

UREA Y PASTA DE SOYA COMO FUENTES DE NITROGENO PARA BORREGAS GESTANTES

JOSÉ M. ZORRILLA RÍOS¹

JOHN J. ROBINSON²

Resumen

El presente trabajo realizado en el Instituto de Investigaciones de Rowett en Aberdeen, Escocia, se llevó a cabo para estudiar el grado de utilización de una fuente de nitrógeno no proteico en comparación con una fuente convencional de proteína ofrecida a borregas a partir de la segunda mitad de la gestación. Se utilizaron 24 borregas gestantes de la crucea Finnish-Landrace × Polled Dorset Horn, de 14-15 meses de edad promedio, mantenidas en corraletas individuales y jaulas metabólicas según el período experimental. Los tratamientos consistieron en dietas integrales a base de forraje/concentrado (60/40) con un control (C) con 9.5% de P.C. en base seca y dos niveles de suplementación de proteína: 12 y 14% a base de urea o pasta de soya. La concentración de energía metabolizable y el nivel de alimentación para todos los tratamientos fue respectivamente de 2.4 Mcal/kg B.S. y de 65 g/^{kg} 0.75/día. Los animales se distribuyeron al azar, ocho para el tratamiento testigo y cuatro para cada nivel de suplementación en cada una de las fuentes de proteína. Todos los animales recibieron la dieta experimental a partir aproximadamente de los 55 días de gestación, llevándose registro individual del consumo diario de alimento y de la respuesta animal. Aproximadamente a los 85-95 (P1); 110-120 (P2) y 130-140 (P3) días de gestación, se realizaron pruebas de diges-

tibilidad aparente de los nutrientes dietarios y balance de nitrógeno.

Los cambios de peso vivo de las borregas, el peso de los corderos al nacer, la pérdida de peso de las borregas después del parto y el cambio de peso materno durante la gestación no fueron afectados ni por la fuente de proteína suplementaria ni por los niveles de proteína consumida. La fuente de proteína y el período de gestación no afectaron la digestibilidad aparente de los nutrientes dietarios. Se detectó un balance de nitrógeno superior ($P < 0.05$) cuando se empleó pasta de soya y se demostró un efecto positivo del período de gestación sobre la retención de nitrógeno. Tanto la fuente de proteína como el período de gestación influyeron en la relación entre retención de nitrógeno y el consumo de nitrógeno aparentemente digerido. Los coeficientes de regresión lineal fueron 0.043, 0.128 y 0.216 para la pasta de soya y de -0.109, -0.020 y -0.016 para la urea, durante los períodos P1, P2 y P3 de gestación.

Introducción

Si bien es cierto que la capacidad de los rumiantes para utilizar nitrógeno no proteico para la síntesis de proteína microbiana ha sido reconocida desde hace ya bastante tiempo (Weiske, Schrodt y Danger, 1879, citado por Helmer y Bertley, 1971; Munro, 1964; Oltjen, 1969; Purser, 1970), el grado en el cual nitrógeno no proteico (NNP) puede reemplazar la proteína convencional en las dietas de borregas gestantes no ha sido determinado.

A través del estudio de varias revisiones bibliográficas (Waldo, 1968; Smith, 1969;

Recibido para su publicación el 23 de septiembre de 1981.

¹ Jefe Regional Programa Nutrición Animal. Coordinación Pacífico Norte. INIP-SARH, López Mateos Sur N° 117, Guadalajara, Jal.

² Departamento de Producción Animal. Rowett Research Institute. Bucksburn, Aberdeen, Escocia.

Hume, Moir y Somers, 1970; Hogan y Weston, 1970), se puede obtener un conocimiento del metabolismo de nitrógeno en rumiantes y la función que los microorganismos ruminales tienen en la utilización de amoníaco como fuente de N₂ en la síntesis de proteína microbiana.

Somers (1961) y Houpt (1970), han estudiado aspectos específicos en el metabolismo del nitrógeno a nivel de reciclamiento de urea a través de la saliva así como la difusión directa de urea del torrente sanguíneo al rumen y la magnitud en que estos procesos pueden ser influenciados por la composición de la dieta.

A pesar de que las opiniones varían con relación a la expresión matemática que mejor pueda calcular la curva de crecimiento del feto (Langlands y Sutherland, 1968), es ampliamente aceptado el hecho de que el 80% del total del N₂ requerido por los productos de la concepción es depositado durante el 4º y 5º mes de gestación. Se conocen estimaciones de aumentos en la retención de N₂ de aproximadamente 1 a 6 g por día en borregas de 60 kg de peso con gestación doble, durante estos dos últimos meses de concepción.

Con relación al efecto que la gestación *per se* tiene sobre el metabolismo del N₂ se sabe que si bien la digestibilidad aparente del mismo no es modificada (Head, 1953; Robinson y Forbes, 1968), la retención de N₂ sí se altera conforme avanza la gestación (Graham, 1964, 1968; Robinson y Forbes, 1967; Robinson *et al.*, 1970, 1971).

Resultados obtenidos por Nolan y Leng (1970) usando urea marcada C¹⁴ muestran un incremento en la utilización del N₂ digerido durante el último tercio de la gestación en borregas alimentadas con niveles adecuados de energía pero limitantes en proteína, lo que se atribuyó a un aumento en la cantidad de urea que recicló al rumen y su subsecuente utilización en la síntesis de proteína microbiana. Si es cierto que este mecanismo existe, parecería razonable pensar en una mayor capacidad por parte de las borregas gestantes de utilizar NNP. El presente estudio fue diseñado para conocer el grado

de utilización de NNP en comparación con una fuente de proteína convencional ofrecida a borregas a partir de la segunda mitad de la gestación.

Material y métodos

Animales. Se usaron 24 borregas de la raza Finnish-Landrace × Polled Dorset Horn con una edad promedio de 14-15 meses, las cuales se dividieron en dos grupos de acuerdo a su fecha de empadre, con el objeto de tener un intervalo de gestación de 15 días entre ellas. Esto permitió alternar los animales cada 2 semanas entre cajas metabólicas y corrales individuales aumentando así al doble el número de observaciones para la misma etapa de gestación.

