

## Efecto del reemplazo de pasta soya por harina de pescado elaborada manualmente sobre comportamiento productivo de ovejas Pelibuey lactando y sus crías

Effect of replacing soybean meal with handmade fish meal on productive performance of lactating pelibuey ewes and their suckling lambs

YS Valdés-García<sup>a</sup>, LE Núñez-González<sup>b</sup>, F Escalera-Valente<sup>a</sup>, A Plascencia-Jorquera<sup>c</sup>, A Barreras-Serrano<sup>c</sup>, L Corona-Gochi<sup>d</sup>, AA Gómez-Danés<sup>a</sup>, JL Loya-Olguin<sup>a\*</sup>

**ABSTRACT.** Twelve Pelibuey ewes were used to evaluate the effect of replacing soybean meal (PS) with a handmade product made of fish (HP) on milk yield and composition and body weight of their suckling lambs. The experimental period was carried out during the first three weeks of lactation, where changes in body weight, feed intake and milk production and composition were evaluated in sheep, and changes in body weight were evaluated on 22 of their lambs (initial wt = 2.52 ± 0.05 kg). The control diet and test diet were formulated to meet nutrient requirements of ewes during early lactation. The level of inclusion of PS and HP in diets was 7 and 3.5%, respectively. HP was elaborated with fish by-products (whole fish, heads, tails, and backbone). The chemical composition of HP averaged 50.8 ± 7.7% CP, fat 9.4 ± 0.8% and 22.7 ± 5.9% ash. There were no differences in BW changes and milk production. The protein content in milk and final body weight of suckling lambs were greater (P < 0.01) in the case of HP when compared to PS. It was concluded that HP is a suitable substitute of PS in lactating ewes and it does not affect DM intake and milk performance. An increase of protein concentration in milk from ewes that received HP may result in a greater body weight of the lambs during the first 21 days of age.

*Key words:* suckling lambs, milk, body weight.

**RESUMEN.** Se utilizaron 12 borregas raza Pelibuey para evaluar el efecto de la sustitución de la pasta de soya (PS) con una harina de pescado obtenida artesanalmente (HP) sobre producción y composición de la leche y el peso de sus corderos lactantes. La evaluación se realizó en las primeras tres semanas de lactación, donde se evaluaron los cambios de peso corporal, consumo de alimento, producción y composición de leche, así como los cambios de peso corporal de sus corderos lactantes. La dieta testigo (PS) y la dieta prueba (HP) fueron formuladas para cubrir los requerimientos de borregas en lactación temprana. La HP fue elaborada con subproducto de pescado (pescados enteros, cabezas, colas y columnas vertebrales). La composición química promedio del HP fue de: 50,8 ± 7,7% de PC; 9,4 ± 0,8% de grasa y 22,7 ± 5,9% de ceniza. No hubo diferencias en el peso corporal y producción de leche de las borregas. El contenido de proteína en leche y peso de los corderos de las borregas alimentadas con HP fue mayor (P < 0,01) comparadas con las del grupo PS. Se concluyó que es posible sustituir la pasta de soya con harina de pescado artesanal sin alterar el comportamiento productivo en borregas en lactación. Incrementos en la concentración de proteína en leche con HP puede ser reflejado en el peso de los corderos lactantes durante sus primeros 21 días de vida.

*Palabras clave:* corderos lactantes, leche, peso corporal.

### INTRODUCCIÓN

La producción y calidad nutricional de la leche de la borrega es importante por ser la única fuente de alimento para los corderos durante las cuatro primeras semanas de vida, por lo que la tasa de crecimiento y viabilidad de los

corderos dependen de ella (Banchemo 2007). Cuando el requerimiento energético está cubierto, la calidad de la proteína que se suplementa en esta etapa ha demostrado tener un efecto positivo en el desempeño de las borregas y de los corderos (Chávez y col 1995). La harina de pescado contiene una alta concentración de proteína y una proporción de aminoácidos esenciales altamente metabolizables, principalmente metionina y lisina (Church y col 2013). Cuando se suplementa con harina de pescado a borregas en lactación se han informado incrementos de 23% en la producción de leche y de 15% en el crecimiento de corderos (Richardson y Hatfield 1978, Penning y col 1988). Sin embargo, la harina de pescado comercial tiene un precio elevado, lo que limita su utilización como ingrediente convencional en dietas para rumiantes.

En zonas de explotación pesquera se producen desechos de pescado constituidos por diversas proporciones de pescados enteros, cabezas, colas, espinazos y vísceras, los que normalmente son tirados y que a su vez representan

Aceptado: 10.12.2015.

<sup>a</sup>Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit, Nayarit, México.

<sup>b</sup>Estudiante del Posgrado en Ciencias Biológicas Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nayarit, Nayarit, México.

<sup>c</sup>Cuerpo Académico de Producción de Proteína de Origen Animal, Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México.

