

UTILIZACIÓN DE PAJA DE TRIGO TRATADA CON AMONIO ANHIDRO DURANTE LA PREÑEZ TARDÍA DE OVEJAS ¹

Ammoniated wheat straw utilization during late ewe pregnancy

Raúl Meneses R.², Randall D. Wiedmeier³, Lyle G. McNeal³ y Jeffrey L. Walters³

SUMMARY

Treated straw with ammonia was evaluated on pregnant ewes. In the first experiment, 78 pregnant ewes were used. Half of the ewes were offered ground and mixed diets of alfalfa hay, corn silage, minerals and vitamins and grass hay (*Dactylis* sp, *Bromus* sp and *Poa* sp) (C-1) and the other half received the same diet using treated straw instead of hay (T-1). In the following season 66 pregnant ewes were used and randomly distributed in six stockyards. Half of the ewes were offered traditionally treated straw (C-2) and the other half received hydrated ammoniated straw (T-2). All ewes, in addition received 0.907 kg/day of a supplement of alfalfa hay, corn silage, minerals and vitamins. Both experiments were evaluated by measuring intake, body weight, birth weight and wool production. The food intake in the first experiment was not different ($P > 0.05$). Daily gain was reduced in T-1 ($P \leq 0.05$), 0.15 vs. 0.12 kg/day. The wool production was reduced in T-1 ($P \leq 0.05$), 3.7 vs 4.3 kg/ewe. Body birth weight was not affected by T-1 ($P = 0.431$). In the second experiment T-2 intake was higher than C-2 ($P \leq 0.01$). The daily gain was higher for T-2 ($P \leq 0.05$), 0.128 vs. 0.205 kg/day. The birth weight was similar ($P = 0.874$). The wool production increased 13% in T-2 ($P \leq 0.05$). Ammoniated straw may be a good resource for pregnant ewe, specially if it is hydrated before treatment, but may induce limitation in wool growth.

Key words: ewe pregnancy, treated straw, hydrated straw.

INTRODUCCIÓN

La paja de cereales ha sido usada para alimentar animales por mucho tiempo, debido a su abundancia y bajo costo. Este recurso está constituido principalmente por polisacáridos estructurales altamente lignificados y, por lo tanto, es de baja digestibilidad (Gordon, Lomar y Chesson, 1983).

El tratamiento de la paja con amonio anhidro mejora su valor nutritivo; incrementa la digestibilidad de la materia seca, aumenta el contenido de nitrógeno, la degradación enzimática ruminal y, en consecuencia, mejora también la respuesta animal (Sundstol, Coxworth y Mowat, 1978, Lesoing *et al.*, 1981).

El amonio anhidro produce un incremento del valor nutritivo, debido a que rompe la estructura que impide la degradación microbiana, específicamente los enlaces químicos que unen la lignina con los carbohidratos estructurales

(Klopfenstein, 1978, Albersheim, 1975). Aparentemente la acción del tratamiento químico depende de la distribución del gas, del contenido de humedad de la paja y la temperatura, lo que explica la desuniformidad de los resultados obtenidos en diferentes investigaciones (Lesoing *et al.*, 1981; Reddy, Singh y Mehra, 1991, Sundstol, Coxworth y Mowat, 1978, Sundstol y Coxworth, 1984). La humedad puede actuar como vehículo del amonio para producir un incremento de la efectividad en la ruptura de los enlaces que mantiene la estructura de la pared celular (Reddy *et al.*, 1991). También la humedad mejora las características físicas del alimento, incrementando el consumo, disminuyendo la producción de saliva, aumentando la concentración de ácidos volátiles, especialmente los ácidos propiónico y acético, y mejorando la condición del ambiente ruminal (Dalton *et al.*, 1953, Chaturverdi *et al.*, 1973, Holzer *et al.*, 1975).

Aunque la mayoría de las investigaciones sobre el efecto del tratamiento de paja con amonio anhidro han sido hechas utilizando ovejas, son pocos los trabajos que muestran valores de productividad en las diferentes fases de la producción ovina.

¹Recepción de originales: 19 de junio de 1995.

²Campo Experimental Los Vilos, Casilla 40, Los Vilos, Chile.

