

UTILIZACION DE RESIDUOS DE COSECHA: UNA ALTERNATIVA DE SUPLEMENTACION

María Methol^(*)

INTRODUCCION

La creciente demanda de alimentos para la población humana, asociada a las frecuentes oscilaciones en la producción vegetal, ha ido incrementando el interés en la búsqueda de recursos alimenticios alternos para los animales. En muchas áreas del mundo densamente pobladas, el consumo de granos por los animales -aproximadamente un tercio de la producción mundial- compite con el consumo humano, tendiéndose a aprovechar cada vez más la habilidad de los rumiantes en utilizar alimentos altamente fibrosos no aptos para el consumo humano. Entre éstos los residuos de cosecha generados en la producción de granos, representan una fuente energética potencialmente utilizable.

En nuestro país se producen anualmente altos volúmenes de rastrojos y pajas que no siempre se aprovechan y constituyen una reserva importante de energía (*Cuadro 1*).

VALOR NUTRITIVO

Los residuos de cosecha fibrosos son en general de baja calidad debido al elevado contenido de fibra (pared celular) altamente lignificada, bajo contenido de proteína cru-

da (PC) y un contenido desbalanceado de minerales, por lo que presentan una baja digestibilidad y también una lenta tasa de degradabilidad ruminal. El resultado de esto es que trae limitaciones en el consumo, de modo que en muchos casos el animal no puede consumir suficiente cantidad de estos materiales como para cubrir todos los requerimientos de nutrientes. Con la paja como único alimento, el nivel de consumo se limita a algo menos del 2% del peso vivo, debido a la lentitud con que se fermenta en el rumen (*Jackson, 1978*).

Se ha encontrado sin embargo, una enorme variabilidad en el valor nutritivo de estos materiales. En un estudio realizado en 250 muestras de pajas de cereales, variaba de 28 a 50% (*Nicholson, 1984*). Esto es debido a que existen diferencias entre especies, entre variedades dentro de una misma especie, debido a diferencias en los métodos de cosecha (altura de corte, etc.), al estado de madurez, a la fertilización nitrogenada y al tiempo que transcurre entre la cosecha del grano y la cosecha del rastrojo.

Con respecto a las diferencias entre especies, se han encontrado mayores diferencias en la digestibilidad de las pajas entre cultivares de una misma especie que entre espe-

cies de cereales (*White et al., 1981*).

El método de cosecha y la altura de corte afecta la calidad del rastrojo. En general, y en especial en el caso de las pajas de cereales como el trigo, avena y cebada, las hojas tienen mayor digestibilidad y menor contenido de fibra que los tallos (*Aman y Nordkvist, 1983; Wales et al., 1990*). Por lo que la altura de corte determinaría en gran medida la calidad del rastrojo cosechado.

En algunos casos, como en el del rastrojo de sorgo y de arroz, se pueden dar relaciones inversas, es decir mayor digestibilidad en el tallo que en la hoja. En el caso del arroz se recomienda cortar contra el suelo para obtener mejor calidad de paja (*Jackson, 1978*).

Las diferencias en calidad de hojas y tallos determina que especies o variedades con diferente relación hoja/tallo, presenten valores nutritivos también diferentes. En un estudio de 4 variedades de trigo se encontraron relaciones hoja/tallo de 41-47, 32-58, 38-54, 20-71, siendo la DMO de 47, 41, 37 y 30% respectivamente (*Wales et al., 1990*).

Varios autores han demostrado que existe una relación inversamente proporcional entre la calidad del rastrojo y el tiempo que permanece en el campo antes de ser utilizado.

^(*)Ing. Agr. INIA La Estanzuela

El grado de pérdida de calidad depende de las condiciones climáticas, como cantidad e intensidad de lluvias, que provocan el lavado del material y pérdidas de hoja, durante ese período. En general la utilización temprana de los rastrojos resulta en una mejor performance animal (Smith et al., 1978).

a) Paja de trigo, avena y cebada

La paja de estos cereales es de bajo valor nutritivo. Posee un elevado contenido de lignina (11-14%, ver Cuadro 3) y una baja densidad, lo que tiende a limitar el consumo. Comparativamente la paja de trigo es la de peor calidad, luego la de cebada y la de avena es la de mejor calidad, como se puede observar en el Cuadro 2. La paja de avena presenta valores mayores de DMO e inferiores de pared celular (FDN), presentando la cebada valores intermedios.