<sup>d</sup>Departamento de Nutrición y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

\*Corresponding author: JL Loya-Olguin; Km 3.5 Carretera de Cuota Compostela-Chapalilla, Compostela, Nayarit, México; joselenin28@hotmail.com

un riesgo de contaminación. Pocos estudios han sido dirigidos para evaluar el potencial uso de estos desechos como ingrediente para la alimentación de rumiantes. Por lo anterior, el objetivo de este experimento fue evaluar, desde el punto de vista químico y nutrimental, el efecto de la sustitución de la pasta de soya (PS) con una harina de pescado obtenida artesanalmente (HP) sobre la producción y composición de la leche y el peso de sus corderos lactantes.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente experimento se realizó en la Unidad de bovinos leche y en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nayarit, México. Todos los procedimientos con animales vivos se realizaron dentro de los lineamientos oficiales aprobados para el cuidado de los animales<sup>11</sup>.

### ANIMALES Y TRATAMIENTOS

Se utilizaron 12 borregas de la raza Pelibuey con un peso promedio de  $38 \pm 3$  kg, una condición corporal de 2 a 3, en escala de 1 a 5 (Croston y Pollot 1985) y una gestación aproximada de  $114 \pm 5$  días. Previo al inicio del experimento se les aplicó un tratamiento preventivo de selenio con vitamina E (1 mL/50 kg PV; SC), desparasitante (ivermectina; 1 mL/20 kg PV; SC) y complejo vitamínico (B<sub>12</sub>, A, D y E; 4 ml por animal; IM). Posteriormente los animales se pesaron y se colocaron de forma individual en jaulas elevadas con piso de rejilla de plástico. Las medidas de las jaulas fueron de  $1,07 \times 1,40$  m y estaban equipadas con un comedero y bebedero de llenado manual.

La harina de pescado (HP) se obtuvo artesanalmente utilizando subproducto de pescado (pescados enteros, cabezas, colas, espinazos y vísceras). Este fue puesto en un recipiente con agua a temperatura de 95 °C, por 25 minutos, con la finalidad de eliminar gérmenes patógenos y grasa. Posteriormente se prensó manualmente para extraer el agua y reducir el tiempo de secado. La masa prensada se colocó en un desecador solar y, una vez seco, se realizó el molido para homogeneizar el producto y facilitar el almacenamiento (Paltrinieri 1996). Ocho muestreos se realizaron para determinar las características fisicoquímicas de la HP obtenida. Las muestras se analizaron para materia seca (secado en horno a 65 °C, método 930,15; AOAC, 2000), proteína cruda (PC, N x 6,25 método 984,13; AOAC, 2000), cenizas (método 942,05; AOAC, 2000), extracto etéreo (método 991,36; AOAC, 2000); fibra

cruda (método 962,09; AOAC, 2000). Las fracciones de proteína degradable y no degradable en rumen así como la fracción indigestible fueron determinadas de acuerdo con los procedimientos descritos por Krishnamoorthy y col (1983) y Sniffen y col (1992).

Las dietas experimentales se muestran en el cuadro 1. Los tratamientos consistieron en la sustitución del total de pasta de soya contenida en la dieta (7,24%) con 3,50% del producto de pescado, utilizándose grano y rastrojo de maíz para cubrir la diferencia del remplazo. Ambas dietas se formularon para cubrir los requerimientos nutricionales de borregas en primera fase de lactación (NRC 2007). Los tratamientos fueron asignados al azar (6 repeticiones / tratamiento). Las borregas se alimentaron *ad libitum* dos veces por día (08:00 y 14:00 h), ajustado para obtener el mínimo de rechazo (< 5%) en una proporción 30:70 del total de alimento ofrecido.

Semanalmente se recolectaron muestras de alimento para determinación de materia seca (secado en horno a 65 °C método 930,15; AOAC, 2000) y proteína cruda (PC, N x 6,25, método 984,13; AOAC, 2000). Se evaluó consumo de materia seca en forma individual, considerando la diferencia

**Cuadro 1.** Ingredientes y composición química de las dietas de borregas Pelibuey durante lactación.

Ingredients and chemical composition of diets for Pelibuey ewes during lactation.

	Tratamientos	
	PS <sup>1</sup>	HP <sup>2</sup>
Ingredientes (%)		
Maíz quebrado	45,04	46,98
Canola	7,16	7,44
HP	0,00	3,50
PS	7,24	0,00
Melaza	6,05	6,28
Rastrojo de maíz	28,04	29,11
Sebo	1,54	1,6
Minerales	3,08	3,2
Roca caliza	1,02	1,06
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sup>3</sup>	0,82	0,85
Composición química (%)		
MS <sup>4</sup>	87,94	84,72
Proteína cruda	13,52	13,32
CNE <sup>5</sup>	56,3	54,8
FDN <sup>6</sup>	26,85	2,16
FDA <sup>7</sup>	15,85	16,39
Energía neta (Mcal/kg)	15,85	16,39
Mantenimiento	1,81	1,79
Lactancia	1,72	1,70

<sup>1</sup>Pasta de soya, <sup>2</sup>Subproducto de pescado, <sup>3</sup>Bicarbonato de calcio, <sup>4</sup>Materia seca, <sup>5</sup>Carbohidratos no estructurales, <sup>6</sup>Fibra detergente neutro, <sup>7</sup>Fibra detergente ácida.

