

PAJA DE ARROZ TRATADA CON UREA. EVALUACION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD DE RACIONES UTILIZANDO NOVILLOS HOLANDESES¹

Rice straw treated with urea. Chemical evaluation and digestibility of rations using holstein steer

Jorge González U.² y Germán Klee G.²

SUMMARY

In order to evaluate two forms of urea addition to rice straw, a trial was conducted during the fall-winter period of 1991 at Quilamapu Exp. Station.

Treatments were: I. untreated rice straw; II. rice straw with 6% urea water diluted (15 L/100 kg), and III. rice straw with 6% grounded urea. Straw was stored in cylinders like structures made out of wire netting. Straw chemical analysis and *in vivo* rations digestibility were made under lignine procedure. The experimental design was a completely randomized block.

Significant differences ($P \leq 0.05$) among treatment for straw total nitrogen, acid detergent fiber (A.D.F.) and metabolizable energy were found. Straw with grounded urea (III) showed the highest value of total nitrogen (3.39%) and metabolizable energy (1.74 Mcal/kg) and the lowest level of A.D.F. 47.5%.

There were significant differences in dry matter apparent digestibility ($P \leq 0.01$) and in total protein digestibility ($P \leq 0.05$) but not in A.D.F. ($P > 0.5$).

Measurement of digestibility *in vivo* of rations like those used in this research would seem better if using the total collection of feces and urine and increasing the sampling collection procedure.

Key words: rice, steers, straw, urea, improvement, evaluation.

INTRODUCCION

En el país son escasos los estudios en mejoramiento del valor nutritivo y utilización de la paja de arroz en alimentación de bovinos.

Publicaciones extranjeras indican que uno de los métodos químicos que pueden mejorar el valor nutritivo de la paja, es la aplicación de urea diluida en agua. La respuesta al tratamiento depende de factores como la calidad inicial de la paja, concentración de urea, temperatura ambiente, cantidad de agua y duración del tratamiento (Ibrahim, 1986).

Diversos estudios han demostrado que el contenido de humedad de las pajas, al adicionar la urea, es de gran importancia para el quiebre de su estructura y liberación de amonio. También el agua constituye

un vehículo en la reacción de descomposición de la urea por acción microbiana y/o enzimática (Williams e Innes, 1983, citados por Sundstol y Owen, 1984; Ibrahim, 1986).

La razón paja:agua, normalmente utilizada, es 1:1 ó 1:0,6, no obstante, suele producirse exceso de agua, que trae consigo presencia de hongos que limitan la utilización de la paja, y que produce lixiviación de los componentes solubles de la paja. Algunas experiencias han disminuido esta razón a 0,3 L de agua por kilogramo de paja. Con esta proporción y 4 a 5% de urea, se han alcanzado incrementos en la digestibilidad y consumo de materia seca (m.s.) de 16,7 y 23,8%, respectivamente, en relación a la paja sin tratar (Ibrahim, 1986).

En Chile, cuando se cosecha el arroz, la paja presenta un contenido de humedad considerable; por ello, es posible pensar en una aplicación de urea en reducida cantidad de agua, e incluso eliminar su dilución. Por esta razón, el estudio pretendió evaluar la adición de urea a la paja de arroz bajo dos modalidades de aplicación.

¹Recepción de originales: 19 de agosto de 1992.

²Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se efectuó en la Estación Experimental Quilmapu (INIA, Chillán) en el período comprendido entre el 30 de abril y el 14 de octubre de 1991.

Se utilizó paja fresca de arroz de la variedad Diamante. Los tratamientos estudiados fueron: I. Paja sin tratar; II. Paja tratada con 6% de urea disuelta en agua y III. paja tratada con 6% de urea molida.

Por cada tratamiento se confeccionaron 4 cilindros de 1,5 m de diámetro por 1,2 m de altura, contruidos con malla de alambre. Esto permitió disponer de 60 kg de paja fresca de arroz en ramas por cada repetición de los tratamientos.

La urea se aplicó en relación al peso fresco de la paja usada. En el tratamiento II, la urea fue disuelta en agua en una proporción de 15 L/100 kg de paja fresca. La solución de urea se aplicó con una pulverizadora manual a medida que se llenaban los cilindros descritos anteriormente.

En III, la urea se molió para dar una mayor superficie de contacto urea-paja, y, por tanto, mejor homogeneidad a la mezcla, evitando que los gránulos del fertilizante perdieran contacto con la paja, al escurrirse hacia las capas inferiores.

