

EFFECTO DEL INTERVALO DE CORTE Y LA FERTILIZACION NITROGENADA EN EL CONTENIDO DE ACIDO OXALICO DEL PASTO SAN JUAN (*Setaria Sphacelata*) EN DOS ZONAS DE COSTA RICA¹ *

Roberto González y Juan Coward**

ABSTRACT

Effect of harvest frequency and nitrogen fertilization on the oxalic acid content of San Juan grass (*Setaria sphacelata*) in two regions of Costa Rica. Samples were taken from two farms in the region of San Carlos and one in the region of Turrialba, to determine the concentration of oxalic acid and its relationship to harvest frequencies of 14, 21, 28 and 35 days, as well as to three levels of nitrogen: 0, 100 and 200 kg/ha per year. The levels of total oxalic varied between 3.98% and 6.45% in the San Carlos farms and between 5.74% and 7.69% in Turrialba. These values were equal or higher than those reported elsewhere and are very dangerous for animal consumption. Harvest frequency had a significantly high effect on the percent of oxalic content. As harvest intervals increased from 14 to 35 days, oxalate content tended to increase in San Carlos but to decrease in Turrialba. No effect was found with regard to nitrogen fertilization, nor with the interaction between nitrogen fertilization and frequency of harvest, on the content of oxalic acid. There was a high correlation between soluble oxalic acid and total oxalic acid; 82.3% of total oxalic acid was soluble.

INTRODUCCION

El pasto San Juan (*Setaria sphacelata*) fue introducido en la zona de San Carlos en el año 1953 (1) y desde entonces se le ha considerado una de las plantas forrajeras más promisorias para la zona. A partir de 1973, algunos ganaderos empezaron a atribuir al pasto las causas de algunas muertes y casos clínicos que se presentaron, supuestamente debido a su alto contenido de ácido oxálico.

En Australia, en 1968, se determinó que la muerte de varias vacas que pastoreaban en potreros con 95% de San Juan se debió a envenenamiento por oxalatos (5). Los síntomas que presentaron los animales antes de morir fueron: caminar tambaleante, diarrea, postración,

el hocico seco, cese de movimientos ruminales y tetania en algunos músculos individuales, especialmente de la cara. Antes de ocho días las vacas tenían un extenso edema subcutáneo en el pecho y la papada, muriendo en un intervalo de dos semanas (12). El efecto tóxico del ácido oxálico se debe a que causa hipocalcemia (11).

Los rumiantes pueden consumir cantidades relativamente grandes de plantas productoras de oxalatos (11). Las cantidades que pueden consumir sin riesgo dependen en parte del estado nutricional del animal, de la ración, del período durante el cual se consume la planta, del llenado del rumen y de la microflora de éste (3,4,5,9,11, 12,13,15,16,17).

En un estudio de Jones, Seawright y Little (5) se concluye que cuatro factores especiales conducen a la intoxicación de los animales, a saber: 1) los altos requerimientos nutritivos de los animales lactantes; 2) hambre atrasada, causada por una posible baja en el consumo; 3) alto contenido de ácido oxálico en el pasto (más de 6%); 4) acceso repentino a un pasto verde palatable luego de un período extenso de pastoreo en pastos secos.

El contenido de oxalatos de la planta varía con la edad, decreciendo según madura la planta (3,6,7); varía además con la lluvia, el suelo, la fertilización nitrogenada, el fotoperíodo y otros factores ambientales (2,3,7). Contenidos superiores a 4% se consideran tóxicos (7,8).

1 Recibido para su publicación el 3 de agosto de 1976

* Parte de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada por el primer autor en la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

** Profesores de la Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

En base a lo expuesto, se realizó un estudio con los objetivos siguientes:

1. Determinar por métodos químicos los niveles de ácido oxálico en el pasto San Juan en dos zonas de Costa Rica.
2. Determinar si los niveles observados en el punto 1 se pueden considerar tóxicos para rumiantes en pastoreo.
3. San Juan con los siguientes factores: a) intervalo de corte; b) niveles de fertilización nitrogenada; c) características de la zona.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras se obtuvieron de tres ensayos; dos en la zona de Colón, San Carlos, y uno en la zona del Sauce, Turrialba.

