

EFFECTO DEL CATALIZADOR EN LA DETERMINACION DE NITROGENO EN MATERIAL VEGETAL*

Max Alberto Laredo C.
Simón Hernando Torres**

1. INTRODUCCION

El análisis del contenido de nitrógeno debe ser el primer paso a dar en el estudio de la calidad de forrajes, desde el punto de vista agronómico y nutricional. Esta forma de examen, usado universalmente, conlleva el empleo de diferentes reactivos analíticos que constituyen mezclas peligrosas por sus efectos corrosivos, tóxicos y por el desprendimiento de gases venenosos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó el presente estudio tratando de ensayar un sustituto del óxido rojo de mercurio, como componente del catalizador que sea menos peligroso en su manejo y que proporcione la misma exactitud en los valores determinados.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. EL CATALIZADOR

Se llama catalizador a la sustancia química cuya función es acelerar una reacción, necesitándose para ello cantidades relativamente pequeñas y sin que sufran un cambio permanente. La mayor parte de los catalizadores son específicos, ya sólo sirven para acelerar una reacción determinada (3).

2.2. EL METODO DE KJELDHAL

El principio básico del método Kjeldahl es la conversión del nitrógeno (N) de las sustancias nitrogenadas, en amonio. El material orgánico se oxida a dióxido

carbónico y agua; el ácido sulfúrico se convierte en dióxido sulfúrico y el N se fija en forma de sulfato de amonio. La cantidad de sulfato de amonio se determina agregando un exceso de hidróxido de sodio, destilando amonio, liberado para convertirlo en una sal con ácido estándar y titulando el exceso con un alcalí también estándar.

Para expresar en proteína la cantidad de N determinado, es necesario multiplicar por un factor, que en el caso de las proteínas vegetales es de 6,25; trigo 5,7 y de proteínas de origen animal es de 6,38 para la leche y 5,80 para la carne.

2.3. OTROS METODOS PARA DETERMINAR PROTEINA

Otro método que suministra valores semejantes al Kjeldahl constituye el digestor de bloque y la determinación del amonio por la reacción amoníaco-salicilato (6).

La técnica del digestor de bloque Technicon BD-40 constituye una de las mejores herramientas analíticas para la digestión Kjeldahl. Este método es rápido, preciso y ocupa muy poco espacio. El amoníaco encontrado se determina usando la metodología de flujo continuo automático en un auto-analizador. Comparado con el método tradicional presenta una diferencia promedio de más o menos 0,02% en el contenido de N.

* Contribución del Programa Nacional de Nutrición Animal (División Ciencias Animales), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

** Respectivamente: Ingeniero Agrónomo Ph.D.; Director Programa Nacional de Nutrición Animal, ICA Tibaitatá, Apartado Aéreo 151123, Bogotá.
Médico Veterinario Estudiante Escuela para Graduados - Dirección actual: Santa Ana (Boyacá) ICA, Apartado Aéreo 151123, Bogotá.

2.4. EMPLEO DE OTROS CATALIZADORES

Marshall *et al*, en 1978, demostraron que usando selenio como catalizador, se obtienen los mismos resultados que con óxido de mercurio, para todo tipo de muestras. Concon *et al*, usando perióxido de hidrógeno y selenio, encontraron los mismos resultados, concluyendo: a pesar de que ambos son tóxicos, el mercurio ocupa el primer lugar como contaminante ambiental.

3. MATERIALES Y METODOS

Se usaron muestras de forrajes tomadas en diferentes estados de desarrollo y correspondientes a diferentes pisos térmicos.

Para complementar la muestra se obtuvo material básico, utilizado en la fabricación de concentrados, como granos de cereales y oleaginosas y sus sub-productos.

En la Tabla 1 se muestra el tipo de material usado.

Los catalizadores usados fueron:

- Oxido rojo de mercurio 1 g.
- Sulfato de sodio 14,3 g.

- Selenio 4 g.
- Sulfato de cobre 18,8 g.
- Sulfato de potasio 900 g.
- Dióxido de titanio 0,3 g.
- Sulfato de cobre 0,3 g.

