HOJAS DIVULGADORAS Núm. 10/90 HD

MANEJO ALIMENTICIO Y TRATAMIENTO DE LA PAJA CON AMONIACO

J. PEREZ-LANZAC, J. M. JURADO Y M. VARONA
Departamento de Producción Animal Pastos y Forrajes
C.I.D.A. de Córdoba

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION
SECRETARIA GENERAL DE ESTRUCTURAS AGRARIAS

MANEJO ALIMENTICIO Y TRATAMIENTO DE LA PAJA CON AMONIACO

Si se hace en España un balance de los recursos utilizados en alimentación animal, se observa que, a diferencia de otros países de la CEE, existe un déficit de forrajes (cuadro 1), de lo que se deriva la necesidad imperiosa de utilizar toda suerte de subproductos. Desde antiguo la paja de cereales ha ocupado este papel, dadas las facilidades climáticas para su recolección y almacenamiento, que se realizan, a diferencia del Norte de Europa, con clima seco y sin presiones de tiempo. Sin embargo, la paja no puede sustituir totalmente a los forrajes y pastos ni aporta proteínas.

Los rumiantes son los utilizadores de estos recursos, ya que, gracias a las bacterias que habitan dentro de su panza, pueden convertir la celulosa y el nitrógeno no proteico (NNP) en recursos para mantenerse y poder producir. Por este motivo se describen someramente a continuación las particularidades digestivas de los rumiantes que justifican ciertas normas a tener en cuenta en el tratamiento de la paja con amoniaco y posterior uso de ésta en la alimentación.

VENTAJAS Y POSIBILIDADES DE LOS RUMIANTES

Los nutrientes principales son energéticos y proteínas. Los compuestos de carbono aportan energía y son la base para mantener la actividad vital y construir (sintetizar) otros componentes

orgánicos (grasas, glucógeno, etc.). Las proteínas sirven fundamentalmente para construir el organismo (músculos, órganos, pieles, lanas, etc.). Durante la evolución biológica, los rumiantes se han especializado en obtener su sustento de alimentos muy pobres —en nutrientes— o que los contienen en forma muy difícil de asimilar por otros mamíferos. Se piensa que esta diferenciación tuvo lugar en tiempos muy secos, en que los alimentos escaseaban.

Como quiera que hierbas y ramones secos, etc. son pobres en proteínas disponibles, tuvieron que ingeniárselas para reciclar el nitrógeno que ya tenían en el organismo (y que el resto de los seres vivos eliminamos por la orina), posibilitando la explotación de fuentes de proteínas *más baratas,* para construir las suyas. Una de estas fuentes es lo que hoy conocemos como nitrógeno no proteico (NNP).

La zootecnia actual conoce y explota esta capacidad de los rumiantes para emplear recursos que otros animales no son

Fig. 1.—Almiar de 70.000 kg de paja. Obsérvese la fijación del plástico al suelo por medio de tierra previamente levantada con un arado y volteada.

Fig. 2.—El amoniaco se puede aplicar a silos sobre el suelo.

capaces de utilizar. Su versatilidad para aprovechar alimentos pobres permite a las ganaderías modernas crear granjas en las que se podría decir que los animales *no comen casi nada bueno,* como son los subproductos agroindustriales. Estos constituyen en muchos casos un estorbo y encuentran en la nutrición animal un buen método para su eliminación parcial y su posterior incorporación al suelo como estiércol.

La paja de cereales y la mayoría de forrajes secos y subproductos a los que se ha hecho referencia están constituidos por restos de paredes celulares que contienen celulosa, lignina, hemicelulosas y pectina, compuestos todos difíciles de degradar y, por tanto, de aprovechar. Cuando se tratan con un agente cáustico, ese armazón se corta por distintos puntos (uniones hemicelulosa-lignina), haciéndolos más asimilables. Uno de los primeros métodos ideados fue el tratamiento con sosa cáustica, que era luego neutralizada. Este se utilizó en Alemania durante las dos guerras mundiales. Debido a que su aplicación no es fácil ni exenta de riesgos, es por lo que no ha alcanzado una amplia difusión en

Cuadro 1.—BALANCE DE NUTRIENTES
Balance de nutrientes utilizados en alimentación animal en la CEE-10 y en España en 1986, las cifras representan unidades forrajeras (UF) y proteínas brutas (PB, $N_2 \times 6.25$), por cada grupo de alimento y están representadas en millones de unidades.