³Animal, Dairy and Veterinary Sciences Department, Utah State University, Logan, UT 84322-4815, E.U.A.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del tratamiento químico tradicional con amonio anhidro y el tratamiento químico de la paja de trigo hidratada, en el comportamiento de ovejas en el último tercio de preñez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos en años consecutivos, en la Estación Experimental de Producción Animal de la Universidad del Estado de Utah, Logan, para evaluar el efecto del tratamiento de amonio anhidro (99,9% de pureza) tradicional y el tratamiento de paja hidratada con amonio anhidro en el comportamiento de ovejas en el último tercio de la preñez.

Experimento 1. Durante el invierno 1993/94, fueron asignadas al azar, a dos dietas, 78 ovejas Western White Face. La dieta control (C-1) fue formulada utilizando ingredientes tradicionales usados para alimentar las ovejas durante invierno: heno de alfalfa, silo de maíz, heno de gramíneas, constituido por un tercio de cada una de las siguientes especies: *Bromus* sp, *Poa* sp y *Dactylis* sp. La dieta tratamiento fue formulada sustituyendo el heno de pasto por paja tratada con amonio anhidro (T-1) (Sundstol *et al.*, 1978). Los ingredientes y la composición química de las dietas se presentan en Cuadro 1. Las dietas fueron ofrecidas en mezcla y molidas a un tamaño de 3 cm.

Las ovejas fueron asignadas a 6 corrales, 13 ovejas por corral. Los corrales usados eran semitechados, equipados con comederos y bebederos. Todas las ovejas fueron sometidas a un período de adaptación a la paja tratada por 14 días. Después del período de adaptación, los animales fueron pesados y asignados a la dieta C-1 ó T-1. Las dietas ofrecidas fueron ajustadas diariamente, de manera que el rechazo no fuera mayor a 5%, evitando así la selectividad.

Las ovejas se mantuvieron en el ensayo entre el 11 de enero y el 15 de marzo de 1994. Desde esa fecha recibieron la dieta control reformulada para recibir 0,27 kg/an./día de avena molida hasta antes de la parición, a fines de marzo. El ensayo fue evaluado a través del peso corporal inicial y final, peso del vellón de las ovejas y del peso de nacimiento de sus corderos.

Experimento 2. Durante el invierno de 1994/95 se distribuyeron 66 ovejas del mismo rebaño del usado en experimento 1, para evaluar la utilización del tratamiento con amonio anhidro de la

CUADRO 1. Ingredientes y composición química de las dietas usadas en la evaluación de paja tratada base materia seca

TABLE 1. Ingredients and chemical composition of diets used on the evaluation of treated hydrated straw, DM basis

Item	Control heno de gramíneas	Tratamiento paja tratada
Ingredientes, %		
Heno de alfalfa	34,6	34,6
Heno de gramíneas	6,6	-
Paja tratada	-	56,2
Silo de maíz	7,7	7,7
Fosfato dicalcico	0,1	0,5
Sales minerales ¹	0,5	0,5
Mezcla vitamina ²	0,5	0,5
Nutrientes		
CP, %	13,4	13,6
FDA, %	33,6	45,2
Calcio, %	1,0	0,8
Fósforo, %	0,22	0,17
Sulfuro, %	0,17	0,13
Cobre, mg/kg	15,7	16,8

¹Zinc, 3.600 mg/kg; magnesio, 3.000 mg/kg, cobre, 350 mg/kg, yodo 90 mg/kg, cobalto, 50 mg/kg, selenio, 50 mg/kg.

²Vitamina A, 600 U.I./kg.; vitamina D, 60 U.I./kg; vitamina E, 3.000 U.I./kg.

paja hidratada. Los fardos de paja fueron hidratados utilizando un tubo (3 m x 1,2 cm) con perforaciones a su largo, conectado a la red de agua potable. Este tubo fue introducido en varios sectores de los fardos de paja agrupados. Se calculó el flujo de agua para estimar cuánto tiempo era necesario mojar la paja para adicionar el agua que incrementara la húmeda a 30%, de acuerdo al porcentaje de humedad inicial de la paja. Posteriormente, un grupo de fardos fue cubierto por plástico negro, de manera que quedaran cerrados herméticamente, para mejorar la distribución de agua y evitar la pérdida de vapor producido por el incremento de la temperatura. Después de 5 días desde la hidratación, los fardos agrupados fueron tratados con amonio anhidro en una proporción de 3% de la materia seca original (Sundstol *et al.*, 1978). Un segundo grupo de fardos (control) fue tratado con amonio anhidro sin hidratar. La composición química de los dos grupos de fardos, los ingredientes y composición química del suplemento utilizado en el experimento se presenta en los cuadros 2 y 3. El suplemento fue ofrecido mezclado y molido a un tamaño de 3 cm. La paja fue ofrecida del fardo de manera de asegurar el máximo consumo y evitar la selectividad.