<sup>11</sup> Norma Oficial Mexicana, NOM-051-ZOO-1995: Cuidado Humanitario de los animales durante la movilización de animales. NOM-062-ZOO-1995: Especificaciones técnicas para el cuidado y uso de animales de laboratorio, explotaciones ganaderas, granjas, centros de producción, reproducción y cría. NOM-024-ZOO-1995: cumplimiento de las estipulaciones de sanidad animal y las condiciones durante el transporte de los animales.

entre el alimento ofrecido y el rechazado. Este último se registró diariamente antes de servir el alimento (7:45 h).

#### EVALUACIÓN DEL PESO CORPORAL

Los cambios de peso corporal se midieron utilizando báscula electrónica (TORREY TIL/S: 1072691, TORREY® electronics Inc, Houston TX, USA). El peso de las borregas se registró el día del parto, y a los 15 y 21 días posparto. El peso de los corderos se registró al nacimiento y a los 7, 14 y 21 días de vida. La condición corporal de las borregas fue determinada por 6 evaluadores en escala de 1 a 5 de Croston y Pollot (1985) antes del inicio del experimento con el fin de formar un grupo homogéneo de animales.

#### PRODUCCIÓN DE LECHE

La producción de leche fue registrada en los días 7, 14 y 21, siguiendo la metodología propuesta por McCance (1959). Primero las borregas fueron separadas de sus corderos. Enseguida las borregas recibieron una inyección intramuscular (IM) de 5 UI de oxitocina y fueron ordeñadas manualmente. Cinco minutos después recibieron una segunda inyección IM de 5 UI de oxitocina y el ordeño se repitió, para asegurar lo más posible la eliminación de la leche en la ubre. Después de 4 horas, las borregas fueron ordeñadas nuevamente después de una inyección intramuscular de 5 UI de oxitocina, a partir de esta muestra se obtuvo el volumen total de leche. Las muestras de leche se almacenaron en bolsas de plástico especiales para muestras líquidas (Whirl-Pak®; Nasco, Fort Atkinson, WI, USA) y se transportaron en hieleras portátiles al laboratorio para ser almacenadas a -20°C.

#### COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La grasa se determinó por el método de Gerber como lo señala Martínez y col (2015), proteína cruda (PC, N x 6,25, método 984,13; AOAC, 2000), sólidos totales (secado en horno a 65°C método 930,15; AOAC, 2000), y cenizas (método 942,05; AOAC, 2000). La producción de los componentes de la leche fue calculada multiplicando la producción de leche por la proporción del componente en cada borrega. La energía contenida en la leche se estimó mediante la ecuación propuesta por Baldi y col (1992) como sigue: energía, kcal/g = [203,8 + (8,36\*grasa%) + (6,29\*PC%)]. La producción de leche grasa-correctada al 6% se calculó de la siguiente manera: leche, g/d × (0,453+0,0912 grasa%) (Mavrogenis and Papachristoforou 1988), mientras que la eficiencia se estimó dividiendo los gramos de leche producida entre gramos de consumo de materia seca.

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos de composición, producción de leche y ganancia diaria de peso de borregas y corderos,

que se registraron en intervalos semanales, se produjeron de un experimento desarrollado como un diseño completamente al azar con medidas repetidas y analizado con el siguiente modelo lineal mixto:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + A_{j(i)} + S_k + (\tau S)_{ik} + (SA)_{kj(i)},$$

donde  $Y_{ijk}$  es la variable de respuesta,  $\mu$  la media general,  $\tau_i$  el efecto fijo de tratamiento,  $A_{j(i)}$  el efecto aleatorio de animal dentro de tratamiento,  $S_k$  el efecto fijo de semana,  $(\tau S)_{ik}$  la interacción tratamiento por semana, y  $(SA)_{kj(i)}$  el componente aleatorio de semana por animal dentro de tratamiento. Ambos efectos aleatorios son independientes, con distribución normal, con media cero y varianzas  $\sigma^2_\alpha$  y  $\sigma^2_\epsilon$ , respectivamente. La hipótesis de igualdad de efectos entre tratamientos fue probada con el estadístico F utilizando como denominador al componente animal dentro de tratamiento, mientras que en las hipótesis de igualdad de efectos entre semanas y para la interacción tratamiento por semana, en el estadístico F se utilizó como denominador al componente semana por animal dentro de tratamiento. Para las medidas repetidas en el tiempo se evaluaron en el modelo las estructuras de covarianza: no correlacionada (UN), simetría compuesta (CS) y autorregresiva de primer orden (AR(1)), seleccionando como mejor aquella con los menores valores para los criterios de Akaike y el de Schwarz. El análisis de la información se realizó utilizando el PROC MIXED del paquete SAS (SAS Institute Inc. 2004, Cary, Carolina del Norte; Versión 9.3). Las medias se compararon por prueba de t, y fueron consideradas significativas cuando el valor de P fue  $\leq 0,05$  y como tendencia cuando  $P \geq 0,05$  y  $\leq 0,1$ .