Estos catalizadores se emplearon en cantidades:

- 15 g. por muestra con óxido de mercurio
- 10 g. por muestra con selenio
- 11 g. por muestra con titanio

Para titulación se usaron las siguientes soluciones:

- Acido clorhídrico 0,1 N
- Hidróxido de sodio 0,1 N

Los análisis se realizaron siguiendo las recomendaciones en A.O.A.C. (1975). Los cálculos del 1% de N usando mercurio, selenio y titanio fueron:

$$\frac{\text{HCL 0,1N utilizado} - \text{Blanco} \times \text{Normalidad} \times 0,014 \times 100}{1 \text{ g (peso de muestra)}} = \% \text{ N}$$

(William Horwitz, 1970)

$$\frac{(\text{Blanco} - \text{NaOH 0,1N utilizada}) \times 0,0014 \times 100}{1,40 \text{ (peso de la muestra)}} = \% \text{ N}$$

(Rodney, J. Noel and Larry G. Hambleton 1976)

TABLA 1. Muestras utilizadas en la determinación de N.

Zona	Forrajes		Granos	
	Gramíneas	Leguminosas	Cereales	Oleaginosas
Fría	<i>Lolium hybridum</i> <i>Pennisetum clandestinum</i> <i>Lolium</i> spp. <i>Lolium perenne</i> <i>L.p. x L.m.</i>	<i>Medicago sativa</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Pueraria phaseoloides</i>	<i>Avena sativa</i> <i>Zea mays</i> <i>Oriza sativa</i> <i>Sorghum vulgare</i>	<i>Gossypium</i> spp. <i>Sesamun indicum</i> <i>Glicine max</i> L.
Caliente	<i>Dichantum aristatum</i> <i>Brachiaria decumbens</i> <i>Pennisetum purpureum</i> <i>Panicum maximum</i> <i>Digitaria decumbens</i> <i>Brachiaria mutica</i> <i>Hyparrhenia rufa</i>			
No. muestras 21 - 24		9	23	8

L.p. x L.m. = *Lolium perenne* x *Lolium multiflorum*.

$$\frac{(\text{VHCL} \times \text{NHCL} - (\text{V NaOH} \times \text{N NaOH}))}{0,5 \text{ (peso de la muestra)}} = \% \text{ N}$$

(Codel Maurice, 1959)

Todas las determinaciones se hicieron por duplicado. Al final de los análisis se realizó el estudio económico de cada determinación con los diferentes catalizadores.

Con los valores obtenidos y expresados en porcentaje, se realizó la prueba de homogeneidad de varianza para cada uno de los catalizadores.

4. RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los contenidos de N para las leguminosas, gramíneas, cereales y oleaginosas,

considerando los 3 catalizadores probados.

Como se puede observar en la Tabla 3 no se halló ninguna diferencia en el contenido de N utilizando los tres catalizadores.

En la Figura 1 se puede observar claramente los valores de N en los diferentes alimentos analizados.

De la prueba de homogeneidad de varianza se encontró que los promedios poblacionales son iguales para los 3 métodos empleados.

Los cálculos económicos de los reactivos analíticos empleados para realizar la determinación de N con el uso de los 3 catalizadores se observan en la Tabla 4.

TABLA 2. Contenido de nitrógeno en pastos y cereales usando 3 diferentes catalizadores.

ESPECIE		POR CIENTO - NITROGENO - BASE SECA		
Nombre común	Nombre científico	Oxido de mercurio	Selenio	Dióxido de titanio
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	4,56	4,83	4,72
Trébol B.	<i>Trifolium repens</i>	3,30	3,45	3,28
Tetralite	<i>Lolium hybridum</i>	3,06	3,06	2,98
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	2,49	2,55	2,60
Ariki	<i>Lolium spp.</i>	3,95	4,08	3,77
Manawa	<i>Lolium mult. x L. perenne</i>	4,39	4,37	4,06
Angleton	<i>Dichantium aristatum</i>	0,60	0,58	0,80
Braquiaria	<i>Brachiaria decumbens</i>	0,85	0,74	0,89
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	1,02	1,07	1,16
Guinea	<i>Panicum maximum</i>	1,13	1,06	1,15
Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>	1,04	1,03	1,05
Pará	<i>Brachiaria motica</i>	0,79	0,67	0,70
Puntero	<i>Hyparrhenia rufa</i>	1,31	1,29	1,28
Taiwan		0,85	0,90	0,85
Kudzú	<i>Pueraria phaseoloides</i>	2,33	2,35	2,31
Avena	<i>Avena sativa</i>	3,31	3,29	3,01
Maíz amarillo	<i>Zea mays L.</i>	1,59	1,67	1,52
Arroz cascarilla	<i>Oriza sativa</i>	0,32	0,38	0,33
Arroz salvado	<i>Oriza sativa</i>	0,91	0,98	1,11
Maíz millo	<i>Zea mays</i>	1,64	1,73	1,61
Sorgo	<i>Sorghum vulgare Pers.</i>	1,30	1,35	1,43
Torta algodón	<i>Gossypium spp.</i>	7,35	7,34	8,09
Torta ajonjolí	<i>Sesamun indicum</i>	7,76	8,20	7,86
Torta soya	<i>Glycine max L.</i>	8,25	8,40	8,14