De la primera zona se escogieron dos fincas cercanas: una en la que se habían presentado muertes atribuidas al pasto San Juan, la cual se denominará "finca X" y otra en la que no se habían presentado muertes, que se llamará "finca Y". La zona tuvo durante 1975, año en que se realizó el presente estudio, una temperatura promedio de 23°C y una precipitación anual de 4.361 mm distribuidos en 249 días.

La "finca X" se encuentra a 850 m sobre el nivel del mar. El área total de la finca es de 52 ha con la siguiente distribución: 4.2 ha inaprovechables, 12.7 ha de Estrella Africana (*Cynodon nlemfluencis*) y potrero y 35.1 ha de San Juan equivalente al 73.5% del total aprovechable para lechería. La rotación se efectúa cada 21 días.

La "finca Y" se encuentra a 730 m sobre el nivel del mar. Tiene 21 ha de terreno con la siguiente distribución: 4.2 ha de caña, 5.6 ha de potrero natural, 0.7 ha de Estrella Africana y 10.5 ha de San Juan, equivalente al 62.5% del área utilizada para lechería. La rotación también se realiza cada 21 días.

Los tratamientos establecidos en ambas fincas consistieron de cuatro intervalos de corte, 14,21,28 y 35 días, cada uno con cuatro repeticiones.

La finca en la zona del Sauce, Turrialba, en adelante se denominará "finca Z". Esta tiene aproximadamente 21 ha sembradas con pasto San Juan, lo que equivale a cerca del 8% de la finca. El resto se encuentra con otros pastos, principalmente Estrella Africana y Guineá (*Panicum maximum*). Se encuentra a 800 m sobre el nivel del mar y durante el año 1975 tuvo una precipitación de 2.943 mm, distribuidos en 253 días, y una tem-

peratura promedio de 21°C. En esta finca se establecieron doce tratamientos: cuatro intervalos de corte (14,21,28 y 35 días) con tres niveles de fertilización nitrogenada (0,100,200 kg de N/ha/año) cada uno; se usó nitrato de amonio como fuente de nitrógeno. Cada tratamiento tuvo tres repeticiones repartidas al azar.

En los tres ensayos, las parcelas fueron de 4 m² y se muestreó 1 m², cortándolo a 10 cm del suelo con tijeras podadoras.

El análisis químico se realizó por el método de Moir para determinación de ácido oxálico en plantas (8), el cual es una adaptación volumétrica del método gravimétrico de Bau, modificado por Myers (10), para determinar agua y ácido oxálico extractable en plantas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Concentración de ácido oxálico en las dos zonas

Los porcentajes de ácido oxálico total variaron entre 3.98% y 6.45% en las fincas de San Carlos y entre 5.74% y 7.69% en la finca de Turrialba (Cuadro 2, Figura 1). En la zona de Turrialba el porcentaje empezó a decrecer a los 21 días, mientras que en el promedio de las de San Carlos se mantuvo aumentando hasta los 28 días, empezando entonces a decrecer levemente (Figura 1); es de esperar, de acuerdo a la literatura (3,6,7), que los porcentajes de oxalatos disminuyan marcadamente a partir de 35 días. Lo anterior sugiere, de acuerdo a Mathams y colaboradores (7), que las condiciones climatológicas de cada zona, como podrían ser precipitación, temperatura, humedad relativa, altitud y tipo de suelo, podrían estar influyendo tanto en la concentración de oxalatos como en la influencia que tiene el intervalo de corte sobre ese porcentaje. Otro factor que podría estar influyendo en los altos contenidos encontrados en Turrialba es que, según Jones y colaboradores (5), los cultivares Bua River y Kazungula son considerablemente más altos en oxalatos que otros del complejo *Setaria* sp. Podría ser que en la finca estudiada en Turrialba se encuentren los cultivares señalados como altos en concentración de oxalatos.