	CEE-10[a]		España[b]	
	UF	PB	UF	PB
1. Cereales grano	69,43	6,74	18,60	1,70
2. Leguminosas grano	2,64	0,60	0,11	0,03
3. Forrajes deshidratados	8,88	0,27	0,15	0,05
4. Mandioca	6,30	0,11	0,10	0,02
5. Subproductos industriales	43,08	13,85	5,20	1,49
Salvados	2,80	0,51	0,42	0,08
Harinillas	3,60	0,50	0,53	0,07
Pulpa de remolacha	7,46	0,80	1,71	0,09
Tortas oleaginosas	22,73	9,66	2,54	1,25
Tortas de soja	14,33	6,94	2,02	1,01
Y las demás	7,40	2,82	0,52	0,24
6. Leche y derivados	4,47	0,73	[c]	[c]
7. Patatas	0,82	0,07	0,26	0,02
8. Raíces forrajeras	3,87	0,48	0,33	0,02
9. Maíz forrajero	20,52	2,41	0,70	0,10
10. Forrajes varios	127,51	26,89	16,50	3,21
Praderas	113,93	24,02	13,64	2,70
Otros forrajes	8,22	1,73	0,45	0,11
Rastrojos	5,26	1,14	2,38	0,08
Pajas de cereal	3,02	0,65	2,20	0,32
A. Comercializables: (1+2+3+4+5+6)	134,8	22,3	24,2	3,29
B. No comercializables[c]: (7+8+9+10)	152,5	29,8	17,8	3,35
C. Total: (A+B)	287,30	52,1	41,9	6,64
Relación $A/_B$	0,88	0,75	1,36	0,98
Relación $B/_C$	0,53	0,57	0,42	0,50

[a] Según Eurostat 1987.
[b] Estimación propia basada en el Anuario de Estadística Agraria del M.A.P.A. 1986.
[c] Para facilitar la comparación se han agregado de igual modo que en la CEE (Eurostat). Sin embargo debe tenerse en cuenta que en España existe un notable comercio de henos y pajas que pueden hacer disminuir aún más el agregado B equivalente a producidos en la explotación sin coste de oportunidad.
[d] Inapreciable a los efectos que se persiguen.
Fuente: Dolores R. Navas (Tesis doctoral).

granjas; sin embargo, se sigue utilizando en procesos industriales que incluyen la molienda y granulación de los subproductos

tratados. Recientemente, en Noruega, país que produce grandes cantidades de nitrógeno aprovechando suministros abundantes de energía hidroeléctrica, se ha investigado sobre el uso de amoniaco (NH_3) con vistas a sustituir al tratamiento con sosa. Es el llamado método noruego o de Sunstöld. Los resultados han sido espectaculares y la técnica, por su simplicidad, se ha extendido con facilidad.

Una ventaja adicional de este *método noruego* es que, además del efecto de álcali (rompiendo la celulosa), deja una cierta cantidad de nitrógeno residual en el material tratado, que es aprovechado también por el ganado. Efectivamente, según se ha visto, los rumiantes obtienen compuestos energéticos carbonados del ataque a las paredes vegetales y proteínas (bacterias, protozoos y sus restos). Por lo tanto, no es arriesgado afirmar que la paja de cereal tratada con amoniaco se transforma en un producto equivalente a un heno de baja calidad o paja de leguminosas (garbanzos, lentejas, algarrobas, etc.) conocida por los ganaderos castellanos como *paja negra,* a diferencia de la primera o *paja blanca.*

En sentido estricto no son los mismos rumiantes los que tienen esas asombrosas capacidades: las posibilidades del tubo digestivo de vacas y ovejas para obtener nutrientes de los recursos pobres son más o menos iguales que las del tubo digestivo de un cerdo o un perro. Sin embargo, tienen en su panza billones y billones de microorganismos que realizan ese trabajo y que establecen con el rumiante una relación de *simbiosis:* Mientras el animal superior procura los materiales y ambiente necesarios para que se nutran y vivan, las bacterias y protozoos (los dos tipos de microorganismos más importantes en el rumen) le ofrecen una parte de los alimentos como metabolitos asimilables (ácidos grasos volátiles y amonio), al tiempo que pasan al estómago verdadero, una vez cumplido su ciclo biológico o adheridas a los restos de alimentos, como *productos elaborados* y de alta calidad.