Dietas. Uno de los factores principales a considerar cuando se trata de evaluar el grado en el cual proteína convencional puede ser substituida por urea en la alimentación de rumiantes, es el uso de una ración base o control cuya proporción de proteína a energía sea lo suficientemente baja para permitir que se manifiesten los efectos de suplementación proteica (Balch, 1967); de tal manera, se adoptó un solo nivel de energía y tres de proteína con base en incrementos en la soya o urea según el tratamiento (Cuadro 1).

Se escogió la pasta de soya como la fuente de proteína convencional en virtud de que existe bastante información en la

CUADRO 1

Fuente y nivel de proteína y nivel de energía en los tratamientos empleados

	SIMBOLO	(N × 6.25) %
Testigo	(T)	9.5
Pasta de Soya, nivel 1	(PS 1)	12.0
Pasta de Soya, nivel 2	(PS 2)	14.5
Urea nivel 1	(U 1)	12.0
Urea nivel 2	(U 2)	14.5

Energía metabolizable calculada para todas las dietas (Kcal/g)—2.4.

literatura y los resultados podrían ser así comparados con éstos.

Las dietas consistieron en forraje y concentrado en una proporción de 60 y 40% respectivamente. Su composición porcentual, valor nutritivo y nivel de alimentación aparecen en el Cuadro 2.

se calculó por medio de regresión lineal de peso vivo en tiempo. Después del parto, se pesaron tanto las borregas como las crías, calculándose el cambio de peso vivo de la madre por medio de la diferencia entre el peso vivo después del parto y el registrado al inicio del experimento.

CUADRO 2
Composición porcentual, valor nutritivo y nivel de alimentación de las dietas experimentales

Tratamiento	C	PS 1	PS 2	U 1	U 2
COMPOSICION PORCENTUAL:					
Heno de Rye Grass Picado	40	40	40	40	40
Cebada Molida	57.6	52.2	46.8	56.8	56.1
Pasta de Soya	—	5.4	10.8	—	—
Urea	—	—	—	0.8	1.5
Harina de Hueso, Sal, Minerales y Vitaminas*	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
VALOR NUTRITIVO:					
% Proteína cruda en base seca	10.0	12.0	14.4	12.3	14.7
Energía metabolizable calculada (Kcal/g)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Nivel de alimentación (g/kg ^{0.75} /día) ^b	65	65	65	65	65

* Composición calculada de vitaminas y minerales por tonelada de alimento. Vitamina A, 9×10^6 UI; Vitamina D, 1.8×10^6 UI; Vitamina E, 35×10^3 UI; MgO, 350 g; ZnSO₄·7H₂O, 260 g; MnSO₄·H₂O, 125 g; KIO₃, 0.35 g; CoSO₄·7H₂O, 0.75 g.

^b Basado en el peso metabólico (kg^{0.75}) de los animales al principio del experimento y mantenido durante todo el transcurso del mismo.

Manejo. Todos los animales contaron con un período de acostumbramiento a las dietas experimentales, en el cual se ofrecieron niveles crecientes de la dieta hasta alcanzar el consumo esperado.

El sistema de alimentación consistió en ofrecer la ración diaria en dos partes iguales, una a las 9 hs y la otra a las 15 hs. El concentrado era suministrado 15 minutos antes que el forraje. El consumo de agua se mantuvo *ad libitum*.

Registro individual de pesos. Todas las borregas se pesaron al principio y al final de cada período de digestibilidad y balance de nitrógeno, así como lo más próximo posible antes del parto. La ganancia diaria promedio de peso de la borrega gestante

Producción de lana. Se estimó con base en la técnica de áreas laterales de muestreo, en la cual una superficie estándar a ambos costados del animal es trasquilada y tatuada al principio del experimento. La producción lanar se estima con base en lana desecada a 100 C durante 43 hs obtenida en un segundo muestreo de la misma área al final del experimento.

Pruebas de digestibilidad y balance de nitrógeno. Se realizaron tres períodos de prueba en cada animal, a los 85-95 días (P1), 110-120 (P2) y 130-140 (P3) de gestación. Durante estos períodos, las borregas permanecieron en las cajas de recolección que permitieron la obtención de heces y orina por separado. Las heces

y orina de cada animal se almacenaron durante los 8 días de colección, usándose como preservativo ácido sulfúrico al 1% y al 0.5% respectivamente. Al final de cada período de recolección, el total de muestra recolectada se pesó, mezcló perfectamente y muestreó para análisis químicos subsiguientes.

Muestras de sangre. Con el objeto de conocer los cambios que en el nivel de urea plasmática pudiesen ocurrir como consecuencia de los tratamientos y período de gestación se tomaron muestras de sangre de cada borrega al finalizar los períodos de recolección. El plasma se obtuvo por centrifugación de la sangre a 3,000 rpm durante 10 minutos.

Análisis químicos. La materia seca del alimento, del sobrante de la dieta diaria y de las heces se determinó usando un horno de aire forzado a 100 C durante 48 hs y cenizas, en una mufla ajustada a 580 C durante 24 hs.

El nivel de nitrógeno total en el alimento, en las heces y orina se calculó usando el procedimiento de digestión normal en Macro-Kjeldahl sugerido por la AOAC (1965). El contenido de nitrógeno del producto digerido así obtenido se determinó colorimétricamente con base en el complejo indofenol azul en un Autoanализador Technicon, según modificación de Davidson, Mathieson y Boyne (1970). En cuanto a la estimación de la concentración de urea en plasma y orina, ésta se llevó a cabo utilizando igualmente un procedimiento automático en base a un Autoanализador Technicon.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se usó un diseño al azar para determinar el efecto que niveles y fuentes de nitrógeno suplementario pudiesen tener sobre la dieta basal. Ocho borregas recibieron el tratamiento control y 4 en cada uno de los dos niveles de soya y urea; sin embargo, debido a la pérdida de algunas observaciones, el análisis estadístico se basó en 3 repeticiones por tratamiento. Para determinar la significancia en los niveles de suplementación de nitrógeno, se usó

un análisis ortogonal sobre los coeficientes lineales de las comparaciones.

Resultados

En el Cuadro 3 aparecen los valores promedios de peso inicial de los animales así como los consumos diarios de nutrientes expresados con base en peso metabólico, con el objeto de poder hacer comparaciones entre sí.