#### RESULTADOS

Las características de la pasta de soya (PS) y de la harina de pescado (HP) se muestran en el cuadro 2. No se observaron diarreas u otra clase de desórdenes digestivos en las borregas que consumieron la dieta que contenía HP ni en los corderos. Aun cuando el consumo de materia seca fue numéricamente mayor (8,5%,  $P = 0,13$ ) en las borregas alimentadas con HP en la primera semana este no fue estadísticamente significativo, mientras que el consumo a las dos siguientes semanas fue prácticamente el mismo (1,919 vs 1,924 g/d) para ambos tratamientos (cuadro 3). La sustitución de PS por HP no causó efecto en el peso de las borregas (cuadro 3).

La producción de leche no presentó diferencia entre los tratamientos ( $P > 0,05$ ) (cuadro 3). La sustitución por HP aumentó ( $P < 0,01$ ) el porcentaje de proteína en leche en la segunda y tercer semana de lactancia y los gramos de proteína producida por día en la semana 2 ( $P = 0,05$ ). No se presentó diferencia ( $P > 0,05$ ) en el porcentaje de ceniza, grasa y materia orgánica en leche (cuadro 3).

La sustitución con el subproducto de pescado no causó efecto en el peso nacimiento de los corderos ( $P < 0,05$ ),

**Cuadro 2.** Composición química de la harina de pescado artesanal (HP) y de la pasta de soya (PS) de este experimento<sup>1</sup>.

Chemical composition of handmade fishmeal and soybean meal used in this experiment.

Concepto	PS	HP
MS (%)	91,7	97,5
PC (%)	49,3	50,8
Extracto etéreo (%)	2,8	9,4
Cenizas (%)	7,5	22,7

<sup>1</sup>La composición de la dieta se determinó mediante el análisis de submuestras compuestas tomadas durante la elaboración de la harina de pescado. La precisión se aseguró mediante la adecuada replicación en el análisis, con la aceptación de valores de diferencia no mayor al 5% entre ambas réplicas.

(cuadro 5). Los corderos de las borregas suplementadas con HP fueron más pesados ( $P < 0,05$ ) en la segunda (16%) y tercer semana (23%).

## DISCUSIÓN

La composición química de la PS es consistente con informes previos (Foster y col 2009, Castro-Pérez y col 2014) y con los estándares marcados por el NRC (2007). Sin embargo, la concentración de PC medida en la HP fue 25% menor a la HP comercial. De acuerdo con la revisión publicada por Hussein y Jordan (1991) el promedio de PC contenido en la HP comercial oscila de 60 a 72%. La menor concentración de proteína obtenida en el producto final es un reflejo directo de las proporciones de hueso, cartilago y otros elementos, con bajo contenido de proteína, que diluyeron la concentración final de PC del producto obtenido. Aun así, la concentración final de proteína de la HP obtenida fue similar a la de la pasta de soya.

Lee y col (2001) y Marghazani y col (2012) observaron un aumento en el consumo de materia seca cuando el contenido de PNDR en las dietas fue incrementado.

Chaturvedi y Walli (2001) observaron un incremento del 8,3% en el consumo de materia seca de vacas en las primeras semanas de lactación cuando el PNDR, como porcentaje de la proteína cruda, se incrementó del 29 al 43%. En contraste con Chaturvedi y Walli (2001), los porcentajes de PNDR de las dietas utilizadas en el presente trabajo fueron similares (56 y 53% para HP y PS, respectivamente). Por tanto, pueden existir otros factores distintos al nivel PNDR que afectó el consumo cuando HP es añadido a las dietas para rumiantes.

La suplementación con HP ha mejorado las ganancias de peso de los animales en pastoreo (Lardy y col 1999), debido a la mejor digestión, absorción y asimilación de los nutrientes, así como también el mejor perfil de aminoácidos de la HP (Sheikh y Barman 2010). La similitud de los pesos de las borregas entre tratamientos se debe a que las dietas cubrieron los requerimientos necesarios para mantener la masa corporal en las primeras tres semanas de la lactancia, y a que el peso y condición corporal de las borregas de ambos tratamientos eran adecuados. Igualmente, Amanlou y col (2010) no informan cambios en el peso corporal al proporcionar diferentes niveles de HP en las dietas.

La producción de leche en el presente trabajo es similar a lo reportado por Martínez y col (2015) cuando alimentó a borregas Pelibuey con dietas altas en concentrado conteniendo pasta de soya como ingrediente proteico. Por otra parte, la producción láctea fue mayor a la informada por Capote y col (1985) y Castellanos y Valencia (1982) registrada en borregas Pelibuey en pastoreo con suplementación. Estos resultados confirman que el nivel de energía aumenta la producción de leche en esta raza, aunque no sea especializada en producción de leche. La suplementación con HP puede incrementar ligeramente la producción de leche (Westwood y col 2000, Chaturvedi y Walli 2001, Noftsgger y Pierre 2003, Flis y Wattiaux 2005). Kumar y col (2005), informaron un aumento de 13,7% en la producción de leche cuando incluyeron harina de carne

**Cuadro 3.** Consumo de materia seca y cambios de peso corporal de borregas Pelibuey alimentadas con diferentes fuentes de proteína durante lactación.

Dry matter intake and body weight changes of Pelibuey ewes fed with different protein source during lactation.