En general estas pajas no alcanzan a cubrir las necesidades de mantenimiento, salvo la de avena, que podría cubrir los requerimientos de energía para vacas en gestación.

El tener en cuenta la gran variabilidad en la calidad de estos materiales (Cuadro 2), de modo de poder controlar alguno de los factores que determinan la calidad final de la paja, puede ser la clave para hacer un uso eficiente de estos residuos de cosecha.

b) Paja de arroz

La paja de arroz se caracteriza por poseer un elevado contenido de cenizas (18-22%) -que contiene niveles altos de sílice y oxalatos (Preston y Leng, 1989)- y menor contenido de lignina que las otras pajas de cereales (Cuadro 3). Mientras en las otras pajas la lignina es la principal limitante de la digestibili-

dad, en la de arroz es la sílice. De todos modos, el valor nutritivo puede asimilarse al de la paja de trigo (Jackson, 1978; Garret et al., 1979).

La otra diferencia con respecto a las otras pajas de cereales es que el tallo es de mejor calidad que las hojas, debido a que posee menor contenido de sílice.

c) Rastrojo de maíz

La calidad del rastrojo de maíz es comparativamente buena siempre y cuando sea utilizado enseguida de la cosecha del grano, ya que la digestibilidad decrece mucho luego de la madurez fisiológica de la planta (Berger et al., 1979). Presenta una digestibilidad media de 49.5% con un rango de 43 a 56% y el contenido de PC es de 5% (3.5-7.0%).

El rastrojo puede ser utilizado como ensilaje agregándole agua si es necesario o cuando el grano se cosecha con alta humedad. En este último caso la calidad del rastrojo es máxima, pudiendo utilizarse para mantener vacas en gestación e incluso lograr ganancias de peso (Ward, 1978).

d) Rastrojo de sorgo

La planta de sorgo es única en el sentido de que no muere a la madurez fisiológica, ya que el tallo continúa fotosintetizando luego de la cosecha del grano, mientras no se den temperaturas bajas -heladas- que detienen su crecimiento (Smith, 1977). Por esta razón la DMO del tallo (51.7%) es mayor que la de las hojas (49.9%), sin embargo el contenido de PC es mayor en tallos que en hojas (3.8 y 8.3% respectivamente), (Colucci et al., 1991, en prensa).

En condiciones normales, el contenido de humedad del rastrojo enseguida de cosechado el grano, es

de 60 a 70%, por lo que también puede utilizarse como ensilaje, práctica que está siendo evaluada en la Estación Experimental Alberto Boerger INIA La Estanzuela por el Proyecto Investigación Integrada.

Tanto la DMO como el contenido de PC pueden ser mayores que el de las pajas de cereales, excepto el rastrojo de maíz cuando es utilizado tempranamente. La digestibilidad varía entre 41 y 56%, con un promedio de 49% y el contenido de PC es de 4 a 7% (Pigurina y Methol, 1991).

En términos generales también puede utilizarse en categorías de bajos requerimientos, vacas en gestación temprana, sin que pierdan peso y lograr ganancias del orden de 0.23kg/día con un suplemento proteico (200 g/día h.soja), (Ward et al., 1979).

ALTERNATIVAS PARA AUMENTAR LA UTILIZACIÓN Y CALIDAD DE LOS RESIDUOS DE COSECHA

Existen diferentes alternativas para mejorar la utilización y el valor nutritivo de los residuos de cosecha para la producción animal. Una de ellas es manipular los factores que afectan la calidad final del residuo (ej. momento de cosecha) o la genética, para obtener materiales que produzcan rastrojos de mayor calidad, otra es una adecuada suplementación y finalmente existe la alternativa de procesar el residuo a través de tratamientos físicos, biológicos o químicos, con el fin de aumentar el nivel de consumo y/o la digestibilidad.

a) Suplementación

La suplementación de los ras-

trojos de cosecha puede implicar, según el nivel de producción deseado, la utilización de pequeñas cantidades de nutrientes específicos (nitrógeno, minerales) o suplementar el rastrojo con pasturas o concentrados.