Si se compara el consumo de energía metabolizable registrado por las borregas en este experimento con los valores de mantenimiento de que informan Forbes y Robinson (1969), resulta ser 1.4 veces estos últimos.

Resultados de producción. Tanto la ganancia de peso de las borregas como el peso de la camada y la producción de lana se presentan en el Cuadro 3.

No hubo efecto significativo de los tratamientos sobre ganancia de peso en las borregas, pérdidas de peso al momento del parto ni peso de las crías al nacer, siendo la producción de lana la única afectada por el nivel de suplementación.

Pruebas de digestibilidad. No se encontró efecto significativo del período de gestación sobre los coeficientes de digestibilidad de materia seca, materia orgánica o nitrógeno.

Para la comparación entre tratamientos, los valores promedios de las digestibilidades durante los tres estados de gestación estudiados se promediaron y analizaron estadísticamente. Los valores medios por tratamiento, junto con el error estándar y los niveles de significancia estadística se muestran en el Cuadro 4.

Los valores de nitrógeno digerido aumentaron conforme aumentó el contenido de nitrógeno en la dieta. Ni la fuente ni el nivel de suplementación de nitrógeno afectaron los coeficientes de digestibilidad de la materia seca y orgánica.

Pruebas de balance de nitrógeno. a) Efecto de la fuente de nitrógeno dietario. Con el objeto de analizar el efecto de tratamiento sobre las pruebas de balance de

CUADRO 3

Consumo de nutrientes y datos de producción

Tratamiento	C	PS 1	PS 2	U 1	U 2	Error estándar	^b Diferencias significativas debidas a:			
							Nivel de suplementación		Entre las fuentes	
							P. S.	U.		
CONSUMO (gm/kg de peso metabólico por día):										
Materia seca	48.4	45.2	44.5	45.5	46.8					
Materia orgánica digest. (N × 6.25) aparentemente digerido	31.9	31.4	32.0	31.7	33.1					
Energía metabolizable ^a (Kcal).	119.5	117.6	120.1	118.9	124.0					
DATOS DE PRODUCCION:										
Peso inicial (kg)	55.8	62.9	56.7	57.7	58.9					
Ganancia peso vivo (kg/día)	0.173	0.167	0.151	0.152	0.161	0.017	N.S.	N.S.	N.S.	
Peso \bar{X} borregos al nacer (kg)	2.8 (4.8) ^c	sencillo	2.5 (5.8)	1.8 (5.5)	2.5 (5.4)	2.9 (6.1)	0.67	N.S.	N.S.	N.S.
		doble	6.0	5.8	5.3	6.2				
Ganancia o pérdida de peso de la madre (g/día) ^d	44.0	-17.3	10.7	-7.0	24.0	22.3	N.S.	N.S.	N.S.	
Producción de lana (mg/cm ² /día)	0.59	0.45	0.42	0.46	0.43	0.054	*	+	N.S.	

^a Calculada con base en el factor de conversión: 1g MOD = 3.75 Kcal E.M., para una dieta similar con 60% de forraje y 40% concentrado (Blaxter y Wainman, 1964).

^b N.S. = No significativo; + = 0.05 < P < 0.10; * = P < 0.05.

^c Los valores entre paréntesis son los promedios empleados para el análisis estadístico.

^d Calculada como la diferencia entre peso final de la madre, después del parto, menos peso vivo inicial, dividido entre número de días experimentales.

CUADRO 4
Coeficientes de digestibilidad y balance de nitrógeno

Tratamiento	C	PS 1	PS 2	U 1	U 2	Error estándar	Diferencias significativas debidas a:		
							Nivel de suplementación		Entre las fuentes
							P. S.	U.	
COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD:									
Materia seca	67.7	66.9	70.0	67.3	68.3	0.80	N.S.	N.S.	N.S.
Materia orgánica	69.9	69.3	71.9	69.6	70.8	0.87	N.S.	N.S.	N.S.
Nitrógeno	53.2	57.6	69.6	60.4	63.5	1.83	***	**	N.S.
BALANCE DE NITROGENO:									
Consumo de nitrógeno (g/día)	15.61	20.48	22.51	20.00	24.81	0.96	***	***	N.S.
Nitrógeno fecal (g/día)	7.35	8.49	6.87	7.90	9.08	0.62	N.S.	+	N.S.
Nitrógeno de orina (g/día)	5.20	8.05	11.72	8.85	13.02	0.66	***	***	N.S.
Nitrógeno ureico (g/día)	2.40	5.00	8.70	5.60	9.60	0.51	***	***	N.S.
Retención de nitrógeno (g/día)	3.07	3.94	3.92	3.25	2.70	0.37	N.S.	N.S.	*
Retención de nitrógeno (g/kg ^{0.75} /día)	0.151	0.175	0.191	0.158	0.125	0.021	N.S.	N.S.	+

* N.S. = No significativo; + = 0.05 < P < 0.10; * = P < 0.05; ** = P < 0.01; *** = P < 0.001.

nitrógeno se promediaron los resultados obtenidos durante los tres períodos de gestación y sobre ellos se realizó el análisis estadístico. Los valores promedios de cada tratamiento junto con las comparaciones estadísticas aparecen en el Cuadro 4.

Se observó una tendencia ($0.05 < P < 0.10$) en el aumento de nitrógeno fecal conforme aumentó el nivel de urea suplementario.

La eliminación de nitrógeno total en la orina y el nitrógeno ureico aumentaron significativamente conforme se incrementó el consumo de nitrógeno, sin manifestarse diferencias significativas entre pasta de soya y urea.

El porcentaje de nitrógeno total eliminado en la orina representado por nitrógeno ureico aumentó de 46.1% de la dieta basal a 62.1 y 74.2 en los dos niveles de soya suplementaria, y a 63.2 y 73.7 para los de urea.

A pesar de que el aumento en los niveles de nitrógeno retenido entre la dieta basal y el tratamiento PS1 fue de 0.86 g/día, esta diferencia no alcanzó a ser significativa. Hubo una mayor retención de nitrógeno entre los tratamientos a base de pasta de soya que en los basados en urea.