Concepto	Tratamientos			
	PS <sup>1</sup>	HP <sup>2</sup>	EE <sup>3</sup>	P
CMS (g/d)				
Semana 1	1764,73	1915,62	94,73	0,13
Semana 2	1919,40	1928,33	107,60	0,93
Semana 3	1919,70	1920,30	96,70	0,99
Peso corporal (kg)				
Parto	40,39	43,50	4,06	0,46
15 d	39,14	42,50	4,00	0,42
21 d	39,86	43,00	3,95	0,44

<sup>1</sup>Pasta de soya, <sup>2</sup>Harina de pescado obtenida artesanalmente, <sup>3</sup>Error estándar de la media.

**Cuadro 4.** Producción y composición de leche de borregas Pelibuey alimentadas con pasta de soya (PS) o harina de pescado artesanal (HP) como fuente de proteína.

Milk yield and milk composition of Pelibuey ewes fed either soybean meal (PS) or handmade fish meal (HP) as protein source.

Componente	Tratamientos			Valor P
	PS <sup>1</sup>	HP <sup>2</sup>	EE <sup>3</sup>	
Producción de leche (g)				
Semana 1	9,052	9,228	2,426	0,94
Semana 2	10,492	10,950	2,426	0,85
Semana 3	11,624	10,677	2,426	0,70
Composición de leche (%)				
Proteína				
Semana 1	4,74	5,17	0,526	0,42
Semana 2	2,98	5,14	0,526	0,0005
Semana 3	3,8	5,59	0,526	0,002
Grasa				
Semana 1	7,98	7,02	0,9	0,30
Semana 2	7,46	7,48	0,9	0,98
Semana 3	6,5	6,34	0,9	0,87
Sólidos totales				
Semana 1	18,93	21,22	1,65	0,18
Semana 2	21,04	20,65	1,65	0,82
Semana 3	19,64	18,81	1,65	0,62
Materia orgánica				
Semana 1	0,70	0,74	0,129	0,73
Semana 2	0,92	0,83	0,129	0,48
Semana 3	0,66	0,93	0,129	0,05
Energía de leche (Kcal/g <sup>4</sup> )				
Semana 1	300,29	294,95	7,89	0,5
Semana 2	284,86	298,71	7,89	0,09
Semana 3	282,03	291,96	7,89	0,22
Producción de componentes				
Proteína (g/d)				
Semana 1	60,68	73,77	20,83	0,54
Semana 2	41,09	84,61	20,83	0,05
Semana 3	64,57	85	20,83	0,34
Grasa (g/d)				
Semana 1	107,9	89,17	31,66	0,54
Semana 2	109,7	118,6	31,66	0,79
Semana 3	112,43	101,4	31,66	0,21
Energía en leche (kcal/d)				
Semana 1	388	389	11,83	0,92
Semana 2	427	467	11,83	0,11
Semana 3	468	445	11,83	0,28
FCL (g/ semana <sup>5</sup> )				
Semana 1	10,988	9,869	3,052	0,71
Semana 2	11,755	12,529	3,052	0,80
Semana 3	12,438	11,309	3,052	0,71
Eficiencia en leche, corregida <sup>6</sup>				
Semana 1	0,75	0,68	0,17	0,72
Semana 2	0,78	0,81	0,17	0,88
Semana 3	1,21	0,79	0,17	0,02

<sup>1</sup>Soya, <sup>2</sup>Harina de pescado obtenido artesanalmente, <sup>3</sup>Error estándar de la media, <sup>4</sup>Energía, Kcal/g = [203.8 + (8.36\*grasa%) + (6.29\*PC%)], Baldi y col (1992). <sup>5</sup>FCL= Leche corregida al 6% de grasa calculada como: leche, g/semana × (0.453+0.0912Grasa%), Mavrogenis y Papachristoforu (1988), <sup>6</sup>Gramos de leche producida dividido entre gramos de consumo de material seca.

**Cuadro 5.** Cambios de peso corporal de los corderos de borregas Pelibuey alimentadas con pasta de soya (PS) o harina de pescado artesanal (HP).

Body weight changes of suckling lambs from Pelibuey ewes fed with soybean meal or handmade fish meal (HP).

Concepto	Tratamientos			
	PS <sup>1</sup>	HP <sup>2</sup>	EE <sup>3</sup>	P
Peso (kg)				
Nacimiento	2,47	2,58	0,26	0,67
7 d <sup>4</sup>	3,74	4,17	0,36	0,24
14 d	5,50	6,38	0,32	0,01
21 d	6,46	7,98	0,29	≤ 0,0001

<sup>1</sup>Pasta de soya, <sup>2</sup>Harina de pescado obtenido artesanalmente, <sup>3</sup>Error estándar de la media, <sup>4</sup>Día.

en dietas isoproteicas para vacas lecheras. Westwood y col (2000) mencionaron que el aumento en la producción de leche en rumiantes podría ser el resultado de un mayor CMS debido al porcentaje de inclusión de la proteína de alta calidad. Los beneficios observados cuando fuentes proteicas de origen animal se incluyen en las dietas de rumiantes en lactancia se atribuyen principalmente al aumento en la concentración de PNDR. Kalscheur y col (2006) informan que la PNDR necesita estar suplementada cuando la síntesis de la proteína microbiana es insuficiente para satisfacer la proteína metabolizable en animales lecheros, especialmente durante la lactancia temprana. Sin embargo, el aumento de la PNDR en las dietas no mejora en forma consistente el desempeño de la lactancia (Ally y col 2012), porque generalmente se produce una disminución de las proteínas degradables en rumen y por consiguiente una merma en la síntesis de proteína microbiana, lo que conduciría a un cambio desfavorable en los aminoácidos de origen microbiano absorbidos a nivel duodenal (NRC 2001). Aunque Atkinson y col (2007) afirman que la deficiencia de proteína degradable en rumen se puede corregir con el reciclaje de urea por medio de la saliva cuando hay suficiente PNDR.

