero estos efectos no alcanzaron significación (Cuadro 5). Se seleccionaron niveles de suplementación de 0%, 0.225% y 0.45% a base seca del PV diariamente con el objetivo de proveerle a los carneros un aporte de PB total y concentración dietética de la misma de 83.0 g/d (12%), 100.0 g/d (15%) y 116.0 g/d (17%) para las tres dietas evaluadas, respectivamente. Según los requerimientos para carneros, establecidos por el NRC (1985), de PB total para mantenimiento (7.4%) y para producción (9.4%), todas las dietas ofrecidas cumplieron con ambos requerimientos. Se buscaba determinar si sería beneficiosa la suplementación con EP en carneros que ya recibían la proteína necesaria en su ración basal.

Las cantidades de MS, PB y FDN ofrecidas, rechazadas y consumidas (Cuadro 5) no difirieron ($P > 0.05$). Sí, se observó que la suplementación con EP al nivel mayor (0.45% del PV) aumentó la digestibilidad de la MS por 5.5 puntos de por ciento relativo al control ($P < 0.05$), mientras la misma tendencia (5.15 puntos porcentuales) observada con la menor suplementación no resultó significativa a $P = 0.05$.

La digestibilidad de la proteína fue menor ($P < 0.05$) en los animales control que en los suplementados con EP a ambos niveles, pero estos no

CUADRO 5.—Efecto de la suplementación con ensilaje de pescado (EP) sobre el consumo y la digestibilidad de nutrientes del heno de maní rizoma perenne (HMRP).

Componente ¹	HMRP	HMRP+EP 0.225%	HM+EP 0.450%	EE ²
Consumo voluntario, g/d				
Alimento ofrecido				
Materia seca	1420.00 a ³	1500.00 a	1470.00 a	49.80
Proteína bruta	180.00 a	190.00 a	190.00 a	1.30
Fibra detergente neutro	690.00 a	700.00 a	660.00 a	13.00
Alimento rechazado				
Materia seca	430.00 a	490.00 a	440.00 a	26.20
Proteína bruta	39.00 a	42.00 a	37.00 a	0.30
Fibra detergente neutro	250.00 a	280.00 a	250.00 a	8.20
Alimento consumido				
Materia seca	990.00 a	1010.00 a	1030.00 a	28.20
Proteína bruta	141.00 a	148.00 a	153.00 a	1.00
Fibra detergente neutro	440.00 a	420.00 a	410.00 a	8.50
Materia seca/peso vivo, %	3.93 a	3.97 a	4.04 a	0.06
Digestibilidad aparente, %				
Materia seca	59.71 a	64.86 ab	65.20 b	16.60
Proteína bruta	68.19 a	72.96 b	72.82 b	10.70
Fibra detergente neutro	46.57 a	51.73 a	49.72 a	54.39

¹Datos en base seca.

²EE = error estándar.

³Medias con diferente letra en la misma fila difieren significativamente (P < 0.05).

difirieron entre sí. En este ensayo, el consumo de PB fue similar en todos los tratamientos dietéticos evaluados, por lo que se puede inferir que las diferencias en digestibilidad aparente de dicha fracción no son muy influenciadas por la excreción endógena, sino por el metabolismo de nitrógeno a nivel ruminal o post-ruminal. En los resultados presentes, la digestibilidad de la PB en los tres tratamientos fue mayor de 65%, por lo que las dietas ofrecidas cumplen con el nivel mínimo señalado como característico de dietas de excelente calidad (NRC, 1985).

Es importante señalar que en ninguno de los ensayos experimentales se observó efecto adverso alguno sobre la salud de los animales que consumieron ensilaje de residuos de pescadería como suplemento. Sin embargo, se deben realizar más estudios para determinar el efecto a largo plazo de la utilización de residuos de pescadería fermentados sobre la actividad de los microorganismos ruminales y sobre la salud y desempeño de los animales en crecimiento. Esta información permitiría tener un conocimiento más amplio sobre la utilización de los residuos en la alimentación animal y sus posibles efectos metabólicos.

En resumen, y según los resultados de este estudio, el consumo voluntario de MS, FDN y PB fue mayor en carneros alimentados con HMRP que con HG. La leguminosa también presentó una mayor ($P < 0.05$) digestibilidad de la MS y PB que el HG. La suplementación con EP a carneros alimentados con HG tropicales aumentó el consumo voluntario de MS y PB pero redujo el consumo voluntario de FDN. Además, aumentó linealmente la digestibilidad de MS y PB pero no afectó la digestibilidad de la fibra. La suplementación con EP en carneros alimentados con HMRP no aumentó el consumo de MS, PB y FDN. Dicha suplementación a razón de 0.225% del PV diariamente aumentó la digestibilidad de la PB y de la MS tanto y casi tanto, respectivamente, como la suplementación al 0.45%. Ello sugiere que en carneros alimentados con la leguminosa este menor nivel de suplementación es recomendable.

LITERATURA CITADA

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Combellas, J., F. Priore, J. Peralta y O. Zavarce, 1993. Influence of the addition of fish meal to diets of roughage or roughage and concentrate on the consumption and live-weight gain of growing cattle. *Animal Feed Science and Technology* 42:319-331.
- Corbett, J. L. y A. J. Ball, 2002. Nutrition for maintenance. Cap 7. *In: Sheep Nutrition*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon. UK. Cap 7. pp. 156-158.
- León Álamo, F. J., 2003. Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas tropicales nativas y ensilaje de sorgo y el efecto de la suplementación con residuos fermentados de pescadería. M.S. Tesis. Universidad de Puerto Rico. RUM. 63 pp.
- National Research Council (NRC), 1985. Nutrient Requirements of Sheep. National Academy Press, Washington, DC.
- Ott, L. y M. Longnecker, 2001. An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis. 5th ed. Duxbury Press, Belmont, CA. pp. 879-891.
- Raa, J. y J. Gildberg, 1982. Fish silage: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* CRC 16(4):383.
- Rodríguez, A. A., 1990. Utilización de leguminosas forrajeras como parte integral de sistemas de alimentación de rumiantes. M.S. Tesis. Universidad de Puerto Rico. RUM. 74 pp.
- Ruiz, R. y C. M. Vázquez, 1983. Consumo voluntario de pastos y forrajes tropicales. *En: Los Pastos de Cuba*. Tomo 2. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- SAS Institute, 1990. SAS/STAT® User's Guide (Release 8.1). SAS Inst., Inc., Cary, NC. 1686 pp.
- Staples, C. R., S. M. Emanuelle y G. M. Prine, 1997. Intake and nutritive value of Florigraze rhizoma peanut for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:541-549.
- Van Soest, P. J., 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2ed. Comstock Publ. Assoc., Ithaca, NY. p. 112.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson y B. A. Lewis, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583.
- Winter, K. y L. Feltham, 1983. Fish silage: The Protein Solution. Agriculture Canada Research Branch Contribution, Ottawa, Canada. p. 112.