Los valores promedios de concentración de urea en plasma durante los últimos 60 días de gestación fueron 18.1, 29.3, 25.7, 28.8 y 30.1 mg/100 ml para C, PS1, PS2, U1 y U2 respectivamente. El aumento en la concentración en relación con la suplementación fue significativo tanto para soya ($P < 0.05$) como para urea ($P < 0.01$).

El promedio de la concentración de urea en plasma para los tratamientos con urea fue de 29.7 y de 27.5 para los de soya, no existiendo diferencia significativa entre ambos.

b) *Efecto del período de gestación.* El período de gestación no influyó en la eliminación de nitrógeno fecal, siendo los valores para los períodos 1, 2, 3 de 7.7, 8.0 y 8.1 g/día respectivamente. En comparación, la cantidad de nitrógeno eliminado con la orina decreció de 9.7 g/día en P1, gestación aproximada de 90 días, a 9.1 en P3, antes del parto. Los valores

correspondientes de urea en plasma fueron de 27.5 (P1) y 26.3 mg/100 ml (P3), registrándose un aumento en la retención de nitrógeno conforme avanzó la preñez, de P1 a P3, de 2.9 a 3.6 g/día respectivamente.

En las figuras 1 y 2 se representa para cada período de gestación la relación existente entre los niveles de nitrógeno digerido y retención de nitrógeno, eliminación de nitrógeno en la orina y concentración de urea en plasma.

Discusión

Ingestión de nutrientes. Uno de los mayores problemas en el presente experimento fue la selección de un nivel adecuado de energía en la dieta, en virtud de la interacción entre energía consumida y el aprovechamiento de nitrógeno, demostrada por Balch (1967).

El nivel de energía metabolizable (EM) ingerido por encima de los requerimientos maternos de mantenimiento en el presente estudio fue de 200 Kcals/kg de borrego al nacer, similar al mencionado por Robinson *et al.* (1971), utilizando animales semejantes y en el cual se obtuvo una respuesta favorable en la retención de nitrógeno cuando la concentración de proteína cruda en la dieta aumentó de 12.3 a 16.5%.

El consumo promedio (de nitrógeno \times 6.25) varió de 98 g/día en el tratamiento testigo (T) a 150 g/día en el nivel máximo de suplementación; estas cantidades son consideradas adecuadas para cubrir el rango crítico de utilización de proteína para borregas gestantes de esta raza y edad semejante, con un promedio de parición de 1.6 borregas por animal (Robinson *et al.*, 1971).

El consumo promedio de materia seca en todos los tratamientos fue relativamente constante, lo que indica que para el nivel de alimentación adoptado, ni el nivel mínimo de proteína escogido (tratamiento testigo), ni la presencia de 2.5% de urea en el concentrado fueron factores que pudiesen haber afectado los consumos, tal y como informan Elliott y Topps (1963).

Producción. El hecho de no haberse detectado diferencia significativa en la ganancia de peso vivo de las borregas en ninguno de los tratamientos podría considerarse inesperado, pero Klosterman *et al.* (1953), informan de resultados similares utilizando un rango aún mayor de consumos (de nitrógeno \times 6.25). Igualmente, el peso de los corderos al nacer, la pérdida de peso materno al momento del parto y los cambios de peso materno durante la gestación no mostraron efecto significativo de tratamiento. Aun cuando el número de observaciones empleado en el presente trabajo dio como resultado una considerable variación estándar para las variables de producción, Robinson *et al.* (1971) con anterioridad han recalcado la insensibilidad de los valores de producción en experimentos de relativa corta duración, como adecuados para juzgar efectos de suplementación proteica. McClelland y Forbes (1969) al investigar consumos de proteína que variaban de 66 a 108 g/día no encontraron diferencias significativas en cuanto a pérdida de peso después del parto y cambios en el peso de la madre, y un reducido efecto sobre peso del cordero al nacer.

La mayor producción de lana en el tratamiento testigo ($P < 0.05$) no corresponde al efecto esperado en una suplementación proteica (Reis y Schinckel, 1961); quizá el menor peso de los corderos al nacer en este tratamiento (no significativo) favoreció la producción de lana.

Digestibilidad de nutrientes. El período de gestación no produjo modificaciones detectables estadísticamente en la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y nitrógeno. Estos resultados concuerdan con lo que informan Head (1953) y Robinson y Forbes (1967) interpretándose como una indicación de que el período preliminar de adaptación a las dietas fue lo suficiente para permitir una completa estabilización de la flora ruminal desde el primer período de recolección realizado.

Se observó una tendencia a aumentar la digestibilidad de la materia seca con-

forme se incrementó el nivel de pasta de soya suplementaria ($0.05 < P < 0.10$). Efectos similares observados se han atribuido a un incremento en la actividad de la flora microbiana del rumen sobre el material ingerido (Hungate, 1966; Hogan y Weston, 1970). Esta posible mayor actividad microbiana en las dietas a base de pasta de soya en comparación con las que contenían urea no se debió al nivel de energía, de nitrógeno *per se* consumido, o de ambos, ya que éstos fueron similares en ambos tratamientos. Una más lenta liberación de nitrógeno en el rumen y simultánea con la disponibilidad de energía en éste, así como una mayor proporción de proteína dietaria disponible a nivel intestinal en dietas que contenían pasta de soya, son factores que han sido mencionados como contribuyentes en la respuesta animal cuando se comparan diferentes fuentes de proteína para rumiantes (Hume, 1970 a y b; Hume y Bird, 1970; Ørskov, Fraser y Corse, 1970; Kempton y Nolan, 1978; Leng, 1978).

La digestibilidad aparente del nitrógeno fue 2.8 unidades porcentuales mayor en el tratamiento U1 que en el PS1, lo que concuerda con lo que informan Ludwick, Fontenot y Tucker (1971). A niveles mayores de suplementación, el efecto fue contrario, debido probablemente a una limitación en la disponibilidad de energía para una mayor síntesis de proteína microbiana a este nivel de consumo de nitrógeno.

Los coeficientes de digestibilidad aparente del nitrógeno aumentaron conforme se aumentó el nivel de suplementación ($P < 0.01$ para soya y $P < 0.05$ para urea). Esto se puede explicar con base en que conforme el consumo de nitrógeno es menor la excreción de nitrógeno representa relativamente una mayor proporción del consumido. La mayor parte de este nitrógeno endógeno tiene un origen microbiano (Mason, 1969).