Algunos investigadores (Chaturvedi y Walli, 2001, Gulati y col 2005, Habib 2009) informaron aumento en el porcentaje de proteína de la leche mediante el incremento de la participación de harina de pescado. Ibarra y Latrille (2006) observaron que en vacas lecheras, con 31,10% de PNDR, se obtenía un mayor porcentaje de proteína comparado con niveles más bajos. De manera similar, Lee y col (2001) observaron incrementos en proteína en leche al incluir altas concentraciones de PNDR a las dietas. Sin embargo, Blackwelder y col (1998) no observaron efecto en la composición de la leche con la suplementación de PNDR; del mismo modo Schroeder y Gagliostro (2000) informaron diferencias no significativas en el porcentaje de grasa y proteína en vacas en lactancia temprana. En los experimentos mencionados el nivel bajo de PNDR fue mayor al 37%, lo que cubriría teóricamente el requerimiento para no afectar el nivel de proteína en leche. En el presente experimento ambos tratamientos

consumieron por encima de 53% de la proteína total como PNDR (NRC 2007).

Ally y col (2012) mencionan que los efectos positivos de proteínas de origen animal en rumen dependen de la posibilidad de aportar aminoácidos esenciales. Varios investigadores (Wohlt y col 1991, Carrol y col 1994, O'Mara y col 1998, Wright y col 1998) han encontrado que al suplementar con harina de pescado se incrementa el perfil de aminoácidos en el duodeno, particularmente de lisina y metionina, generalmente considerados como limitantes en la producción de leche. La pasta de soya contiene entre 2,9 y 3,12% de lisina y entre 0,52 y 0,71% de metionina, mientras la harina de pescado contiene entre 4,74 y 5,64% de lisina y entre 1,75 y 2,08% de metionina (NRC 1988). Se ha demostrado que insuficiencias mínimas de aminoácidos esenciales pueden reflejarse en forma importante en el desempeño productivo en etapas de producción demandantes (Zinn y Shen 1998). Aun y cuando en este experimento el consumo de PNDR fue similar entre ambas dietas, el flujo estimado (NRC 2000, nivel 1) a duodeno de metionina y lisina fue 18 y 12,6% mayor para las borregas que consumieron la dieta con HP que con aquellos que consumieron la dieta con PS. Por otra parte, cuando se aumenta el aporte de energía en la ración por incremento en el aporte de carbohidratos no estructurales (CNE) se produce un aumento del porcentaje de proteína, esto se debe a que al aumentar el nivel de CNE, aumentan los niveles de insulina, lo que provocará una mayor captación de aminoácidos por la glándula mamaria y un incremento en la síntesis proteica (Shen y col 2015). En el presente ambas dietas tuvieron cantidades similares de CNE, por tanto, el aumento en la proteína en leche observado en el presente experimento se puede atribuir principalmente al mayor contenido de aminoácidos limitantes de la producción de leche presente en la HP.

El peso al nacimiento observado se encuentra dentro del rango promedio (2,1 a 3,4 kg) registrado por varios autores en corderos de razas de pelo, en condiciones de trópico húmedo en México (Combella 1980, Carrillo y Segura 1993). Robinson y McDonald (2000) informaron que las razones de la variación de peso vivo al nacimiento

están dadas por las diferencias en la condición corporal de la madre. En la presente investigación, las borregas de ambos tratamientos tenían condición corporal aceptable (>2,5). Los pesos mayores de los corderos de las borregas alimentadas con HP se puede explicar con el incremento de la proteína de la leche de estas borregas, ya que la composición de la leche está estrechamente relacionada con la ganancia de peso de los corderos (Cimen y Karaalp 2009). Resultados similares fueron obtenidos por Martínez y col (2015), donde al incrementar el porcentaje de proteína en la leche (5,7%) de las borregas Pelibuey se observaron incrementos en la ganancia de peso de los corderos.

En conclusión, la harina de pescado (HP) elaborada artesanalmente, utilizando desecho de pescadería, contuvo una menor cantidad de PC (25%) que la harina de pescado comercial. Sin embargo, en borregas Pelibuey fue posible sustituir la pasta de soya con este producto en etapa de lactancia sin afectar su salud ni el consumo de MS. La inclusión de HP a la dieta mejoró el contenido de proteína en leche sin afectar la producción y contenido de los demás nutrientes. El incremento en la proteína de la leche mejoró la ganancia diaria de peso en los corderos, lo que puede disminuir la mortalidad de los mismos. En consideración adicional, la HP es un ingrediente que se puede obtener con productos o subproductos de mares, ríos y lagos a bajo costo, esto representa un potencial beneficio para la economía de los productores y medio ambiente.