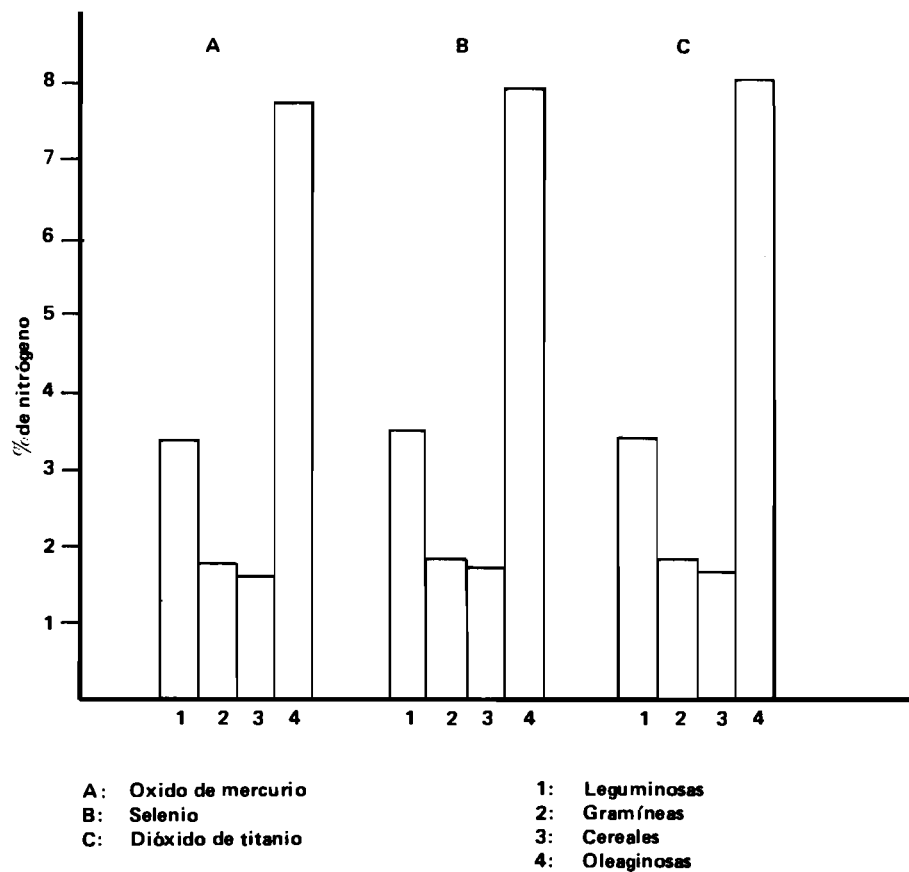


FIGURA 1. Contenido de nitrógeno en gramíneas, leguminosas, cereales y oleaginosas.

TABLA 3. Promedio de nitrógeno con los 3 catalizadores y desviaciones standar.

Muestra	Oxido rojo de mercurio		Selenio		Dióxido de titanio	
	% N	D.S.	% N	D.S.*	% N	D.S.
Leguminosas	3,39	1,11	3,50	1,29	3,43	1,21
Gramíneas	1,79	1,33	1,78	1,36	1,77	1,22
Cereales	1,66	1,00	1,70	0,96	1,64	0,88
Oleaginosas	7,75	0,50	7,98	0,56	8,03	0,14
Promedio general**	2,66	2,2	2,71	2,3	2,68	2,3

* Desviación standar.

** Promedio de 85 muestras.

TABLA 4. Costos de reactivos analíticos a diciembre de 1978.

Costos \$ por muestra	Oxido rojo de mercurio \$	Selenio \$	Dióxido de titanio \$
Forrajes o cereales	122,95	106,42	70,51

5. DISCUSION

En el estudio del valor nutritivo de los alimentos utilizados en nutrición animal es indispensable conocer el contenido de N. Este contenido al estar altamente relacionado con el aprovechamiento que los animales pueden hacer del alimento, obliga a todo nutricionista el determinar estos valores.