La expresión matemática que determina la regresión lineal entre el porcentaje de nitrógeno en la dieta (% ND) sobre el porcentaje de la digestibilidad aparente del

nitrógeno de la dieta (% DAND), ha sido empleada para calcular tanto el nitrógeno endógeno eliminado como para la digestibilidad verdadera del nitrógeno (Elliott y Topps, 1964). En el presente estudio, el % DAND para los tratamientos C, PS1, U1 y U2, fue de 0.83, 1.12, 1.19 y 1.48 respectivamente, obteniéndose una relación lineal altamente significativa ($P < 0.001$) con el % ND: $y = 0.848 (\pm 0.047)$; $\times 0.494 (\pm 0.089)$, en donde x es el % ND y, % DAND. De lo anterior se desprende que el nivel de nitrógeno endógeno y la digestibilidad verdadera del nitrógeno fue de 0.49 g/100 g de alimento y 85% respectivamente, para los tratamientos testigo, pasta de soya 1, urea 1 y 2, valores que se encuentran dentro del rango estipulado por el Consejo de Investigación Agrícola Británico (Agricultural Research Council, 1965). El tratamiento de soya a nivel (PS2) no ha sido considerado en la anterior regresión en virtud de que el nivel de nitrógeno eliminado en heces fue menor que en el resto de los tratamientos, al mismo tiempo que se obtuvo una mayor digestibilidad aparente del mismo, lo que dio como resultado que sus datos cayeran fuera de la regresión lineal calculada, indicando así una mayor digestibilidad verdadera de nitrógeno a este nivel de suplementación de pasta de soya, como consecuencia de un posible escape de ésta a la fermentación ruminal y su subsecuente utilización en abomaso e intestinos (Friskov, Fraser y Corse, 1970).

Balance de nitrógeno. La fuente de nitrógeno suplementario, el nivel de suplementación del mismo y el período de gestación durante el cual se realizaron las pruebas de retención de nitrógeno, afectaron la excreción de nitrógeno en orina, tanto total como ureico, así como el grado de aprovechamiento de éste (Figs. 1 y 2).

Los coeficientes de regresión lineal entre el consumo de nitrógeno aparentemente digestible suministrado por soya (x , g/día) y retención de nitrógeno (y , g/día) durante los períodos P1, P2 y P3 fueron 0.043, 0.128 y 0.216 respectivamente. Ro-

binson *et al.* (1971), mencionan aumentos similares como consecuencia directa en la disminución del nitrógeno total excretado en la orina. Este aumento en la retención de nitrógeno corresponde al período de rápido crecimiento fetal (últimos dos meses de gestación), lo que se refleja en un mayor potencial de almacenamiento de nitrógeno durante esta etapa (Graham, 1964).

De acuerdo con los valores calculados por Langlands y Sutherland (1968) de niveles de deposición de nitrógeno en feto y estructuras anexas a los 90 días de gestación y los requerimientos proteicos para producción de lana (ARC, 1965) se calcula que una retención de nitrógeno de 2 g diarios será suficiente para satisfacer estas demandas. En virtud de que las borregas en el tratamiento control retenían 3 g diarios de nitrógeno durante el período P1 y por lo tanto cubrían sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento fetal, no es sorprendente el hecho de que se hubiese obtenido una pobre respuesta con la suplementación de nitrógeno con base en pasta de soya durante este período de gestación, como lo demuestra la pequeña inclinación de la línea en la figura 1, período P1.

Sin embargo, el razonamiento anterior no explica la disminución en la retención de nitrógeno, cuando la dieta testigo fue suplementada con urea (inclinación negativa de la línea, fig. 1, período P1). Esta disminución se debió a una mayor eliminación de nitrógeno total en la orina en las dietas suplementadas con urea en comparación con pasta de soya. El nitrógeno eliminado en forma de urea fue responsable del 80% en este incremento. Independientemente de que efectos similares han sido observados en becerras (M. Kay, Instituto de Investigación Rowett, comunicación personal), se requiere mayor investigación para determinar la razón del aumento en la excreción de nitrógeno urinario.

Mientras que en las dietas de pasta de soya, prácticamente el 100% de la disminución en la eliminación de nitrógeno total en la orina entre el período P1 y P3 se

FIG: 1.- RELACION ENTRE EL CONSUMO DE NITROGENO APARENTEMENTE DIGERIDO Y LA RETENCION DE ESTE EN BORREGAS GESTANTES: CONTROL (o); NIVEL 1 DE SUPLEMENTACION DE N₂ (Δ) Y NIVEL 2 (●).