## REFERENCIAS

- AOAC, Association Official Analytical Chemists. 2000. *Official methods of analysis*. 17<sup>th</sup> ed. Association Official Analytical Chemists, Arlington, Gaithersburg, USA.
- Ally K, AD Mercy, TV Viswanathan. 2012. Effect of undegradable dietary protein supplementation on early lactating crossbred dairy cows. *Indian J Anim Sci* 82, 741-744.
- Amanlou H, A Karimi, E Mahjoubi, C Milis. 2010. Effect of supplementation with digestible undegradable protein in late pregnancy on ewe colostrums production and lamb output to weaning. *J Anim Phy Anim Nut*, 95, 616- 622.
- Atkinson RL, CD Tonne, PA Ludden. 2007. Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on site and extent of digestion and ruminal characteristics in lambs fed low-quality forage. *J Anim Sci* 85, 3322-3330.
- Baldi A, F Cheli, C Corino, V Dell'Orto, F Polidor. 1992. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition and plasma parameters of lactating goats. *Small Rum Res* 6, 303-310.
- Banchero G. 2007. Alternativas de manejo nutricional para mejorar la supervivencia de corderos neonatos. *Arch Latinoam Prod Anim* 1, 279-285.
- Blackwelder J, B Hopkins, D Diaz, L Whitlow, C Brownie. 1998. Milk production and plasma gossypol of cows fed cottonseed and oilseed meals with or without rumen-undegradable protein. *J Dairy Sci* 81, 2934-2941.
- Capote J, R Fonseca, N Fonseca, O Miranda. 1985. Caracterización de los sistemas de crianza ovinos en Granma. *Informe Final de Tema 1981-1985*. IIA Jorge Dimitrov, Granma, Cuba.
- Castellanos R, Z Valencia. 1982. Estudio cuantitativo y cualitativo de la producción láctea de la borrega Pelibuey. *Prod Anim Trop* 3, 425.
- Carrillo AL, JC Segura. 1993. Environmental and genetic effects on preweaning growth performance of hair sheep in Mexico. *Trop Anim Health Prod* 25, 173.
- Carrol D, F Hossain, M Keller. 1994. Effect of supplemental fish meal on the lactation and reproductive performance of dairy cows. *J Dairy Sci* 77, 3058-3072.
- Castro-Pérez BI, A Estrada-Angulo, FG Ríos, H Dávila-Ramos, JC Robles-Estrada, G Contreras-Pérez, JF Calderón-Cortés, MA López-Soto, A Barreras, A Plascencia. 2014. Effects of replacing partially dry-rolled corn and soybean meal with different levels of dried distillers grains with solubles on growth performance, dietary energetics, and carcass characteristics in hairy lambs fed a finishing diet. *Small Ruminant Res* 119, 8-15.
- Chaturvedi O, T Walli. 2001. Effect of feeding graded levels of undegradable dietary protein on voluntary intake, milk production and economic return in early lactating crossbred cows. *Asian Australas J Anim Sci* 14, 1118-1124.
- Chávez RG, RA Castellanos, MA Velázquez. 1995. Producción de ovejas Pelibuey pre y postparto alimentadas con diversos aportes nutricionales. *Téc Pecu Méx* 33, 183-191.
- Church DC, WG Pond. 2013. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. 2<sup>a</sup> ed. UTEHA, México.
- Cimen M, M Karaalp. 2009. Effect of restricted suckling time on milk components and suckling behavior of lambs. *Archiv Tierzucht* 52, 299-308.
- Combellas J. 1980. Production and reproduction parameters of tropical sheep breeds in improved production systems. *Trop Anim Prod* 5, 3.
- Croston D, G Pollot. 1985. *Planned sheep production*. Collins Sons & Co, London, UK.
- Flis S, M Wattiaux. 2005. Effects of parity and supply of rumen-degraded and undegradable protein on production and nitrogen balance in Holsteins. *J Dairy Sci* 88, 2096-2106.
- Foster JL, AT Adesogan, JN Carter, AR Blount, RO Myer, SC Phatak. 2009. Intake, digestibility, and nitrogen retention by sheep supplemented with warm-season legume haylages or soybean meal. *J Anim Sci* 87, 2899-2905.
- Gulati S, M Garg, T Scott. 2005. Rumen protected protein and fat produced from oil seeds and meals by formaldehyde treatment, their role in ruminant production and product quality: A review. *Aust J Exp Agric* 45, 1189-1203.
- Habib G. 2009. Nutritional management strategies to improve milk production in buffaloes. *Pakistan J Zool Suppl Ser* 9, 533-544.
- Hussein HS, RM Jordan. 1991. Fishmeal as a protein supplement in ruminant diets: a review. *J Anim Sci* 69, 2147-2156.
- Ibarra D, L Latrille. 2006. Incremento en la proteína no degradable en rumen de vacas lecheras: Efectos sobre la producción y composición de leche y utilización de nutrientes *Arch Med Vet* 38, 115-121.
- Kalscheur KF, RL Baldwin, BP Glenn, RA Kohn. 2006. Milk production of dairy cows fed differing concentrations of rumen degraded protein. *J Dairy Sci* 89, 1480-1487.
- Krishnamoorthy UC, CJ Sniffen, MD Stem, PJ Van Soest. 1983. Evaluation of a mathematical model of digesta and *in-vitro* simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen undegraded nitrogen content of feedstuffs. *Br J Nutr* 50, 555.
- Kumar M, DP Ravi, TA Kumar. 2005. Effect of undegradable dietary protein level and plane of nutrition on lactation performance in crossbred cattle. *Asian Austral J Anim Sci* 18, 1407.
- Lardy GP, DC Adams, TK Klopfenstein, RT Clark. 1999. First limiting nutrient for summer calving cows grazing autumn-winter range. *J Range Manage* 52, 317-326.
- Lee MC, SY Hwang, WS Chiou. 2001. Application of ruminal undegradable protein on early lactating dairy goat. *Asian Austral J Anim* 14, 1549-1554.
- Marghazani IB, MA Jabbar, TN Pasha, M Abdullah. 2012. Effect of supplementation with protein differ for rumen degradability on milk production and nutrients utilization in early lactating Sahiwal cows. *Ital J Anim Sci* 11, 59-62.