Los porcentajes de ácido oxálico encontrados son iguales o mayores que los reportados por otros autores en otros pastos (6,7,14) y que los reportados por Jones y colaboradores (5) en el pasto *Setaria sphacelata* cv. Bua River, los cuales resultaron tóxicos para animales que los pastaban. De lo anterior se puede deducir que las concentraciones que se encuentran en el pasto San Juan, en las fincas estudiadas, son sumamente peligrosas para el ganado, y que es muy posible que las muertes que se han reportado en la zona de San Carlos sean verdaderamente debidas a la intoxicación por oxalatos. Esta deducción se apoya además en el hecho de que varios autores han

señalado niveles de 4% de oxalato total como tóxicos (7,18,14).

El hecho de que en la finca Z (Turrialba), donde se presentaron los niveles más altos, no se hayan reportado muertes o estados clínicos debidos a intoxicación con el pasto San Juan, podría explicarse de la manera siguiente:

1. El ganado de esta finca es de tipo carne; esto implica que los requerimientos de calcio son menores que si se le compara con ganado de tipo lechero (5).
2. En la zona estudiada no existe una época seca definida, lo cual trae como consecuencia que los animales no sufran hambre por períodos largos (5).
3. Los potreros de esta finca no son de puro pasto San Juan, sino que aproximadamente el 20% es de otros pastos; esto implica que el nivel de oxalatos ingeridos muy probablemente sea, en las condiciones prácticas, menor que el que se determinó en este estudio, ya que las parcelas analizadas se habían limpiado y arreglado, lo cual permitió al pasto San Juan desarrollarse más y cubrir completamente la parcela.
4. Otro factor que puede haber influido es que los animales hayan desarrollado una microflora adecuada para el desdoblamiento de ácido oxálico, tal como lo describen Dodson (3), Talapatra y colaboradores (14) y Watts (16).
5. Por último, podría suceder, de acuerdo a Dodson (3), que el suelo de la finca estudiada posea, por condiciones propias, una gran cantidad de microorganismos metabolizadores de oxalatos que el animal consumiera al ingerir el pasto.

Lo anterior no pretende asegurar que en la finca estudiada no podrían ocurrir intoxicaciones; por lo contrario, los niveles demuestran una alta probabilidad y se cree que si no se han presentado casos graves se debe a que no se han reunido varios factores que, según Jones y colaboradores (5), deben presentarse juntos para que ello ocurra. Ahora bien, se supone que puede presentarse casos de menor gravedad y más difíciles de analizar a simple vista, como podrían ser una baja en la producción de leche, o una pobre utilización de calcio, tan importante en la formación del animal; estas posibilidades no se investigaron en el presente trabajo, pero bien podrían estar ocurriendo.

En cuanto al caso de la zona de San Carlos, el hecho de que no se presenten a menudo casos clínicos se podría explicar en base a los mismos factores. Sin embargo, debe considerarse el hecho de que en dicha zona el ganado es de tipo lechero, razón por lo cual sus requerimientos de calcio son mayores, especialmente en épocas de lactación (5); podría ser que las muertes se presentaron cuando a este factor se le unieron uno o más de los otros factores anotados

Efecto de los intervalos de corte

En el Cuadro 1 se presentan los porcentajes de ácido oxálico soluble y total obtenidos para los diferentes intervalos de corte en las tres fincas estudiadas. Se aprecia que en las fincas Y y Z el porcentaje más alto fue a los 21 días de edad del pasto y de ahí empezó a decrecer, mientras que en la finca X fue a los 35 días. Varios autores (3,6,7) han reportado que el porcentaje de oxalatos en la planta decrece según madura ésta; sin embargo no indican a partir de qué edad del pasto ese porcentaje de oxalatos empieza a decrecer, ya que en los trabajos realizados hasta el momento los análisis se han hecho en tres estados de crecimiento, a saber, tierno, mediano y maduro, y sin considerar intervalos de corte definidos. Lo obtenido en el presente estudio concuerda en general con lo expuesto por esos autores.