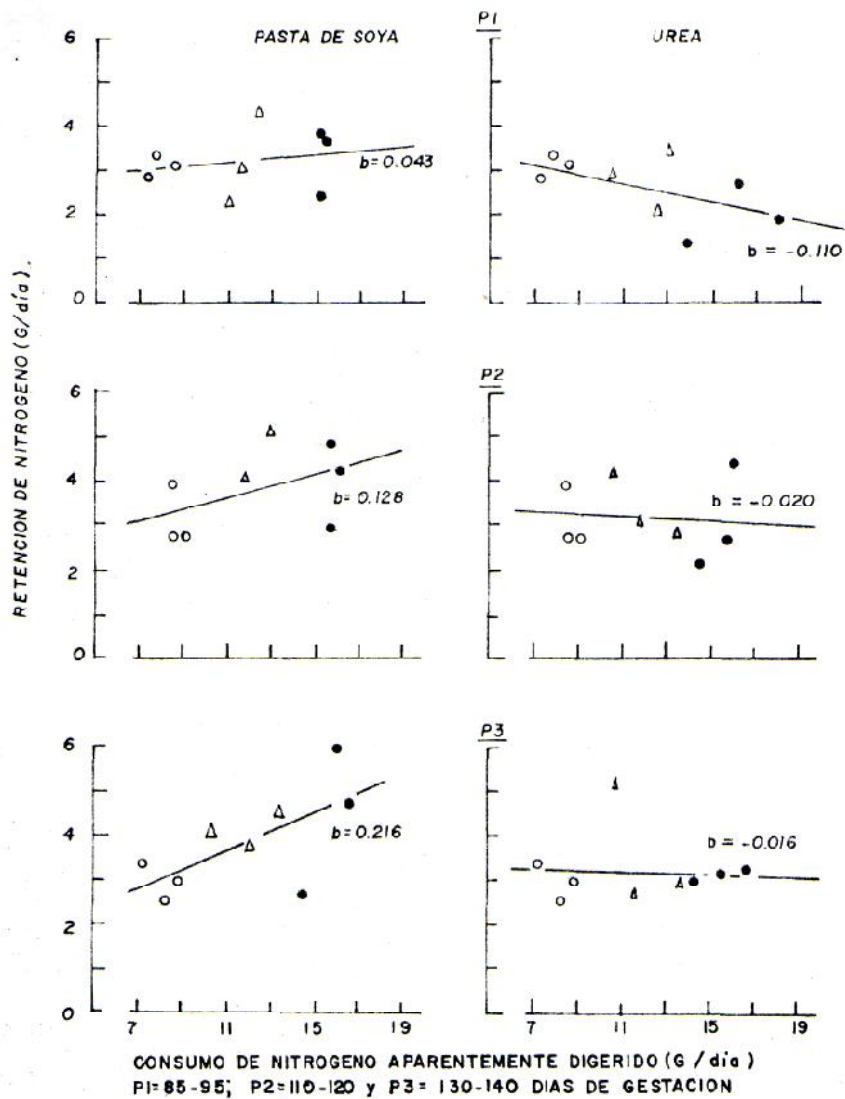
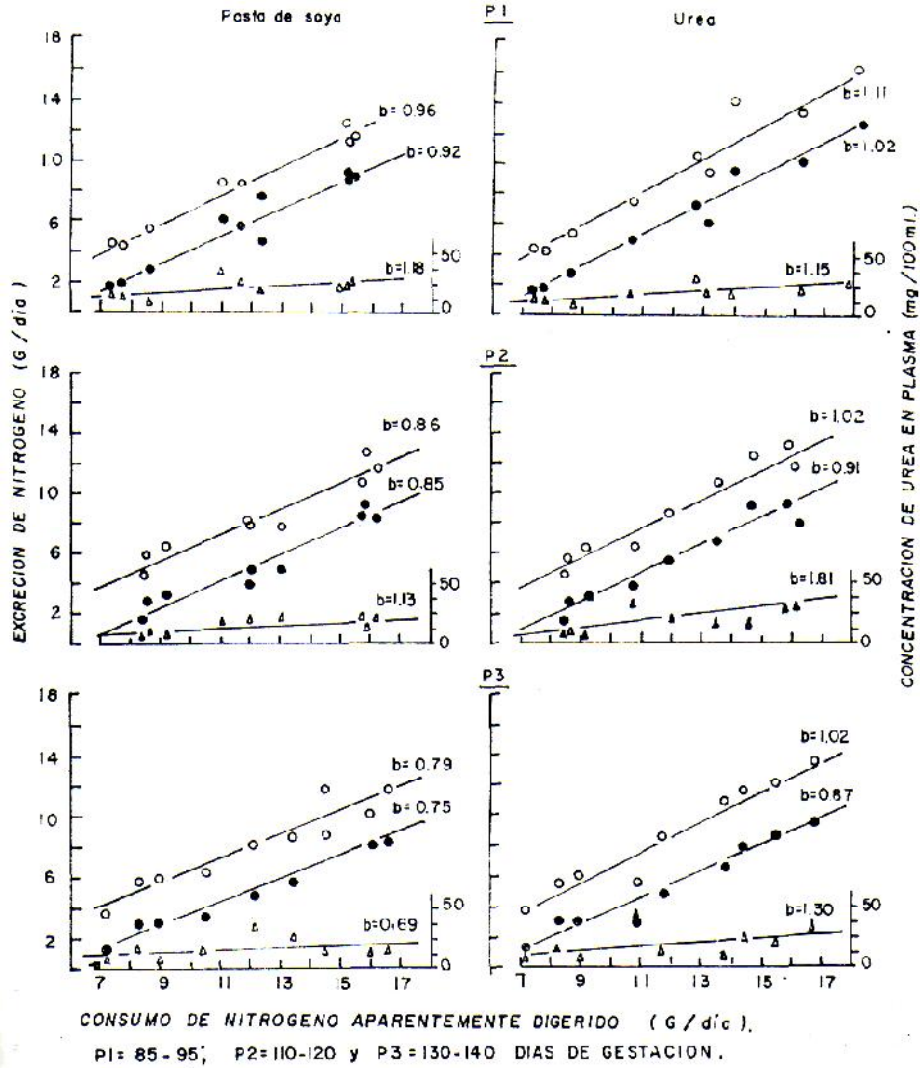


FIG.2: RELACION ENTRE EL CONSUMO DE NITROGENO APARENTEMENTE DIGERIDO Y LA EXCRECION DE ESTE EN TERMINOS DE NITROGENO TOTAL EN ORINA (○) NITROGENO UREICO EN ORINA (●) Y UREA EN PLASMA (△) EN BORREGAS GESTANTES.



debió a la reducción en los niveles de nitrógeno ureico excretado, para las dietas con urea, durante el mismo lapso, la reducción en la eliminación de nitrógeno con urea representó el 166% en comparación con los niveles totales de nitrógeno excretado en la orina. Lo anterior es de interés particular ya que indica un aumento en la excreción de otros compuestos nitrogenados en la orina durante estados avanzados de preñez (Graham, 1968). En el presente estudio, este fenómeno puede ser el resultado de cierta indisponibilidad del nitrógeno ureico para fines de producción: crecimiento del feto. Comparaciones entre el nivel actual de nitrógeno retenido en el tratamiento U2 con el establecido como requerimiento durante el último tercio de desarrollo del feto y sus envolturas, así como la producción de lana, manifiestan una deficiencia de aproximadamente 2 gramos de nitrógeno diarios. Dado que el peso de los corderos al nacer, producto de las borregas sujetas a este tratamiento, fue considerado normal, se presupone un catabolismo de la proteína corporal materna para cubrir las exigencias de aminoácidos ejercida por el feto. El hecho de que los cambios en el peso de la madre expresados en el Cuadro 3 no corresponden a esta consideración, se puede deber al alto grado de variación detectado para este parámetro.