Los cilindros con paja no fueron sellados, sino que sólo protegidos durante el período otoño-invierno con un techo sencillo de polietileno ubicado a 3,5 m de altura.

El análisis químico de las pajas consideró materia seca (m.s.; 70 °C por 48 hr), nitrógeno total (Kjeldhal), fibra detergente ácido (F.D.A.; Van Soest y Wine, 1968). La energía metabolizable fue estimada por el Laboratorio de Producción Animal de la Estación Experimental a partir de la F.D.A. determinada.

El muestreo inicial se realizó antes de tratar las pajas; posteriormente, se muestrearon cada 16 días hasta totalizar 48 días de tratamiento. En cada oportunidad se tomó una muestra de aproximadamente 300 g de paja desde el centro de cada cilindro, totalizando tres fechas de muestreo por repetición, en cada tratamiento.

Los tratamientos de las pajas se sometieron a un estudio de digestibilidad aparente, formulando raciones para novillos que permitieran un elevado uso de estos forrajes. Para los cálculos se usó la lignina como indicador.

Se usaron 4 novillos mestizos Holando Europeo x Holando Americano de 250 kg de peso vivo inicial, por tratamiento. Los animales se ataron a comederos individuales techados y con agua de bebida sin restricción. Se alimentaron diariamente con las pajas a libre disposición, suplementándose con 1,8 kg de m.s./nov. de concentrado, constituido por: avena grano entero, 80,5%; afrecho de raps, 11,0%; harina de pescado, 5,5%; sales minerales, 1,5% y fosfato tricálcico, 1,5%. El porcentaje de proteína del concentrado fue 15,6%, y se suministró en dos parcialidades, mañana y tarde. Los novillos que consumieron paja de arroz sin tratar recibieron urea granulada en el concentrado, para compensar el nitrógeno no proteico (NNP), aportado en las pajas tratadas.

Los novillos se alimentaron por 15 días con el concentrado indicado y paja de trigo *ad libitum*, luego se racionaron durante ocho días con las pajas de arroz en estudio y posteriormente, durante tres días consecutivos, se tomaron muestras de heces de cada animal a las 08:00 A.M., 16:00 y 24:00 P.M. Los alimentos también se muestrearon diariamente y se sometieron a un análisis de m.s., N total, F.D.A. y lignina.

Los resultados de los tratamientos químicos y de la evaluación de digestibilidad de las raciones se analizaron en un diseño experimental de bloques al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tratamiento de la paja

Las pajas difirieron ($P \leq 0,05$) en sus niveles totales de nitrógeno, registrando la mayor cifra la paja tratada con urea molida, que alcanzó 3,39% de N, 117,0% superior al N de la paja con urea diluida (Cuadro 1). Al momento de suministrar las raciones a los animales se observó, en la paja tratada con urea molida, que parte de ésta se encontraba desuniformemente adosada al forraje, a diferencia de la paja tratada con urea diluida en agua.

En el tratamiento II, un 57,7% del N determinado correspondió a N proveniente de la urea y el 42,3% restante provino de la paja. El total de N proveniente de la urea, determinado al final del período de tratamiento, correspondió al 32,6% del inicialmente aplicado; es decir, en este tratamiento un 67,4% del N aplicado no se incorporó a la paja de arroz. Estas últimas cifras son congruentes con lo obtenido por Saadullah, Haque y Dolberg (1981), quienes aplicando 5% de urea disuelta en agua a paja de arroz, bajo condiciones de clima tropical, determinaron una eficiencia del N aplicado de 34,5%.

CUADRO 1. Niveles promedio de nitrógeno (N), fibra detergente ácido (F.D.A.), y energía metabolizable (E.M.) determinados en las pajas estudiadas

TABLE 1. Average level of nitrogen, acid detergent fiber and metabolizable energy of each treatment

Tratamientos	N	F.D.A.	E.M. Mcal/kg
	%		
Paja sin tratar	0,66 b	53,33 a	1,58 b
Paja 6% urea en agua	1,56 b	49,81 ab	1,67 ab
Paja 6% urea molida	3,39 a	47,50 b	1,74 a

Cifras con distinta letra en las columnas difieren, estadísticamente ($P \leq 0,05$), según Prueba de Duncan.

En el tratamiento III, el nitrógeno proveniente de la urea representó el 80,0% del N contenido finalmente en la paja. En este caso, las pérdidas detectadas del N aplicado como urea fueron bajas (sólo del orden de 2%), no obstante, debe considerarse que su coeficiente de variación fue 64%, lo que podría indicar que, para evaluar este tipo de tratamiento, sería necesario en el futuro perfeccionar la metodología de aplicación y muestreo posterior.