Los análisis de variancia indicaron que el efecto del intervalo de corte sobre el porcentaje de oxalatos fue significativo tanto en la finca X como en la finca Y, y altamente significativo para el promedio de esas dos fincas, lo cual hace suponer que según aumenten el número de observaciones, este efecto será más evidente.

Efecto de la fertilización nitrogenada

En el Cuadro 2 se presentan los porcentajes de ácido oxálico total y soluble obtenidos para los diferentes niveles de fertilización nitrogenada e intervalos de corte estudiados. Los valores promedios obtenidos fueron: 6.99% para el control, 7.03% para 100 kg de N/ha/año y 6.87% para 200 kg de N/ha/año. El análisis de variancia indicó que no hubo diferencias significativas entre los diferentes niveles de fertilización y que la interacción de éstos con el intervalo de corte tampoco fue significativa.

Correlación entre ácido oxálico total y soluble

Según Lal y colaboradores (6) y Talapatra y colaboradores (14), el oxalato soluble es la fracción más importante desde el punto de vista de la intoxicación; en consecuencia, se determinó qué porcentaje del oxalato total era soluble y qué correlación había entre ambos. Los resultados obtenidos fueron: 82.19% del oxalato total fue soluble para la finca X, 81.07% para la finca Y y 82.98% para la finca Z. Hubo una alta correlación entre el ácido oxálico soluble y el ácido oxálico total en las tres fincas estudiadas: 0.978 para la finca X, 0.999 para la finca Y y 0.939 para la finca Z.

Cuadro 1. Efecto del intervalo de corte sobre el porcentaje de ácido oxálico* en el pasto San Juan (*Setaria sphacelata*) en dos zonas de Costa Rica.

Intervalo de corte (días)	Finca X		Finca Y		Fxy**		Finca Z	
	%ac. ox. sol.	%ac. ox. total	% ac. ox. sol.	% ac. ox. total	% ac. ox. sol.	% ac. ox. total	% ac. ox. sol.	% ac. ox. total
14	3.17	4.10	3.14	3.98	3.16	4.04	5.85	7.18
21	3.83	4.39	5.15	6.23	4.49	5.31	6.32	7.37
28	4.83	6.06	4.81	5.87	4.82	5.97	5.98	7.08
35	5.45	6.45	4.37	5.41	4.91	5.93	5.38	6.33
Promedios	4.32	5.25	4.37	5.37	4.35	5.31	5.88	6.99

* Expresado como porcentaje de ácido oxálico anhidro en la materia seca.

** Promedio de las 2 fincas de la zona de San Carlos.

Cuadro 2. Efecto del intervalo de corte y la fertilización nitrogenada sobre el porcentaje de ácido oxálico* en el pasto San Juan en una finca de Turrialba.

Intervalo de corte (días)	Fertilización Nitrogenada							
	0 kg/ha/año (control)		100 kg/ha/año		200 kg/ha/año		Promedio	
	% ac. ox. sol.	% ac. ox. total	% ac. ox. sol.	% ac. ox. total	% ac. ox. sol.	% ac. ox. total	% ac. ox. sol.	% ac. ox. total
14	5.85	7.18	5.82	7.11	6.41	7.69	6.03	7.33
21	6.32	7.37	6.68	7.53	5.89	6.89	6.30	7.26
28	5.98	7.08	6.37	7.44	5.97	7.16	6.11	7.23
35	5.38	6.33	4.69	6.04	4.19	5.74	4.75	6.04
Promedio	5.88	6.99	5.89	7.03	5.62	6.87	5.80	6.96

* Expresado como porcentaje de ácido oxálico anhidro en la materia seca.