En muchos casos la concentración de energía de los residuos de cosecha no es la primera limitante en la utilización animal, sino que es su contenido de proteína cruda, como puede ser el caso de rastrojos de maíz o avena de buena calidad. En estas situaciones solamente con una adecuada suplementación proteica se logran buenas performances (Ward, 1979).

El tipo de suplemento proteico es importante, habiéndose obtenido mejores respuestas en términos de comportamiento animal y nivel de consumo con fuentes naturales de nitrógeno, ya sea de origen vegetal (ej. harina de soja) o animal (ej. harina de pescado), que a fuentes de nitrógeno no proteicas (Ward, 1978; Nicholson, 1984). Esto se puede apreciar claramente en el Cuadro 4, donde se comparan dos tipos de suplementos en dietas isoproteicas.

La suplementación de los rastrojos y pajas con concentrados energéticos disminuye la actividad celolítica de los microorganismos del rumen, reduciendo la digestibilidad de la fibra, especialmente con altos niveles, por tanto es aconsejable suplementar con menos del 15% de la dieta para lograr hacer un uso eficiente del rastrojo (Jackson, 1978).

Una de las mejores combinaciones, en relación al grado y a la tasa de degradación ruminal, al aporte proteico y al balance de minerales, es la suplementación de la paja con pasturas de alta calidad. La suplementación de la paja de trigo con pastoreos de avena restringidos (Castro et al., 1988) o con fardos de alfalfa (Peterson et al., 1978), pro-

dujo buenas performances en ovinos y vacunos respectivamente.

b) Tratamientos físicos

Dentro de los tratamientos físicos se consideran el picado, peleteado, humedecimiento, etc., del material. En general el picado y peleteado produce un incremento del nivel de consumo y una disminución de la digestibilidad, resultando en un aumento de la eficiencia con que los nutrientes son utilizados.

La respuesta al picado o peleteado es mayor en ovejas que en vacunos y en animales jóvenes que en adultos, debido probablemente a que poseen un menor orificio retículo-omasal (Nicholson, 1984). También es mayor la respuesta en materiales de contenido de nitrógeno como las pajas de cereales; la respuesta puede ser baja si no se proporciona una suplementación nitrogenada (Minson, 1967). En un ensayo efectuado en La Estanzuela con ovejas en gestación alimentadas con paja de trigo picada y sin picar (Castro et al., 1988), no encontraron diferencias significativas en el comportamiento animal.

c) Tratamientos biológicos

Los tratamientos biológicos se basan en incrementar la digestibilidad de los materiales fibrosos a través de la utilización de hongos y bacterias que metabolizan la lignina. Se ha observado una gran variabilidad en la respuesta al tratamiento entre diferentes cultivos de hongos, por lo que deben continuarse las investigaciones para identificar las cepas que produzcan mayores efectos sobre la digestibilidad (Wilkins, 1982).

d) Tratamientos químicos

Con los tratamientos químicos

se ha buscado aumentar la digestibilidad y/o el consumo del material tratado, a través del uso de diferentes reactivos que solubilizan parte de los carbohidratos estructurales que se encuentran en la pared celular.

Los reactivos más comúnmente usados son los álcalis como la soda (hidróxido de sodio), el hidróxido de amonio y en los últimos años se ha comenzado a utilizar la urea como una fuente indirecta de amonio.

También se han utilizado otros álcalis como el hidróxido de potasio y el hidróxido de calcio; ácidos como el ácido sulfúrico, pero es corrosivo y puede ocasionar limitaciones en el consumo; agentes oxidantes como el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), ozono y peróxido de sodio.