El rumen funciona como una maravillosa cámara de fermentaciones en la que se introducen por un lado paja y amoniaco y se obtienen por otro ácidos grasos, proteínas y lípidos que luego

irán a la carne, a la leche, etc. En condiciones óptimas, por cada 100 gramos de sustancias orgánicas que se digieren por las bacterias del rumen se sintetizan hasta 20 gramos de proteínas. Para que esta cámara de fermentación funcione perfectamente es preciso observar algunas normas bastante fáciles de aplicar y que constituyen el siguiente apartado de esta Hoja.

OTRAS APLICACIONES DEL AMONIACO

El uso del amoniaco gaseoso (anhidro) puede ser muy amplio, ya que, además de hacer la celulosa más accesible a las bacterias, evita que los productos húmedos se enmohezcan, por ser un potentísimo *fungicida.* Un curioso mecanismo opera en este sentido: la retención de amonio es más fuerte en materiales húmedos (es muy higroscópico) que en secos, siendo los primeros los más susceptibles al enmohecimiento y producción de *mycotoxinas,* por lo que, además de utilizarlo para tratar las pajas de cereal y cañote de maíz, se ha usado amonio para conservar pacas de heno húmedo (de alfalfa, ballico, etc.) y evitar su calentamiento. También se aplica a silos con el objeto de detener las fermentaciones secundarias cuando se abran (ensilados de cortes otoñales tardíos de alfalfa (fig. 9), pulpa de aceituna húmeda (fig. 8), semilla húmeda de algodón, ensilados de pulpa fresca de uva, etc.). Existen dos métodos muy difundidos: el tratamiento por inyección directa en almiares de hasta 80.000 kg (fig. 1) y los hornos (figs. 5-6).

En España, la utilización más común es el tratamiento en almiar de la paja de cebada y trigo, debido a las grandes disponibilidades de paja de cebada, empacadores y transportistas especializados, y a una gran tradición de empleo de paja en alimentación de rumiantes. Por este motivo se centrarán los razonamientos que siguen en este uso.

EL TRATAMIENTO EN GRANJA

Se pueden utilizar hornos especiales en los que se trata de forma automatizada la cantidad necesaria para uno o varios días;

Fig. 3.—La dosificación debe realizarse con gran cuidado. Según el diámetro de la válvula de salida y la presión, el tiempo de apertura varía.

sin embargo, el elevado coste del horno sólo se justifica ante una muy buena planificación y aporte garantizado de paja y otro subproducto a bajo coste. Si se dispone de rotoempacadoras, será preciso emplear láminas de plástico para envolverlas y seguir luego las normas del tratamiento en almiar. Por su *simplicidad,* el tratamiento en almiar (que de todas formas hay que construir) parece el más indicado.

El tratamiento suele ser rentable, ya que permite mejorar bastante la paja de cereal con poco costo de operación y sin más infraestructura que el propio almiar y plásticos para su recubrimiento. Si resulta eficaz, el producto va a tener un *valor similar al de un heno de mediana calidad,* aunque, eso sí, falto de minerales y vitaminas (la carencia se puede arreglar añadiendo un corrector vitamínico-mineral).

Para un tratamiento eficaz, han de seguirse algunas de las recomendaciones extraídas de experimentos efectuados en el CRIDA-03 en Zaragoza, propuestas por Alberti *et al.* (1982).

MATERIALES NECESARIOS

1. **Lámina de polietileno** de 0,7 mm de grosor y 12 m de ancho (comercializado en rollos de 50 m de longitud).

2. **Listones** de madera, cañas y cualquier otro elemento que facilite el enrollado hermético de una lámina situada en el suelo (base del almiar) con las de los laterales (ver fig. 1). Puede ser muy eficaz abrir una zanja con el arado de forma que permita volver a echar la tierra sobre este pliegue, según se aprecia en la figura 2; este método puede evitar la lámina del suelo.

3. **Pesos,** no cortantes (sacos de arena, piedras, barras de hierro, etc.), que permitan contener los plásticos durante el inflado que se produce durante la inyección.

4. **Cuerdas** para el cierre final, parches para tapar posibles agujeros, etc.