Los niveles de F.D.A. presentaron diferencias ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos (Cuadro 1). La mayor disminución la presentó el tratamiento con urea molida (III), cuya cifra, 47,5%, fue un 10,9% inferior al testigo (I).

La paja tratada con urea disuelta (II) registró 3,5 unidades porcentuales de F.D.A. menos que el testigo, y 2,3 unidades más que la paja con urea molida, diferencias que no fueron significativas ($P > 0,05$).

Las cifras resultan interesantes si se analiza, por ejemplo, que Klee y Murillo (1989), aplicando a la paja de trigo un 3% de amoníaco anhidro, estimativamente equivalente a 6% de N de urea, según lo indicado por Sundstol y Coxworth (1984), obtuvieron una disminución de 5,0% de F.D.A. En otro experimento, con la mitad de dicha concentración (1,5%), Klee y González (1989) indican una disminución de F.D.A. de 9,3%, respecto a paja sin tratar.

Por otra parte, la energía metabolizable estimada difirió ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos: la paja tratada con urea molida (III) registró un 10,1% más de E.M. que la testigo ($P \leq 0,05$) y 4,2% más que la paja con urea disuelta ($P \leq 0,05$). La cifra de 1,74 Mcal/kg de m.s. alcanzada por III, es interesante de considerar, pues se acerca considerablemente a la energía metabolizable contenida en henos de trébol rosado de regular calidad de la región.

Consumo de paja

El consumo de las pajas tratadas respecto a la paja testigo (18,3 y 16,2% superior, para III y II, respectivamente), fue estadísticamente igual ($P > 0,05$). Los niveles de consumo diario de paja alcanzado, de 4,25 a 5,03 kg/nov. representaron una alta proporción de la ración diaria que superó el 68% en todos los tratamientos (Cuadro 2). El consumo de paja por 100 kg de peso vivo fue satisfactorio en los tres tratamientos (Cuadro 2), siendo similar, en el caso de las pajas tratadas, al obtenido por Klee y Murillo (1989), con paja de trigo tratada con 3% de amoníaco anhidro y 1,8 kg de concentrado que obtuvieron con novillos similares a los de este experimento, 1,9 kg de m.s. paja/100 kg peso vivo.

CUADRO 2. Consumo de alimentos y proporción de paja en las raciones

TABLE 2. Daily food intake and percentage of rice straw in the rations

Alimentos	Tratamientos		
	I	II	III
Paja arroz, kg m.s./nov./día	4,25 a	4,96 a	5,03 a
Concentrado, kg m.s./nov./día	1,8	1,8	1,8
Urea en concentrado, kg m.s./nov./día	0,1	-	-
Consumo total, kg m.s./nov./día	6,17	6,76	6,83
Proporción paja en ración, %	68,9	73,3	73,6
Paja arroz/100 kg P.V., kg	1,70	1,90	1,96

Digestibilidad de las raciones

La digestibilidad aparente de la m.s. de las raciones difirió ($P \leq 0,1$) entre los tratamientos. La cifra mayor la alcanzó el tratamiento II y fue 3,2% superior a lo determinado en el tratamiento con paja sola (Cuadro 3).

La digestibilidad de la proteína total (N x 6,25) de las raciones alcanzó valores muy elevados en los tres tratamientos. La cifra mayor se obtuvo en la ración con paja sin tratar (I), suplementada con urea en el concentrado; cuya digestibilidad fue superior ($P \leq 0,05$) a la obtenida en el tratamiento con paja

tratada con urea molida. Los altos valores indicados se deberían principalmente a la elevada proporción de NNP de las raciones, proveniente de la urea aplicada (II y III) o suplementada en el concentrado (I), y su rápida degradación ruminal e incorporación al metabolismo del animal, eliminándose sus excesos, fundamentalmente vía orina.

CUADRO 3. Digestibilidad aparente de materia seca, proteína cruda y fibra detergente ácido de las raciones estudiadas

TABLE 3. Apparent dry matter digestibility (%), crude protein and acid detergent fiber of the rations

Ración	Digestibilidad		
	m.s. ¹	P.C.	F.D.A.
Paja + concentrado + urea	71,9 a	88,3 a	65,9 a
Paja 6% urea + concentrado	74,2 a	86,3 ab	69,4 a
Paja 6% urea molida + concentrado	71,7 a	84,4 b	67,4 a

Cifras con distinta letra, en las columnas, difieren significativamente ($P \leq 0,05$), según Prueba de Duncan.