El formaldehído ha sido utilizado con el fin de incrementar la eficiencia de utilización del nitrógeno del forraje. El tratamiento de ensilajes con formaldehído produce en general una reducción en la concentración de amonio en el rumen -debido a que se reduce la degradación de proteína en el silo- y un incremento en la cantidad de proteína digerida en el intestino. Sin embargo el tratamiento con formaldehído puede reducir la tasa de digestión de la fibra en el rumen (Wilkins, 1982).

Hasta ahora no se han encontrado mejores alternativas que la soda o el amonio, considerando que un buen reactivo debe incrementar efectivamente la digestibilidad, ser económico, estar disponible en el mercado y no presentar problemas en el manejo a nivel de campo (facilidad en el transporte, ser poco corrosivo o inocuo). En nuestro país la urea es el reactivo que mejor cumple con estas características.

Con el hidróxido de sodio se han obtenido los mayores incrementos en la digestibilidad -del orden

del 50-60%, pero tiene inconvenientes debido a las precauciones a tener en cuenta en el manipuleo y sobre todo debido a problemas de salinidad que puede originar, tanto en el animal como en el suelo, si es usado en exceso. El nivel de consumo también aumenta, reportándose valores del orden del 36% (Wilkins, 1982).

El hidróxido de amonio es un poco menos efectivo que el hidróxido de sodio en el incremento de la digestibilidad, pero tiene la ventaja de que produce además un incremento en el contenido de nitrógeno del material tratado. Los incrementos en digestibilidad son del orden del 20-30% y del contenido de nitrógeno o proteína cruda del 100 a 200%, utilizando niveles de amonio de 3.5-4%. No se ha encontrado respuesta a niveles mayores de amonio (Sundstol, 1984).

La urea se transforma en amonio en soluciones acuosas a través de la acción de enzimas (ureasas) que se encuentran normalmente en el suelo y en los forrajes. El tratamiento con urea -y también con amonio- requiere que el material tratado permanezca herméticamente tapado con nylon durante el tiempo que dure el tratamiento. La duración del tratamiento depende de la temperatura ambiente, recomendándose 6 a 8 semanas si la temperatura es de 4 a 20°C y 4 semanas con temperaturas mayores (17 a 25°C), (Sundstol, 1978). La urea debe agregarse en una solución acuosa sobre el material a tratar, utilizándose niveles de urea del 4-5% (4-5 kg de urea por cada 100 kg de paja) y de agua de 20-30% (Methol y Colucci, 1991 en prensa; Blanco et al., 1990). En estas condiciones se han encontrado respuestas similares a las obtenidas con el amonio directamente. En la Estación Experimental Alberto Boerger INIA La Estan-

zuela, se obtuvieron incrementos en la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) de la paja de trigo, del orden del 37% y en el contenido de proteína cruda del 77-80%.

CONCLUSIONES

La utilización de residuos de cosecha en la alimentación del ganado es una alternativa viable siempre y cuando se tengan en cuenta la siguientes consideraciones:

- Estén disponibles en la zona (alto costo de transporte).

- No se requiera una alta tasa de producción por cabeza.

- Se tengan en cuenta los factores que inciden en la calidad final del rastrojo con el fin de obtener un producto del mejor valor nutritivo posible (momento de utilización o cosecha del rastrojo, altura de corte, tiempo y condiciones de almacenamiento, etc.).

- Se tengan presentes las limitaciones nutricionales, con el fin de efectuar una correcta suplementación proteica y mineral si se van a utilizar por un largo período de tiempo como único alimento o alternativamente efectuar tratamientos químicos con urea, lo que equipara el residuo de cosecha a un heno de pradera de mediana calidad.

- En nuestras condiciones y como uso estratégico, probablemente la mejor alternativa de utilización sea suplementar los rastrojos con una pastura de buena calidad (disponibilidad restringida), con lo que pueden obtenerse buenas performances individuales, logrando al mismo tiempo hacer un uso más eficiente del suelo a través del aumento de

carga por unidad de superficie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAN, P.; NORDKVIST, E.; 1983.- *Chemical composition and "in vitro" degradability of botanical fractions of cereal straw*. Swedish J. Agric. Res. 13: 61-67.

ANDERSON D.C., 1978.- Use of cereal straw in beef cattle production systems. *J. Anim. Sci.* 46: 849.