Nolan y Leng (1970) sugieren que el incremento en la utilización de nitrógeno durante estados avanzados de preñez con dietas formuladas con fuentes de proteína convencional, puede deberse a un aumento en la cantidad de urea que recicla al rumen. La ventaja de este mecanismo, como aportador de nitrógeno para la flora microbiana, puede ser desaprovechada en condiciones en las cuales la disponibilidad de energía es factor limitante en la síntesis de proteína microbiana. En vista de que no hubo respuesta en cuanto a retención de nitrógeno cuando la dieta testigo fue suplementada con urea, se supone que su relación energía-proteína era adecuada para promover un máximo de síntesis proteica microbiana.

La disminución en la concentración de

urea en el plasma sanguíneo conforme avanzaba la preñez en los animales que consumieron las dietas con pasta de soya, en comparación con un aumento de concentración en las que consumieron urea, se puede considerar como indicativo de un mejor aprovechamiento de nitrógeno presente en la soya. Este incremento en la concentración de urea en plasma conforme avanzaba la gestación pudo haber sido consecuencia de una mayor absorción de amonio del rumen, su conversión a urea en el hígado y finalmente su almacenamiento en un volumen mayor de plasma sanguíneo, sin que esto representara ningún beneficio nutricional inmediato.

Conclusiones

Bajo las condiciones experimentales en que se llevó a cabo el presente trabajo, se puede concluir: 1º Un porcentaje del 10% de proteína cruda en dietas conteniendo 2.4 Mcals de energía metabolizable por kilogramo de materia seca y consumidas a un nivel de 120 Kcal/^{kg} 0.75 al día, fue suficiente para cubrir las demandas en este nutriente para borregas Finnish-Landrace × Polled Dorset Horn de 15 meses de edad a partir de la segunda mitad de la gestación.

2º El incremento en los porcentajes de proteína cruda en la dieta, a un mismo nivel de consumo de energía metabolizable, independientemente de la fuente, no se manifestó en parámetros productivos considerados, lo que indicó su insensibilidad para detectar diferencias nutricionales de esta índole.

3º Ni la fuente de nitrógeno ni el período de gestación tuvieron un efecto significativo en la digestibilidad aparente de los nutrientes dietarios.

4º La retención de nitrógeno fue significativamente superior ($P < 0.05$) en animales que consumieron pasta de soya en comparación con urea.

5º La retención de nitrógeno en dietas a base de pasta de soya aumentó conforme progresó la gestación, siendo este efecto inferior para las dietas con urea.

6° Los resultados obtenidos no confirman ningún beneficio en suplementar con urea una dieta basal con 10% de proteína cruda y 2.4 Mcal/kg de energía metabolizable, ofrecida a borregas a partir de la segunda mitad de la gestación.

Summary

1. Twenty-four Finnish-Landrace × Polled Dorset Horn pregnant ewes of average age 14 to 15 months were used in an experiment to compare the effects on production and nitrogen utilization of supplementing a basal control diet containing 9.5 per cent crude protein in DM with either urea or soybean meal to give diets containing 12.0 and 14.5 per cent (nitrogen × 6.25). All the diets contained 2.4 Mcals metabolizable energy/Kg of DM.

2. Eight ewes were allocated to the basal control diet and eight to each of the two sources of nitrogen supplementation, giving four ewes on each level of supplementation.

3. The ewes received their experimental diets from approximately 55 days of gestation and nitrogen balances trials were carried out at approximately 85-95 (P1), 110-120 (P2) and 130-140 (P3) days of pregnancy. For the three ewes on each treatment a single and two sets of twin lambs were produced.

4. Ewe liveweight gain, lamb birth weight, weight loss at parturition and ma-

ternal body weight change were not significantly affected by either the source or level of nitrogen supplementation.

5. Neither the source of nitrogen nor the period of gestation had a significant effect on the digestibility of dietary nutrients.

6. Nitrogen retention was significantly higher ($P < 0.05$) for the soybean meal than for the urea supplemented diets.

7. While there was a linear increase in nitrogen retention between periods P1 and P3 of gestation on the soybean supplemented diets, the increase only occurred between periods P1 and P2 on the urea supplemented diets.

8. Both the source of nitrogen supplementation and the period of gestation affected the relationship between nitrogen retention and apparently digested nitrogen intake. The coefficients for the linear regressions were 0.043, 0.128 and 0.216 for the soybean meal and -0.109, -0.020 and -0.016 for the urea supplemented diets at P1, P2 and P3 respectively.

9. The levels of nitrogen retention for both sources of supplement are discussed in relation to the requirements for foetal growth. While it is concluded that more work will be required to assess the efficiency of nitrogen utilization in urea supplemented diets for the pregnant ewe, doubt is cast on its usefulness as a nitrogen supplement in late pregnancy.

Literatura citada

- Agricultural Research Council, 1965, The Nutrient Requirements for Livestock N° 2, Ruminants, *Agricultural Research Council*, London.
- Association of Official Agricultural Chemists, 1965, Methods of Analysis, 10th ed., *Association of Official Agricultural Chemists*, Washington, D.C.
- BALCH, C.C., 1967. Problems in predicting the value of non-protein nitrogen as a substitute for protein in rations for farm animal ruminants, *Wld. Rev. Anim. Prod.*, 3:84.
- BLAXTER, K.L. and F.W. WAINMAN, 1946, The utilization of the energy of different rations by sheep and cattle for maintenance and for fattening, *J. agric. Sci., Camb.* 63:113.
- DAVIDSON, J., J. MATHIESON, and A.W. BOYNE, 1970, The use of automation in determining nitrogen by the Kjeldahl method, with final calculations by computer, *Analyst*, 95:181.
- ELLIOTT, R.C. and J.H. TOPPS, 1963, Voluntary intake of low protein diets by sheep, *Anim. Prod.*, 5:269.
- ELLIOTT, R.C. and J.H. TOPPS, 1964, Studies of protein requirements 3, Nitrogen balance trials on Black head Persian sheep given diets of different energy and protein content, *Br. J. Nutr.*, 18:245.