5. Todo lo relativo a la aplicación y transporte del amoniaco corre por cuenta del suministrador comercial del gas.

Fig. 4.—Es imprescindible cerrar cuidadosamente con cinta adhesiva el punto de inoculación para evitar molestias.

RECOMENDACIONES PRACTICAS

1. Trabajar siempre al **aire libre,** alejado de edificios y establos. Evitar días con nieblas.

2. Conseguir cierres **herméticos** y parchear cualquier grieta que pudiera producirse antes de inyectar (fig. 2).

3. Emplazar las pilas en suelos **horizontales** para evitar que se acumule amoniaco líquido en las partes más declives.

4. El tamaño recomendado de la pila parte de un modelo mínimo de 5 tm (unas 300 pacas de tipo convencional) en la que se inocula el amoniaco en un **único punto** en el centro de la misma y a la altura de 3-4 pisos. Este modelo de pila puede alargarse según la cantidad que se desee tratar. En invierno, cuando las reacciones son más lentas, se recomiendan tantos puntos de aplicación como módulos de 5 tm se sucedan en una misma pila. Almiares conteniendo hasta 100 tm se han tratado eficazmente.

5. Conviene que el propio ganadero se cerciore de que la cantidad de amoniaco que añade a la paja (fig. 3) está próxima a los 3,0 kg de gas por cada tonelada; cantidades superiores resultan antieconómicas y pueden ser peligrosas, como después se expondrá.

6. Vigilar la humedad de la paja. Aunque hay quienes sostienen que debe contener entre el 12 y el 30 por ciento de humedad, éste es un punto que no está todavía muy claro. Como quiera que el gas amoniaco se va allí donde hay más humedad y que en el centro del almiar se alcanzarán altas temperaturas, las concentraciones más altas se localizarán en las zonas de la periferia, hacia donde emigrará el vapor de agua, por ser la zona más fría. Esto, además de resultar antieconómico, puede ser peligroso si no se airea bien el material antes de utilizarlo, como se verá a continuación.

DOSIFICACION DE AMONIACO

Es importante, como se ha visto, **aplicar la cantidad correcta.** Por tanto, la forma de calcularla es fundamental.

Fig. 5.—Las pacas de paja de alta presión de cascarilla de algodón y paja se tratan muy bien en hornos.

Existen cubas con ruedas que admiten cargas que oscilan entre 2.000 y 4.500 kg; sin embargo, el ganadero puede pedir al suministrador cantidades intermedias, lo que se lleva a cabo pesando la cuba, por medio de una báscula, en el momento de la carga con amoniaco, conociendo previamente su tara. Dados los elevados consumos del material tratado (entre 5 y 10 kg/día) en el ganado vacuno, una explotación de 20 vacas consumirá fácilmente un almiar de 40.000 kg cada año; por lo tanto, deberá contratar una cuba cargada de 1.200 a 1.300 kg de amoniaco. Por su seguridad, éste es un método muy recomendable, ya que siempre se puede comprobar la cantidad real suministrada (pesando la cuba y restando la tara) y en el caso de que el suministro sea mayor o menor al solicitado, cabe la posibilidad de adaptar el tamaño del almiar. Además se puede realizar una aplicación "lenta" dejando la llave de paso del gas, abierta a conveniencia, hasta vaciar la cuba totalmente. En definitiva, se trata de **adaptar**

el tamaño del almiar a la cantidad de amoniaco que la firma comercial está en disposición de suministrar, lo que se verificará previamente.

En los hornos, la dosificación se realiza con un dispositivo metálico colocado al final de la manguera del horno, en su empalme con la cuba del amoniaco; este dispositivo tiene un calibre determinado, de forma que se establecen unas tablas por las que, conociendo la presión de la cuba y la cantidad de producto a tratar, se determina un tiempo de paso de amoniaco desde la cuba al horno.