¹La digestibilidad de la m.s. fue diferente estadísticamente a una probabilidad de 10%.

La digestibilidad de la F.D.A. de las raciones no difirió entre los tratamientos ($P > 0,05$), no obstante, las cifras fluctúan en un rango de 65,9% (I) a 69,4% (II), valores considerablemente mayores que el 54,3% indicado por Wanapat y otros (1982) en paja de arroz con 6% de urea diluida.

Para la determinación de la digestibilidad de raciones como las utilizadas, de alta proporción de paja, elevado contenido de NNP y tipo de concentrado, pareciera adecuado no utilizar el método de recolección parcial de heces usando la lignina como indicador, pues sobrestimaría los índices, sino que la recolección total de heces y orina, e incrementar el número de muestreos. Adicionalmente, el utilizar grano de avena entero, como parte importante del concentrado puede contribuir a la imprecisión indicada, ya que su eliminación por las heces no es constante en el tiempo.

RESUMEN

En el período otoño-invierno de 1991 en la Estación Experimental Quilmapu (INIA-Chillán), se evaluó la adición de urea a la paja de arroz con diferentes modalidades de aplicación, bajo las condiciones de clima de la región.

Los tratamientos fueron: I. Paja sin tratar; II. Paja tratada con 6% de urea disuelta en agua (15 L/100 kg paja), y III. Paja tratada con 6% de urea molida. La paja fue almacenada en estructuras cilíndricas hechas con malla de alambre. Se realizó análisis químico de las pajas y digestibilidad aparente de raciones para novillos basadas en las pajas estudiadas. Los resultados se analizaron con un diseño de bloques completos al azar.

Se encontró diferencias ($P \leq 0,05$) en los niveles totales de nitrógeno, F.D.A. y energía metabolizable

de las pajas. La paja con urea molida (III), presentó el mayor valor de N total (3,39%) y energía metabolizable (1,74 Mcal/kg) y el menor nivel de F.D.A. (47,5%).

Se encontró diferencia significativa en la digestibilidad aparente de la materia seca ($P \leq 0,1$) y de la proteína total ($P \leq 0,05$), no así en la F.D.A. ($P > 0,05$).

Para la determinación de digestibilidad *in vivo* de raciones como las estudiadas, pareciera adecuado utilizar metodologías de recolección total de heces y orina, e incrementar el número de muestreos.

Palabras claves: novillos, arroz, paja, urea, mejoramiento, evaluación.

LITERATURA CITADA

- IBRAHIM, M.N. 1986. Efficiency of urea-ammonia treatment. Straw Utilization Project. Rice straw and related feeds in ruminant rations. Proceeding of an International Workshop (24th. 1986: Kandy, Sri Lanka). Sup. Publication Nº 2.
- KLEE G., GERMAN y MURILLO Q., ISABEL. 1989. Efecto de diferentes concentraciones de amoníaco anhidro en el tratamiento de paja de trigo y de la suplementación proteica y energética en raciones de novillos Holandeses. Agricultura Técnica (Chile) 49: 1-8.
- KLEE G., GERMAN y GONZALEZ U., JORGE. 1989. Suplementación proteica y energética de raciones de novillos basadas en paja de trigo tratada con amoníaco anhidro y sin tratar. Agricultura Técnica (Chile) 49: 314-322.
- PROMMA, S., TUIKAMPEE, S., VIDHYAKORN, S. and RATNAVANIKA, A. 1983. A study on feeding beef cattle with treated rice straw. Proceeding of the 21st Annual Conference of Animal Section. Kasetsart University, Thailand.
- SAADULLAH, M., HAQUE, M. and DOLBERG, F. 1981. Effectiveness of ammonification through urea in improving the feeding value of rice straw in ruminants. Trop. Anim. Prod. 6: 30-36.
- SUNDSTOL, F. and OWEN, E. 1984. Straw and other fibrous by products as feed (Developments in animal and Veterinary Sciences, 14). Ed. Elsevier. Amsterdam, Holanda. 604 p.
- SUNDSTOL, F. and COXWORTH, E.M. 1984. Urea treatment. In: Sundstol F. and Owen, E. (ed.), Straw and other fibrous by product as feed (Developments in animal and Veterinary Science, 14). Ed. Elsevier. Amsterdam, Holanda. p.: 220-224.
- VAN SOEST, P.J. and WINE, R.H. 1968. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. J. Assoc. Anal. Chem. 51: 780-785.