- FORBES, T.J. and J.J. ROBINSON, 1969, A study of the energy requirements of weaned lambs, *Anim. Prod.*, 11:389.
- GRAHAM, N. McC., 1964, Energy exchanges of pregnant and lactating ewes, *Aust. J. agric. Res.*, 15:127.
- GRAHAM, N. McC., 1968, Effects of undernutrition in late pregnancy on the nitrogen and energy metabolism of ewes, *Aust. J. agric. Res.*, 19:555.
- HEAD, M.J., 1953, The effect of pregnancy and lactation in the ewe on the digestion of the ration with a note on the partition of nitrogen in the foetus at full term, *J. agric. Sci. Camb.*, 43:214.
- HELMER, L.G. and E.E. BERULEY, 1971, Progress in the Utilization of Urea as a Protein Replacer for Ruminants: A review, *J. Dairy Sci.*, 54:25.
- HOCAN, J.P. and R.H. WESTON, 1970, In Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant, A.T. Phillipson, editor, Newcastle upon Tyne, *Oriel Press.*, 474.
- HOUPY, T.R., 1970, In Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant, A.T. Phillipson, editor, Newcastle upon Tyne, *Oriel Press.*, 119.
- HUME, I.D., R.J. MOIR and M. SOMERS, 1970, in the rumen. A response to higher volatile fatty acids, *Aust. J. agric. Res.* 21:297.
- HUME, I.D., 1970b, Synthesis of microbial protein in the rumen, The effect of dietary protein, *Aust. J. agric. Res.*, 21:305.
- HUME, I.D. and P.R. BIRD, 1970, Synthesis of microbial protein in the rumen. The influence of the level and form of dietary sulphur, *Aust. J. agric. Res.*, 21:315.
- HUME, I.D., R.J. MOIR, and M. SOMERS, 1970, Synthesis of microbial protein in the rumen. Influence of the level of nitrogen intake, *Aust. J. agric. Res.*, 21:285.
- HUNSCATE, R.E., 1966, The Rumen and its Microbes, *Acad. Press Inc.*, London and New York.
- KEMPTON, T.J. and J.V. NOLAN, 1978, Recent advances in the feeding of by-pass protein meals for growth and wool production. En: "Recent Advances in Animal Nutrition" 1978, *The University of New England Publishing Unit.*, Armidale, Australia, 89.
- KLOSTERMAN, E.W., D.W. BOLIN, M.L. BUCHANAN, F.M. BOLIN and W.E. DINUSSON, 1953, Protein requirements of ewes during breeding and pregnancy, *J. Anim. Sci.*, 12:188.
- LANGLANDS, J.P. and H.A.M. SUTHERLAND, 1968, An estimate of the nutrients utilized for pregnancy by Merino sheep, *Brit. J. Nutr.*, 22:217.
- LENG, R.A., 1978, The influence of by-pass nutrients on growth in ruminants. En: "Recent Advances in Animal Nutrition", 1978, *The University of New England Publishing Unit.*, Armidale, Australia, 71.
- LUDWICK, R.L., J.P. FONTENOT and R.E. TUCKER, 1971, Studies of the adaptation phenomenon by lambs fed urea as the sole nitrogen source: digestibility and nutrient balance, *J. Anim. Sci.*, 33:1298.
- MASON, V.C., 1969, Some observations on the distribution and origin of nitrogen in sheep faeces, *J. agric. Sci. Camb.*, 73:59.
- MCCLELLAND, T.H. and T.J. FORBES, 1969, A study of the effect of energy and protein intake during late pregnancy on the performance of housed Scottish Black face ewes, *Rec. Agric. Res. (N. Ir.)*, 17:131.
- MUNRO, H.N., 1964, Mammalian Protein Metabolism, Vol. I, H.N. Munro and J.B. Allison, editors, *Academic Press.*, New York, London, 381.
- NOLAN, J.V. and R.A. LENG, 1970, Metabolism of urea in late pregnancy and the possible contribution of amino acid carbon to glucose synthesis in sheep, *Brit. J. Nutr.*, 24:905.
- OLTJEN, R.R., 1969, Effects of feeding ruminants non-protein nitrogen as the only nitrogen source, *J. Anim. Sci.*, 28:673.
- ØRSKOV, E.R., C. FRASER and E.L. CORSE, 1970, The effect of protein utilization of feeding different protein supplements via the rumen or via the abomasum in young growing sheep, *Brit. J. Nutr.*, 24:803.
- PURSER, D.B., 1970, Nitrogen metabolism in the rumen: microorganisms as a source of protein for the ruminant animal, *J. Anim. Sci.*, 30:988.
- REIS, P.J. and P.G. SCHINCKEL, 1961, Nitrogen utilization and wool production by sheep, *Aust. J. agric. Res.*, 12:335.
- ROBINSON, J.J. and T.J. FORBES, 1967, Study of the protein requirements of the mature breeding ewe. 2. Protein utilization in the pregnant ewe, *Brit. J. Nutr.*, 21:879.
- ROBINSON, J.J. and T.J. FORBES, 1968, The effect of protein intake during gestation on ewe and lamb production, *Anim. Prod.*, 10:297.
- ROBINSON, J.J., C. FRASER, E.L. CORSE and J.C. GILL, 1970, The effect of pattern of protein intake and level of energy intake on the performance and nitrogen utilization of the ewe, *J. agric. Sci. Camb.*, 75:403.
- ROBINSON, J.J., C. FRASER, E.L. CORSE and J.C. GILL, 1971, Reproductive performance and protein utilization in pregnancy of sheep conceiving at eight months of age, *Anim. Prod.*, 13:653.
- SMITH, R.H., 1969, Review of the progress of Dairy Science. Section G. General Nitrogen metabolism and the rumen, *J. Dairy Res.*, 36:313.
- SOMERS, M., 1961, Factors influencing the secretion of nitrogen in sheep saliva. 4. The influence of injected urea on the quantitative recovery of urea in the parotid saliva and the urinary excretions of sheep, *Austral. J. Exp. Biol. Med. Sci.*, 39:145.
- WALDO, D.R., 1968, Symposium: Nitrogen Utilization by the Ruminant. Nitrogen Metabolism in the Ruminant, *J. Dairy Sci.*, 51:265.