Las cubas o tanques de amoniaco de que disponen las casas suministradoras poseen un **indicador volumétrico** del contenido de amoniaco (expresado en porcentaje) y otro indicador de la presión a la que se encuentra (expresado en atmósferas). En el caso de que se quieran tratar varios almiares con una sola cuba, las dificultades para una correcta dosificación son mayores. Existen contadores volumétricos especiales que se adaptan a la cuba, para medir la cantidad de gas que sale, siendo importante seguir las recomendaciones del fabricante. Como último recurso, se ha de jugar con el peso de la cuba (de la que se conoce la **tara** y **carga máxima**) y el indicador volumétrico que contiene. Así pues se puede calcular la carga aproximada de amoniaco, a partir de la tara y el peso máximo autorizado: la diferencia será la carga máxima. El indicador volumétrico referido a esta carga permite estimar el contenido. De igual modo, en cada aplicación, se dejará caer el indicador volumétrico hasta el volumen prefijado según el peso del almiar.

LA PAJA TRATADA COMO ALIMENTO PARA EL GANADO

Las investigaciones llevadas a cabo en el CRIDA-03 (INIA) de Zaragoza (actualmente Servicio de Investigación Agraria de Aragón) por el Dr. Alibés y sus colaboradores han puesto de manifiesto que cuando la paja ha sido tratada más de un mes y después suficientemente aireada, para eliminar el amonio no fijado a la celulosa, la cantidad de nitrógeno presente en ella está

en equilibrio con su valor nutritivo (digestibilidad de los carbohidratos). Sin embargo, las bacterias del rumen necesitan algo más que celulosa y nitrógeno para vivir.

Efectivamente, se sabe que para utilizar eficientemente el nitrógeno no proteico (urea, biuret, amoniaco, etc.) se debe aportar una cierta cantidad de proteína verdadera que ayude a algunas familias de bacterias y protozoos a establecer un buen equilibrio en el rumen. Una norma conservadora, pero muy segura, es la siguiente: del **contenido proteico total** de la dieta, un **tercio** como mínimo debe darse en forma de **proteína verdadera**. Es preferible que esta proteína verdadera sea duradera en el rumen (de baja degradabilidad) para que sea útil el mayor tiempo posible. También es deseable que se suministre a la vez que la paja tratada y no antes (en todo caso, mejor después).

Además de proteínas verdaderas, las bacterias del rumen necesitan **elementos minerales** para ejercer bien su función. En las dietas a base de paja tratada son muy importantes el **fósforo**

Fig. 6.—Los hornos permiten tratar el material a medida que se va necesitando.

y el **azufre**. En efecto, el fósforo es indispensable para realizar la función **energética** de la degradación de la celulosa, así como formar parte de ciertos tejidos bacterianos; además, al contrario que los cereales y tortas de extracción, la paja tratada apenas contiene fósforo. El azufre es muy necesario también para que las bacterias ejerzan su función, ya que en los tejidos proteicos bacterianos se encuentra 1 g de azufre por cada 10 g de nitrógeno (el azufre está bajo forma de metionina y cisteína principalmente); en el caso de las ovejas, el gasto en azufre es importante por razón de la lana.

Finalmente, se debe tener en cuenta que el nitrógeno presente en la paja tratada se va a liberar muy rápidamente en el rumen, antes que la celulosa se haya degradado significativamente, por lo que se puede dar lo que los expertos llaman *fermentación no acoplada,* en la que se desperdician radicales de nitrógeno (por la orina) y energéticos (gases) sin lograr que crezcan las bacterias. Para evitar esto es muy importante **distribuir a lo largo del día** el material tratado para lograr que el N se libere cuando existen radicales energéticos (ácidos acético, propiónico y butírico) en la panza. Mejor aún es si se **mezcla** el material con otros componentes que lo equilibren, de forma que el ganado no lo puede separar en el comedero. Para lograr este objetivo son de extraordinaria ayuda dos medidas:

1. Utilizar un **remolque mezclador** de la ración, tipo *unifeed,* aunque un repartidor de estiércol, cargado por capas, puede servir también (fig. 10).

2. Usar un **comedero de fondo plano** (el simple suelo es el mejor si se evita el pisoteo) de forma que no se puedan separar fácilmente los componentes más densos (fig. 11).

DIETAS SIMPLIFICADAS

Las regiones con mayor tendencia al uso de la paja tratada son aquellas en las que existen ovejas y ganado vacuno de carne, aunque se va introduciendo cada vez más en el ganado vacuno de ordeño. En los primeros casos es difícil establecer unas

necesidades alimenticias muy estrictas por varias razones. Una de ellas es que el ganado debe aprovechar los recursos en el momento en que son disponibles (antes de levantar los rastrojos, etc.), creando reservas corporales (engordando o recuperando peso) para épocas peores. Por este motivo, depende mucho del estado de carnes o *condición corporal* la cantidad de suplemento alimenticio a dar.