- Martínez-González S, F Escalera-Valente, AA Gómez-Danés, A Plascencia, JL Loya-Olguin, JC Ramírez - Ramírez, A Barreras, YS Valdés-García, J Aguirre-Ortega. 2015. Influence of levels of DL-malic acid supplementation on milk production and composition in lactating Pelibuey ewes and pre-weaning weight gain of their suckling kids. *J Appl Anim Res* 43, 92-96.
- Mavrogenis A, C Papachristoforou. 1988. Estimation of the energy value of milk and prediction of fat-corrected milk yield in sheep and goats. *Small Rum Res* 1, 229-236.
- McCance I. 1959. The determination of milk yield in the Merino ewe. *Aust J Agric Res* 10, 839-853.
- Noftsgen S, NR St-Pierre. 2003. Supplementation of methionine and selection of highly digestible rumen undegradable protein to improve nitrogen efficiency for milk production. *J Dairy Sci* 86, 958-969.
- NRC, National Research Council. 1988. *Nutrient requirements of Swine*. The National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- NRC, National Research Council. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. The National Academic Press, Washington, D.C., USA.
- NRC, National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. The National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- NRC, National Research Council. 2007. *Nutrient requirements of small ruminant. Sheep, goats, cervids, and New World Camelids*. The National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- O'Mara FP, J Murphy, M Rath. 1998. Effect of amount of dietary supplement and source of protein on milk production, ruminal fermentation, and nutrient flows in dairy cows. *J Dairy Sci* 81, 2430-2439.
- Paltrinieri G. 1996. *Manuales para educación agropecuaria: subproductos animales*. 3ª ed. Trillas S.A., México.
- Penning PD, RJ Orr, TT Treacher. 1988. Responses of lactating ewes, offered fresh herbage indoors and when grazing, to supplements containing different protein concentrations. *Anim Prod* 46, 403-415.
- Richardson CR, EE Hatfield. 1978. The limiting amino acids in growing cattle. *J Anim Sci* 46, 740-745.
- Robbinson JJ, I McDonald. 2000. Effects of different levels of supplementation on age and weight at puberty onset in Pelibuey ewes born during the autumn. *12<sup>th</sup> International Congress on Animal Reproduction*. The Hague, The Netherlands, Pp 2096-2098.
- SAS Institute Inc. 2004. *SAS/STAT user's guide: version 9.1*. SAS Institute Inc, Cary, USA.
- Schroeder GF, GA Gagliostro. 2000. Fish meal supplementation to grazing dairy cows in early lactation. *J Dairy Sci* 83, 2899-2906.
- Sheikh IU, K Barman. 2010. Effect of fishmeal supplementation on economy of feeding crossbred Jersey calves. *Indian J Anim Sci* 80, 683-685.
- Shen JS, LJ Song, HZ Sun, B Wang, Z Chain, B Chacher, JX Liu. 2015. Effects of corn and soybean meal types on rumen fermentation, nitrogen metabolism and productivity in dairy cows. *Asian Austral J Anim* 28, 351-359.
- Sniffen, CJ, JD O'Connor, PJ Van Soest, DG Fox, JB Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J Anim Sci* 70, 3562-3577.
- Westwood CT, IJ Lean, JK Garvin, PC Wynn. 2000. Effect of genetic merit and varying dietary protein degradability on lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 83, 2926-2940.
- Wohlt JE, S Chmiel, P Zajac, L Baker, D Blethen, J Evans. 1991. Dry matter intake, milk yield and composition, and nitrogen use in Holstein cows fed soybean, fish, or corn gluten meals. *J Dairy Sci* 74, 1609-1622.
- Wright T, S Moscadini, P Luimes, P Susmel, P McBride. 1998. Effects of rumen undegradable protein and feed intake on nitrogen balance and milk protein production in dairy cows. *J Dairy Sci* 81, 784-793.
- Zinn RA, Y Shen. 1998. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *J Anim Sci* 76, 1280-1289.