CUADRO 2. Ingredientes y composición química de las dietas usadas en la evaluación de paja hidratada y tratada, base materia seca

TABLE 2. Ingredients and chemical composition of diets used on the evaluation of treated hydrated straw, DM. basis

Items	Cantidad
Ingredientes, %	
Heno de alfalfa	86,71
Ensilaje de maíz	10,00
Sales minerales ¹	1,43
Fosfato dicalcico	1,43
Mezcla vitamínica ²	0,43
Nutrientes	
Proteína cruda, %	15,18
FDA, %	33,40
Calcio, %	1,03
Fósforo, %	0,29
Sulfuro, %	0,23
Cobre, mg/kg	11,90

¹Zinc, 3.600 mg/kg; magnesio, 3.000 mg/kg; cobre, 350 mg/kg; yodo, 90 mg/kg; cobalto, 50 mg/kg; selenio, 50 mg/kg.

²Vitamina A, 600 U.I./kg; vitamina D, 60 U.I./kg; vitamina E, 3.000 U.I./kg.

CUADRO 3. Análisis químico de la paja utilizada, base materia seca (%)

TABLE 3. Chemical analysis of treated straws, DM basis (%)

Nutrientes	Paja tratada	
	No hidratada	Hidratada
Materia seca	82,60	49,20
Proteína	13,60	15,04
FDA	47,00	46,70
Calcio	0,28	0,35
Fósforo	0,02	0,02
Sulfuro	0,11	0,14

Las ovejas fueron asignadas a los mismos corrales utilizados en la temporada precedente, 11 ovejas por corral. Todos los animales fueron sometidos a un período de adaptación, como en el primer experimento. Las ovejas se mantuvieron en el ensayo desde el 6 de enero hasta el 28 de marzo. Posteriormente, a todas las ovejas se les ofreció una dieta constituida por heno de alfalfa, ensilaje de maíz, mezcla de minerales y vitaminas, hasta la parición. El ensayo fue evaluado por medio de la medición del peso corporal, peso de nacimiento y producción de lana.

El primer experimento fue evaluado con análisis de variancia, incluyendo en el modelo de análisis: tratamiento, tipo de nacimiento y sexo de los corderos. El segundo experimento fue evaluado con análisis de variancia en un diseño anidado, para corral/tratamiento. En ambos experimentos el peso inicial fue utilizado como covariable para ajustar peso corporal, ganancia de peso, peso de nacimiento y producción de lana. El consumo de dietas de ambos experimentos, fue analizado por corral, bajo un diseño completamente al azar. En ambos experimentos fue utilizado el procedimiento de modelo lineal del sistema SAS (SAS, 1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

El consumo de materia seca no fue significativamente diferente ($P > 0,05$) (Cuadro 4). Como se esperaba, las ovejas de la dieta T-1 consumieron más FDA ($P \leq 0,05$) y, por lo tanto, estos animales obtuvieron mayor energía a través de la fermentación de carbohidratos estructurales. Aparentemente la proteína cruda no fue limitante, ya que fueron consumidos niveles similares y adecuados. Sin embargo, es necesario destacar que aproximadamente 25% de la proteína cruda, de la dieta T-1 estaba asociada con nitrógeno no proteico, fijado durante el tratamiento con amonio anhidro.

CUADRO 4. Consumo de nutrientes de las ovejas del primer experimento (kg/oveja/día)

TABLE 4. Nutrients intake of ewes of first experiment (kg/ewe/day)

Item	Control heno de gramíneas	Tratamiento paja tratada	EEP
Materia seca	1,57	1,49 N.S.	0,23
Proteína cruda	0,21	0,20 N.S.	0,22
FDA	0,52	0,67*	0,02

EEP: Error estándar del promedio.

N.S.: No significativamente diferente ($P > 0,05$).

*Significativamente diferente ($P \leq 0,05$).