El uso de catalizadores en la digestión de material vegetal permite una destrucción completa de la materia orgánica. Estos deben presentar determinadas características para justificar su uso, así: económico, capacidad termo-dinámico (incluyendo su período de vida), que disminuya en mayor grado la barrera energética de la reacción y finalmente su selectividad.

En la actualidad, el uso de óxido de mercurio, selenio y titanio como catalizadores se debe a su relativa facilidad para manipularlos y de obtenerlos en el mercado.

Los análisis de rutina de laboratorio deben tender a simplificar y abaratar toda determinación. Esto significa que si se encuentra otro u otros catalizadores más baratos y menos peligrosos, es imperioso su cambio después de comprobar que su uso garantiza la reproducción de los resultados con los métodos tradicionalmente usados.

En este trabajo se demostró que usar selenio o titanio ofrece la misma garantía que el tradicionalmente usado, que es el óxido de mercurio. Este producto que en la actualidad tiene precios muy elevados, presenta el enorme peligro de su toxicidad no sólo para las personas que laboran en los laboratorios sino también en el ambiente por un alto grado de contaminación.

6. CONCLUSION

Se debe reemplazar el óxido rojo de mercurio en los análisis de rutina de N por selenio o titanio, por su menor costo y baja toxicidad, especialmente para material vegetal (forrajes, gramíneas y leguminosas).

7. RESUMEN

Efecto catalizador en la determinación de nitrógeno en material vegetal.

El análisis químico, de muestras de forraje de clima frío y caliente, cereales y oleaginosas, usando tres diferentes catalizadores al óxido rojo de mercurio, muestra que es posible obtener resultados similares confiables estadísticamente.

A pesar de que el óxido de mercurio es un elemento de uno de los catalizadores más usados en la determinación del N, su alto costo y alta peligrosidad sugiere sustituirlo por otro catalizador que con la misma eficiencia presente menos peligrosidad para las personas que trabajan en estas determinaciones.

El selenio y el dióxido de titanio son compuestos químicos que pueden sustituirlo con mucha confiabilidad en la determinación de N de material vegetal especialmente de forrajes utilizados en la alimentación animal, como se comprueba en el trabajo expuesto.

8. SUMMARY

Effect of catalyzer in nitrogen determination of plant fissue.

The use of 3 different catalyzer in nitrogen determination show that was possible to, obtain the same results in grasses, legumes and by products.

The use of mercury oxide as component of the catalyzer in nitrogen determination is high toxic to human being. This found suggest the possibility to change for another catalyzer.

The selenium and the titanium oxide show to be the best component of the catalyzer for nitrogen determination.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. A.O.A.C. Nitrogen Detection of nitrates official, final action. In Methods of Analysis of the Association of official Agricultural Chemist, William Horwitz, ed. Washington, D.C. 20044 p. 17. 1975.
2. BATEMAN, V. Manual de métodos analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica. p. 12-123. 1970.
3. CODEL, MAURICE. Analytical chemistry of Titanium metals and compound, New York, in terscience, pp. 338-339. 1959.
4. CONCON, J.M. and D. SOLTESS. Analyt. Biochem.
5. CURTMAN, L.J. Análisis químico cualitativo. Ed. Marín, 1972.
6. DUHME, CARLOS. Química general y orgánica, Nueva York. Capítulo 8. 1969.

7. HOLUM, JOHN. Principios fisico-químicos, química orgánica y bioquímica. Ed. Limusa Wiley, 1971.
8. MARSHALL, C.M. and ANN F. WALKER. Comparison of a short method for kjeldahl digestion using a trace of selenium as catalyst, with other methods. J. Sci. Fd. Agric. 29:940-942, 1978.
9. POWELL, G. Determination of protein nitrogen in plants. Journal of the A.O.A.C. Vol. 60, No. 3, 1977.
10. RODNEY, J. and L.G. HAMBLETON. Collaborative Study of to a semiautomated Method for the determination of crude protein in animal feeds. Journal of the A.O.A.C. Vol. 59, No. 1, 1976.
11. WILLIAM, HORWITZ. Association of official analytical chemist, P.O. Box 540, Benjamin Franklin Station Washington, D.C. 20044, 1970.