BERGER L.L.; PATERSON, J.A.; KLOPFENSTEIN, T.; BRITTON, R.A., 1979.- Effect of harvest date and chemical treatment on the feeding value of corn stalklage. *J. anim. Sci.*, 49: 1312-1316.

BLANCO, A.; PARRA, R.; DE PARRA, O.; MORA, M., 1989.- Efecto del nivel de urea, hidróxido y tiempo de tratamiento en la amonificación de la paja de arroz. En: *Informe Anual 88-89, Instituto de Producción Animal, Fac. de Agronomía, Universidad Central de Venezuela*.

CASTRO E.; GANZABAL, A.; ORCASBERRO, R., 1988.- Paja de trigo en la alimentación de ovejas a inicios de gestación (I). *Hoja de Divulgación N° 80. Estación Exp. La Estanzuela, Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay*.

CASTRO E.; GANZABAL, A.; Y SARALEGUI, A., 1988.- Paja de trigo en la alimentación de ovejas a inicios de gestación (II). *Hoja de Divulgación N° 81. Estación Exp. La Estanzuela, Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay*.

COLUCCI, P.E.; METHOL, M.; CIBILS, R.; RISSO, D.; CERET-

- TA, S., 1991.- *Evaluación del valor nutritivo del rastrojo de sorgo granífero (Sorghum bicolor). I. Variabilidad entre híbridos de ciclo corto, medio y largo.* (En prensa).
- GARRET, W.N.; WALKER, H.G.; KOHLER, G.O.; HART, M.R., 1979.- *Response of ruminants to diets containing sodium hydroxide or ammonia treated rice straw.* J. Anim. Sci. 48: 92.
- JACKSON, M.G., 1977.- *Review article: The alkali treatment of straws.* Anim. Feed Sci. Technol. 2: 105-130.
- JACKSON, M.G., 1978.- *Rice straw as livestock feed.* The Green Revolution, pp 95-98.
- KERNAN, J.A.; COXWORTH, E.C.; SPURR, D.T., 1979.- *Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous ammonia.* Can. J. Anim. Sci. 59: 511-517.
- KOSSILA, V.P., 1984.- *Location and potencial feed use. Cap. 2.* En: F. Sundstol y E. Owen (Eds), *Straw and other fibrous by-products as feed.* Elsevier, Amsterdam, pp 4-24.
- METHOL, M.; COLUCCI, P.E., 1991.- *Paja de trigo amonificada con urea. I. Efecto del nivel de agua y urea sobre la degradabilidad "in situ" y contenido de nitrógeno.* (En prensa).
- MINSON, D.J., 1967.- *The voluntary intake and digestibility in sheep of chopped and pelleted Digitaria decumbens (pangola grass) following a late application of fertilizer.* N. British J. Nutrit. 21:587-597.
- NICHOLSON, J.W.G., 1984.- *Digestibility, nutritive value and feed intake.* En: F. Sundstol y E. Owen (Eds), *Straw and other fibrous by-products as feed.* Elsevier, Amsterdam, pp. 340-372.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984.- *Nutrient requirements of Beef Cattle.* 6th Rev. Ed., Washington DC., National Academy of Sciences.
- OWEN, F.G.; MOLINE, W.J., 1975.- *El sorgo para forraje.* En: J.S. Wall y W.M. Ross (Eds), *Producción y usos del sorgo.* Hemisferio Sur, Buenos Aires, pp. 217-235.
- FIGURINA, G.; METOL, M., 1991.- *Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay.* En: *Guía para la alimentación de rumiantes.* Serie Técnica N° 5, INIA La Estanzuela. pp. 7-26.
- PATERSON, J.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A., 1978.- *The digestibility of sodium hydroxide treatments of roughage on mineral balance and digestibility.* J. Anim. Sci. 46: 340. (Abstr.).
- PRESTON, T.R.; LENG, R.A., 1989.- *Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico.* CONDRIE, Cali, p. 170.
- SMITH, D.H.; PERRY, L.J.Jr., 1978.- *Grain sorghum residue, what can you expect?* Farm, Ranch and Home Quarterly 24(4): 14-16. (Abstr.).
- SUNDSTOL F., 1984.- *Ammonia treatment of straw: Methods for treatment and feeding experience in Norway.* Anim. Feed Sci. Technol. 10: 173-187.
- WALES, W.J.; DOYLE, P.T.; PEARCE, G.R., 1990.- *The feeding value of cereal straws for sheep. I. Wheat straws.* Anim. Feed. Sci. Technol. 29:1-14.
- WARD, J.K., 1978.- *Utilization of corn and grain sorghum residues in beef cow forage system.* J. Anim. Sci. 46: 831.
- WARD, J.K.; PERRY, L.J.; SMITH, D.H.; SCHMITZ, J.T., 1979.- *Forage composition and utilization of grain sorghum residue by beef cows.* J. Anim. Sci. 48: 919.
- WHITE, L.M.; HARTMAN, G.P.; BERGMAN, J.W., 1981.- *In vitro digestibility, crude protein and phosphorous content of straw of winter wheat, spring wheat, barley and oat cultivars in eastern Montana.* Agron. J. 73: 117-121.
- WILKINS, R.J., 1982.- *Improving forage quality by processing.* En: J.B. Hacker (Ed), *Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an international symposium held at St. Lucia, Queensland, Australia, August 24th-28th, 1981.* pp. 389-408.