Aunque las ovejas fueron asignadas al azar, el peso inicial no fue significativo (Cuadro 5). Como ambos tratamientos consumieron similar cantidad de alimento, y las ovejas de T-1 ganaron un 27% menos de peso vivo, se puede asumir que la dieta T-1 tuvo una menor digestibilidad. Por otra parte, es posible además, que la dieta control haya aportado un mayor contenido de proteína verdadera, por consiguiente estas ovejas

tuvieron que extraer más energía a través de la fermentación de carbohidratos estructurales. Como se mencionó previamente, el consumo de proteína cruda de ambas dietas fue similar y adecuado, conforme a lo indicado por NRC (1985). Probablemente no hubo adecuada producción de ácidos grasos volátiles, aminoácidos y peptidos generados de la proteína cruda de la dieta, para maximizar la utilización de los carbohidratos estructurales (Hoaglund *et al.*, 1992), debido a que, aproximadamente, el 24% de la proteína cruda estaba asociada a nitrógeno no proteico. Es importante hacer notar que las ganancias de pesos mostradas por las ovejas de ambas dietas fueron adecuadas para el normal propósito productivo (NRC, 1985).

CUADRO 5. Comportamiento productivo de las ovejas del primer experimento (kg)

TABLE 5. Productive performance of ewes of first experiment (kg)

Item	Control heno de gramíneas	Tratamiento paja tratada	EEP
Peso corporal inicial (11.01.94)	0,10	79,59 N.S.	2,03
Peso corporal final (15.03.94)	2,81	89,80**	0,68
Ganancia total	12,91	10,14**	0,69
Peso de nacimiento	5,11	4,89 N.S.	0,24
Peso de lana	4,26	3,65*	0,20

EEP: Error estándar del promedio.

N.S.: No significativamente diferente ($P > 0,05$).

**Significativamente diferente ($P \leq 0,01$).

*Significativamente diferente ($P \leq 0,05$).

No hubo diferencias en el peso al nacimiento de los corderos de ambos tratamientos ($P > 0,05$). Como el peso de nacimiento puede ser considerado un índice de la condición nutricional de la oveja peñada, se puede asumir que la paja de trigo tratada no produjo limitaciones en la condición nutricional. La producción de lana fue 17% menor en las ovejas con la dieta tratada. Resultados que se interpretan como provenientes del contenido de nitrógeno no proteico de la dieta, pues la única fuente de aminoácidos sulfurados proviene de la proteína no digestible y de la proteína microbiana (Coombe, 1992; Riley *et al.*, 1991).

Experimento 2

El consumo de materia seca, proteína cruda y FDA de la dieta T-2 del segundo experimento fue mayor ($P \leq 0,01$) (Cuadro 6). Del total del con-

sumo, la paja representó 68,12 y 43,55% del total de la dieta T-2 y C-2, respectivamente. Como consecuencia, el incremento de consumo de paja fue de 127,7% sobre el control de este experimento y 153% en relación al consumo de paja cuantificada en el primer experimento. Es necesario hacer notar que en esta oportunidad la paja fue ofrecida directamente del fardo y no fue molida y mezclada como en el experimento 1.

CUADRO 6. Aporte de nutrientes de la paja tratada e hidratada a ovejas del segundo experimento (kg/oveja/día)

TABLE 6. Nutrients intake of ewes of second experiment (kg/ewe/day)

Item	Paja tratada		EEP
	No hidratada	Hidratada	
Materia seca	0,851	1,938**	0,044
Proteína cruda	0,115	0,291**	0,007
FDA	0,400	0,905**	0,210

EEP: Error estándar del promedio.

**Significativamente diferente ($P \leq 0,01$).

De acuerdo a NRC (1985), estas ovejas requieren 210 g/día de proteína cruda. Las ovejas de la dieta T-2 consumieron 434 g de proteína cruda, 291 g provenientes de la paja y 143 g provenientes del suplemento. Es necesario recordar que el proceso de tratamientos incrementa la proteína cruda cerca de 5 veces como nitrógeno no proteico. El alto consumo de la paja hidratada y amoniada puede ser atribuido al incremento de la palatabilidad y a una mayor efectividad de la acción de amonio anhidro sobre la pared celular (Dalton *et al.*, 1953, Chaturvedi *et al.*, 1973 y Holzer *et al.*, 1975).