En el cuadro 2 se presentan unas dietas simplificadas que pueden servir de orientación. En todo caso, es conveniente comprobar **el estado de reservas corporales** (por palpación del raquis, pelvis, etc.) y, a ser posible, el peso de al menos un lote representativo del rebaño, para decidir la ración a dar. Si los animales están muy delgados, conviene aumentar algo el concentrado; si, por el contrario, están gordos, es aconsejable respetar las dietas reseñadas, pues son económicas y van a permitir mantenerlo.

En el cuadro 2 figura como concentrado la cebada de seis carreras; sin embargo, pueden valer otros cereales (restos de trigo,

Fig. 7.—El material tratado cambia de color y es más fácil disgregarlo.

Cuadro 2.—DIETAS SIMPLIFICADAS

Dietas simplificadas con paja de cebada tratada con amoniaco. Las cifras representan kilos en sustancia fresca y día. Estas normas son orientativas y dependen de la condición corporal (estado de carnes) de los animales.

Dentro de ciertos límites se pueden reemplazar la cebada de seis carreras (caballar) de baja densidad (inferior a 0,63) por pulpa de remolacha deshidratada.

	Paja tratada	Cebada o revuelto	Pulpa de remolacha	Tortas de algodón o girasol	Corrector (gramos)
Ovejas de 40-50 kg p.v.:					
Mantenimiento	1,4	—	—	—	10
Preparando cubrición	1,4	0,250	—	—	10
Primer tercio gestación	1,4	0,250	—	—	10
Fin de gestación	1,4	0,200	—	0,150	20
Lactación (ovejas con reservas)	1,4	0,400	—	0,250	35
Corderas reposición:					
Hasta los 8 meses	1,2	0,500	—	—	35
Hasta cubrición	1,4	0,250	—	—	35
Vacuno de carne de 500 kg p.v.:					
Vacas gestantes	10,0	—	—	0,500	200
Lactantes primavera	12,0	—	1,50	0,800	200
Lactantes otoño	10,0	—	2,00	1,500	200
Novillas:					
1 año ganando 400 g/d.	5,0	1,80	—	0,300	100
Id. ganando 650 g/d.	6,0	2,50	—	0,500	100
2 años ganando 300 g/d. ...	8,0	1,00	—	—	100
Vacuno de ordeño*:					
(+ 1 kg pienso cada 2,5 litros).					
Mantenimiento + 5 litros ...	6,0	—	4	—	(en pienso)

* No es aconsejable usar paja tratada para vacuno alimentado en pesebre. Si se hace, distribuir el concentrado en varias tomas.

Fuente: Elaboración propia.

maíz, sorgo, etc.), en cuyo caso se debe reducir algo la dosis (entre 10 y 15 por ciento). Si la cebada es de muy buena calidad (elevada densidad específica), también se puede reducir algo la dosis. Si se tiene acceso a **torta de algodón**, que tarda bastante en degradarse, es el mejor complemento, si no se usará **torta integral de girasol**, que suele ser muy económica. Otras tortas y harinas proteicas también pueden servir, pero son más caras.

Fig. 8.—Los hornos permiten tratar al orujo húmedo de aceituna, evitando el enmohecimiento.

PROGRAMACION LINEAL

En ganado de ordeño de alta producción es muy importante equilibrar la ración, por lo que un método muy indicado es la **programación lineal.** En el cuadro 3 figuran raciones calculadas para un rebaño de ganado vacuno, en función de los recursos de que disponía el ganadero. La combinación de la programación lineal con las medidas citadas previamente permite notables ahorros de alimentos y suplir la grave carencia de forrajes que padece España. Para pedir asesoramiento sobre este tema se puede acudir a empresas fabricantes de correctores que ofrecen programación lineal como servicio. También se pueden consultar otros servicios, como el ITG del Vacuno de la Diputación de Navarra y la Dirección General de Investigación y Extensión Agraria de la Junta de Andalucía (C.I.D.A. de Córdoba).