Cuadro 1. Area cosechada (ha), producción de grano (t) y producción de rastrojos de los principales cultivos del país.

	Area cosechada (ha)	Producción de grano	*Factor de conversión	Rastrojo (t)
Trigo	225793	542378	1.2	650800
Cebada	89058	202589	1.3	263000
Avena	64968	70001	1.3	91000
Maíz	58168	101171	3.0	303000
Sorgo	25800	69027	2.0	138000
Arroz	95200	537217	1.2	645000
Total				2090800

Fuente: DIEA 1990
 * Factor de conversión en residuo de cosecha, promedio para Sudamerica (Kossila, 1984)

Cuadro 2. Rango de valores para digestibilidad (DMO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y ceniza de las pajas de trigo, cebada y avena.

	Trigo Prom. (Rango)	Cebada Prom. (Rango)	Avena Prom. (Rango)
DMO (%)	38.6 (32.3-44.7)	41.8 (36.6-47.7.0)	43.9 (37.4-50.4)
PC (%)	3.5 (2.8-4.2)	4.1(3.9-4.3)	4.7 (4.1-5.0)
FDN (%)	83 (80-85)	81 (80-82)	71 (70-73)
Ceniza (%)	7.4 (6-8)	7.1	7.8

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal INIA-La Estanzuela y adaptado de Nicholson (1984).

Cuadro 3. Valores promedio reportados para rastrojos en digestibilidad (DMO), contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente cido (FDA), lignina, calcio (Ca), fósforo (P), ceniza y energía degradable (ED).

Especie	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	lignina* (%)	Ca* (%)	P* (%)	Ceniza (%)	DMO (%)	ED Mcal/kg MS
Trigo	3.5	83	55	14	0.2	0.06	7.4	38.6	1.54
Cebada	4.1	81	53	11	0.3	0.07	7.1	41.8**	1.70
Avena	4.7	71	51	14	0.2	0.10	7.8	43.9**	1.77
Arroz	4.0	71	50	5	0.3	0.08	19.0	47.5	1.67
Ma/z	5.1	77	49	11	0.6	0.10	9.2	49.5	2.00
Sorgo	5.2	74	46	6	0.5	0.13	11.0	49.1	1.93

FUENTE: Laboratorio Nutricion Animal INIA-La Estanzuela
* Fuente NRC

Cuadro 4. Nivel de consumo de heno de baja calidad (6.9% PC) en vaquillonas lecheras alimentadas con 2 tipos de suplementos proteicos (dietas isoproteicas).

Suplemento	Consumo de MS kg/100 kg PV	Consumo de MSD
Urea	1.38	0.69
Harina de soja	1.64	0.82

Fuente: Nicholson, 1984