Como consecuencia de este alto consumo de alimento, la disponibilidad de nutrientes para las ovejas fue mayor, por lo cual el peso vivo a los 44 días de iniciado el ensayo y el peso vivo al finalizar el ensayo también fueron mayores ($P \leq 0,01$) (Cuadro 7). Aunque los valores de ambos experimentos no son comparables, es posible expresar que las ovejas del segundo experimento obtuvieron mayores pesos. Por otra parte, si la diferencia obtenida entre las dietas C-2 y T-2 (6,73%) es consistente, podría asumirse que el resultado obtenido con la dieta T-2 fue superior que el resultado obtenido con C-1 en el primer experimento. El mayor peso vivo de las ovejas que consumieron paja hidratada y amoniada no significó un mayor peso de nacimiento de corderos ($P = 0,874$). Probablemente

este resultado se debió a que las ovejas de ambos tratamientos (C-2, T-2) lograron un peso vivo que estaba por sobre el peso que produce efecto en el peso de nacimiento de los corderos. De hecho, el peso de nacimiento de los corderos de esta temporada, fue similar al peso de corderos del grupo control de la temporada pasada, que fue 5,11 kg. Es posible que el aumento de consumo de suplemento y de paja haya mejorado la eficiencia de utilización del nitrógeno no proteico.

CUADRO 7. Comportamiento productivo de las ovejas del segundo experimento (kg)

TABLE 7. Productive performance of ewes of second experiment (kg)

Item	Paja tratada		EEP
	No hidratada	Hidratada	
Peso corporal 44 días (17.02.95)	79,01	82,85**	3,044
Peso corporal final (28.03.95)	82,21	87,75**	3,554
Ganancia total	0,12	0,20*	0,056
Peso nacimiento	5,15	5,08 N.S.	0,527
Peso de lana	4,02	4,56*	0,139

EEP: Error estándar del promedio.

N.S.: No significativo.

**Significativamente diferente ($P \leq 0,01$).

*Significativamente diferente ($P \leq 0,05$).

Existen pocos antecedentes sobre la utilización de paja hidratada en ovejas. Chaturvedi *et al.* (1973) obtuvieron beneficios al utilizar paja hidratada en novillos Zebú y Búfalos. Ellos observaron mayor cantidad de extracto no nitrogenado, mayor energía digestible y metabolizable, mayor pro-

ducción de ácidos volátiles y mayor concentración de ácido acético en animales que consumieron paja hidratada, lo que implica que la humedad de la paja facilitó la utilización de los carbohidratos estructurales. En la dieta T-2 de este experimento, además, pudo existir una mayor acción del amonio anhidro sobre la paja hidratada.

La mayor cantidad de materia seca y proteína cruda de la dieta tratamiento produjo 13% de incremento en el crecimiento de la lana ($P \leq 0,05$). El crecimiento de lana de esta temporada fue mayor que la obtenida con la dieta control del primer experimento que fue 4,26 kg. Aunque pueden intervenir otros factores, el consumo del tratamiento control fue similar al consumo del tratamiento del experimento 1 (0,851 versus 0,841 kg), pero el consumo de suplemento fue mayor en este segundo experimento (0,907 versus 0,655 kg). Aunque ambos grupos (C-2, T-2) consumieron la misma cantidad de suplemento, la diferencia se presentó sólo en el consumo de paja que fue mayor que en la paja hidratada. Sin embargo, el aumento del crecimiento de lana no es, probablemente, sólo producto del consumo de paja hidratada, es posible que éste sea consecuencia de la mejor relación N/S o incremento de la utilización de nitrógeno no proteico, debido a la mayor disponibilidad de suplemento.

La alimentación con paja tratada con amonio anhidro, especialmente si es hidratada antes del tratamiento con amonio anhidro, puede ser un excelente recurso durante períodos con limitaciones en la utilización de otros alimentos. Sin embargo, es necesario considerar que la paja tratada no produce efecto positivo en el crecimiento de la lana. La inclusión o mezcla con suplemento de alta calidad proteica o incremento del contenido del sulfuro puede producir mejor respuesta en la inclusión de paja hidratada y tratada con amonio anhidro.

RESUMEN

El objetivo del ensayo fue evaluar el efecto del tratamiento químico de paja en la dieta de ovejas preñadas. En el primer experimento se utilizaron 78 ovejas, de las cuales la mitad recibió una dieta constituida por heno de alfalfa, ensilaje de maíz, minerales y vitaminas y heno de gramíneas (*Dactylis* sp, *Bromus* sp y *Poa* sp) (C-1) y la otra mitad recibió la misma dieta, reemplazando el heno paja tratada con amonio anhidro (T-1). En el segundo experimento realizado en la temporada siguiente, se utilizaron 66 ovejas del mismo

rebaño, distribuidas al azar a seis corrales. La mitad de las ovejas recibió paja tratada en forma tradicional (C-2) y la otra mitad paja hidratada amoniada (T-2). Todas las ovejas, además, recibieron 0,907 kg/día de suplemento constituido por heno de alfalfa, ensilaje de maíz minerales y vitaminas. En ambos ensayos fue evaluado el consumo de alimento, peso corporal, peso de nacimiento y peso de lana. El consumo de alimento del primer experimento no fue diferente, ($P > 0,05$). La ganancia diaria disminuyó en T-1,