Cuadro 3.—PROGRAMACION LINEAL

Dietas calculadas por Programación Lineal[a] para alimentación de ganado vacuno de ordeño en las fases de producción indicadas, optimizando el uso de Paja de Cebada tratada con amoniaco. Las cifras representan kg de alimentos (en sustancia fresca) por animal y día.

	Octavo mes de gestación	Novillas 300 kg ganando 70 g/día	Vacas de 600 kg y 25 litros/día
Paja de cebada tratada	6,00	4,08	10,00[b]
Pulpa de remolacha deshidratada	—	—	2,78
Trigo[c]	0,38	—	—
Cebada de 6 carreras	3,06	2,27	4,63
Bagazo de cerveza deshidratado	0,24	—	4,20
Torta de algodón	—	0,55	—
Fosfato bicálcico	0,05	0,006	0,04
Sulfato de cal (Yeso)	0,04	0,02	0,06
Corrector vitamínico-mineral	0,01	0,01	0,01
Sal común	0,01	0,01	0,25

[a] Departamento Producción Animal, D.G. Investigación y Extensión Agrarias (Junta de Andalucía), CIDA de Córdoba (en colaboración con la Cátedra de Zootecnia de la E.T.S. Ingenieros Agrónomos).
[b] Máximo permitido en la Programación Lineal. De difícil ingestión si no se practica la alimentación integrada (Unifeed).
[c] No es extraño en la actualidad que el trigo entre en la formulación de rumiantes.

Fig. 9.—Corte tardío de alfalfa, ensilado sin tratar con amoníaco. Obsérvese la formación de moho.

Fig. 10.—Corte tardío de alfalfa, ensilado tratado con 4 por ciento de amoníaco para evitar la formación de moho.

RIESGOS EN EL EMPLEO DE PAJA TRATADA CON AMONIACO

Estos riesgos son los de la intoxicación por amoniaco, que, como se comprobará, es fácil de evitar con algunas medidas simples. En esta hoja se intentará describir la intoxicación, así como las medidas a tomar para evitar que ocurra. También se describirán actuaciones para el caso, poco probable, de que se haya intoxicado algún animal.

Como se ha visto anteriormente, la cantidad de amoniaco que se da al animal es decisiva. Esta va a depender de varios factores:

1. La **concentración** de amoniaco que lleva la paja; de ahí el interés de que el propio ganadero se cerciore que se ha aplicado al almiar la dosis justa y no más.

2. La **homogeneidad** en la distribución de ese amoniaco entre las distintas partes del almiar. Si la distribución no ha sido pareja, aunque la dosis haya sido la justa, al dar una zona con más amoniaco de la cuenta, se correrán más riesgos. Como ya se señaló con anterioridad, la excesiva humedad de las pajas va a favorecer que el amoniaco se concentre en unos lugares y falte en otros.

3. La **aireación** del material, pues una paja procedente de un almiar recién abierto contiene amonio residual no fijado por la celulosa. Siempre que al tomar una parte del almiar se note un olor a amoniaco demasiado fuerte, es recomendable **airearla** hasta que deje de oler tanto.

4. Conviene **seguir las dietas recomendadas;** por lo general, *se evitará* dar al ganado paja tratada con amoniaco como *único alimento.* Pues, como se verá más adelante, para obtener toda la eficacia es preciso *equilibrar las dietas.*

Fig. 11.—En comederos de fondo plano se dificulta que los animales puedan separar los ingredientes.

Fig. 12.—En comederos de fondo semicircular los animales separan los ingredientes, restando eficacia a la mezcla.

5. Es muy importante **respetar los aportes minerales** que van a favorecer un aumento de la *ingestión voluntaria* y aprovechamiento nutritivo (beneficio económico) y sobre todo, evitarán problemas de salud en los animales (carencias).

6. Se procurará en todo momento que el pH del rumen esté por debajo de 7,4, para lo cual, en el caso de utilizar una paja húmeda con sospecha de exceso de amonio, suele bastar con diseñar una **dieta que contenga algunos carbohidratos** fácilmente digestibles **y distribuidos a lo largo del día.** Excepcionalmente se pueden acidificar las aguas, pero éste es un procedimiento poco práctico y que sólo será obligado usar en muy contadas ocasiones.