0,15 versus 0,12 kg/día ($P \leq 0,05$). La producción de lana fue significativamente menor ($P \leq 0,05$) en la dieta T-1, 3,7 versus 4,3 kg/oveja. El peso de nacimiento no fue afectado por la dieta T-1 ($P = 0,431$). En el segundo experimento el consumo T-2 fue mayor que C-2 ($P \leq 0,01$). La ganancia diaria fue mayor para T-2 ($P \leq 0,05$), 0,128 versus 0,205 kg/día. El peso de nacimiento de los cor-

deros fue similar ($P = 0,874$). La producción de lana se incrementó en 13% ($P \leq 0,05$). La paja tratada puede ser buen recurso para las ovejas preñadas, especialmente si ha sido hidratada, pero puede presentar limitantes para el crecimiento de lana.

Palabras claves: ovinos, preñez, paja tratada, paja hidratada.

LITERATURA CITADA

- ALBERSHEIM, P. 1975. The Wall of growing plants cells. *Scientific American* 232: 80.
- CHATURVEDI, M.L., SINGH, U.B. and RANJHAN, S.K. 1973. Effect of feeding water - soaker and dry wheat straw on feed intake, digestibility of nutrient and VFA production in growing zebu and buffalo calves. *Journal of Agricultural Sciences, Camberra* 80: 393.
- COOMBE, J.B. 1992. Wool growth in sheep feed diets based on wheat straw and protein supplements. *Australian Journal of Agricultural Research* 43: 285.
- DALTON, H.L., HUFFMAN, C.F. and RALSTON, N.P. 1953. The effect of feeding concentrate with different degrees of fineness and water contents on the eating and milking time in dairy cattle. *Journal of Dairy Sciences* 36: 1.279.
- HOLZER, Z., LEVY, D., TAGARY, H. and VOLCANI, R. 1975. Soaking of complete fattening ration high in poor roughage. *Animal Production* 21: 323.
- KLOPFENSTEIN, T.Y. 1978. Chemical treatment of crop residues. *Journal of Animal Sciences* 46: 841.
- GORDON, A.H., LOMAR, I.A. and CHESSON, A. 1983. Glycosidic linkage of legume, grass and cereal cell wall before and after extensive digestion by rumen micro-organism. *Journal Sciences of Food Agricultural* 34: 1.341.
- HOAGLUND, C.M., THOMAS, V.M., PETERSON, M.K. and KOTT, R.W. 1992. Effects of supplemental protein source and metabolizable energy intake on nutritional status in pregnant ewes. *Journal of Animal Sciences* 70: 273.
- LESOING, G., RUSH, I., KLOPFENSTEIN, T. and WARD, J. 1981. Wheat straw in growing cattle diets. *Journal of Animal Sciences* 51: 257.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1985. Nutrient requirements of domestic animals. *Nutrient Requirements of sheep* (6th. Ed.). National Academic of Sciences. National Academic Press. Washington D.C.
- REDDY, D.V., SINGH, U.B.S. AND MEHRA, U.R. 1991. Efficient utilization of straw in ruminant feeding. A Review. *Asian Journal of Dairy Research* 10: 171.
- RILEY, M.L., HINDS, F.C., STOBART, R.H., RUSSELL, W.C. and KHAN, T.M. 1991. The effect of supplemental methionine on wool growth. *Sid Sheep Research Journal* 2: 1.
- SAS. 1985. Users guide: Statistic, Version 5 edition. SAS Inst., Inc., Cary, N.C.
- SUNDSTOL, P., COXWORTH, E.M. and MOWAT, D.M. 1978. Improving the nutritive value of straw and other quality roughage by treatment with ammonia. *World Animal* 26: 13.
- SUNDSTOL, F. and COXWORTH, E.M. 1984. Ammonia treatment. In: F. Sundstol and E. Owen (eds.), *Straw and Other Fibrous By-Products As Feed*. Elsevier Amsterdam/Oxford, New York, Tokio. p.: 196-247.