SEÑALES DE ALARMA

En caso de que los animales manifiesten un comportamiento extraño tras haber sido alimentados con paja tratada con amoniaco,

lo primero que debe hacerse es *comprobar* que se debe precisamente a una intoxicación por amoniaco. Si los puntos que se han remarcado antes como prevención se han seguido más o menos, será muy difícil que se llegue a un cuadro intoxicativo. Las *señales de alarma* serán las siguientes:

1. El fenómeno sucede preferentemente en **invierno** con bajas temperaturas, elevada humedad relativa, y por tanto, *condiciones que favorecen la retención del amoniaco* aunque se intente airear.
2. Material húmedo con **fuerte olor a amoniaco** (no se sostiene la respiración a medio metro más de medio minuto, los ojos lloran). **Esto implica alta concentración y elevado pH.**
3. Toda la paja descrita se da de **una sola vez,** sin aportar concentrados; o por error, los animales tuvieron **acceso accidental** a un almiar nuevo.

Los síntomas que se aprecian en animales intoxicados por amoniaco corresponden a una **hiperexcitabilidad.** Las reses están como locas, tienen convulsiones musculares, reaccionan desmesuradamente ante cualquier ruido u otra sensación (por ejemplo, el cierre de una puerta) y no ven bien. Por lo tanto, los animales **corren alocadamente y chocan** contra los objetos y las paredes, inclinan la cabeza, **pierden el equilibrio,** mueven los ojos y tienen la **mirada perdida** y, si no se pone remedio, el animal cae al suelo y no puede levantarse.

Si, por las manifestaciones descritas, se sospecha de una intoxicación amónica, se procederá del siguiente modo:

1. **Supresión** de la administración de paja tratada con amoniaco y comprobación en **muestras frescas** sacadas de las partes más húmedas del almiar si hay exceso de amonio. Si se quiere hacer un análisis, éste debe hacerse sobre *material fresco (no secado en estufa) e inmediatamente* a la toma de muestra, que se transportará en un recipiente *hermético.* De no hacerse así, la muestra que llegará al laboratorio habrá perdido amoniaco y no será representativa. Todo esto *debe ser explicado* a la persona que recibe la muestra en el laboratorio.
2. **Acidificación** del rumen, para lo cual se puede dar a beber al animal agua en la que se ha disuelto **vinagre** (1 litro en

10 litros de agua) o, de no disponerse de ello, ácido clorhídrico al 25 por ciento (un ¼ de litro por diez litros de agua). Se puede usar una sonda esofágica, si ello es posible. La acidificación del rumen (preventiva) en el resto del ganado también se logra aportando **harina de cebada** con un 10 por ciento de **fosfato bicálcico** (no el monocálcico), que será fermentada rápidamente en el rumen para dar ácidos grasos volátiles. También se puede recurrir a otros carbohidratos muy rápidamente fermentables, como son la **melaza**, o incluso el **azúcar**, que se disolverán en agua (actuaciones urgentes) o se añadirán a la cebada molida (actuaciones preventivas).

3. Si el animal es difícil de manipular, procede que el veterinario administre un **tranquilizante**, a poder ser una benzodiacepina. Puede estar indicada una inyección de **magnesio,** como las que se emplean en la tetania del prado.

Hay que tener precaución con esta intoxicación, ya que en caso grave y si se tarda mucho en aplicar las medidas descritas

Fig. 13.—Los remolques mezcladores son ideales para integrar paja tratada en dietas completas.

los animales pueden autolesionarse. No obstante, con que se sigan, y tal vez no muy rígidamente, las recomendaciones establecidas en esta Hoja Divulgadora, la presentación del síndrome va a ser muy difícil y, más aún, la muerte de algún animal.

Nota. Consultas relativas a dietas formuladas por Programación Lineal se pueden dirigir al **Grupo de Investigación Zootecnia,** bien en la E.T.S. Ingenieros Agrónomos de Córdoba. Teléfono: 957-294733; o al Departamento de Producción Animal del C.I.D.A. de Córdoba. Teléfono: 957-293333. Apartado de Correos 240. 14080 Córdoba.

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y CAPACITACION AGRARIAS
SERVICIO DE EXTENSION AGRARIA
Corazón de María, 8 - 28002-Madrid

I.S.B.N.: 84-341-0708-2. N.I.P.O.: 253-90-002-X - Depósito legal: M. 3.528 - 1991 (53.000 ejemplares)
Imprime: Neografis, S. L. - Santiago Estévez, 8 - 28019 Madrid