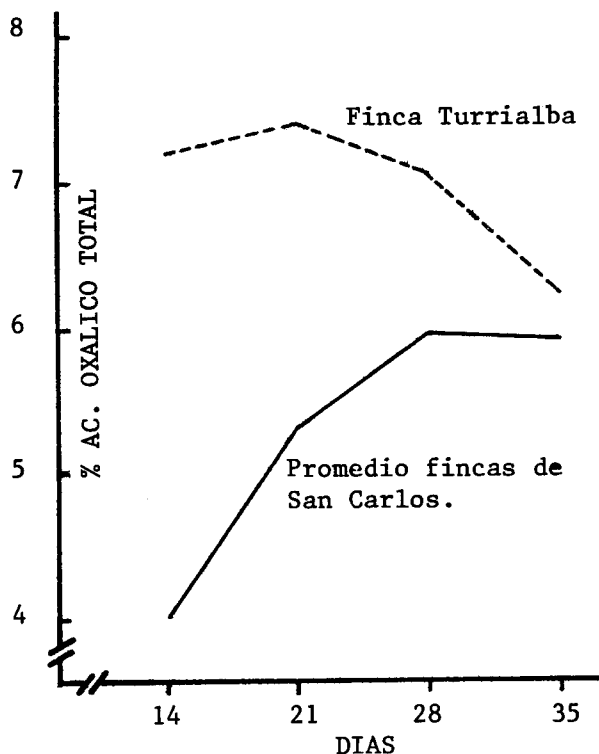


Fig. 1. Efecto del intervalo de corte sobre el porcentaje del pasto San Juan en las dos zonas estudiadas (San Carlos y Turrialba).

RESUMEN

Se determinaron las concentraciones de oxalatos en el pasto San Juan (*Setaria sphacelata*) en dos zonas de Costa Rica y su relación con el intervalo de corte y la fertilización nitrogenada. Las muestras fueron obtenidas de dos fincas de la zona de San Carlos y una de la zona de Turrialba. Los intervalos de corte estudiados fueron 14, 21, 28 y 35. El estudio del efecto de la fertilización nitrogenada se realizó en Turrialba y los tratamientos fueron: control, 100 y 200 kg de N/ha/año.

Los porcentajes de ácido oxálico total encontrados variaron de 3.98% a 6.45% en las fincas de San Carlos y de 5.74% a 7.69% en la de Turrialba. Estos valores fueron iguales o mayores que los reportados en la literatura y son considerados altamente peligrosos para los animales que consumen el pasto.

Se encontró un efecto altamente significativo del intervalo de corte sobre el porcentaje de oxalatos en el pasto, aumentando de 4.10% a 6.43% entre 14 y 35 días en San Carlos y disminuyendo de 7.18% a 6.33%, en el

mismo periodo, en Turrialba. No se encontró un efecto de la fertilización nitrogenada, ni de la interacción de ésta con el intervalo de corte, sobre el porcentaje de oxalatos. Se determinó una alta correlación entre el oxalato soluble y el oxalato total; el 82.30% del oxalato total fue soluble.

LITERATURA CITADA

1. COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Pasto San Juan. Hoja Divulgativa No. 51. 1973.
2. CLARKE, G. H. Important weeds of South Australia. J. Dept. Agric. S. Aust. 38: 481-505. 1936.
3. DODSON, M. E. Oxalate ingestion studies in the sheep. Aust. Vet. J. 35: 225-233. 1959.
4. FLEMING, C. E. The greasewood (*Sarcobatus vermiculatus*), a range plant poisonous to sheep. Nev. Agric. Expt. Sta. Bull 115. 1928.
5. JONES, R. J., SEAWRIGHT, A. A. y LITTLE, D. A. Oxalate poisoning in animals grazing the tropical grass *Setaria sphacelata*. J. Aust. Inst. Agr. Sci. 36: 41-43. 1970.
6. LAL, B. M., JOHARI, R. P. y MEHTA, R. K. Some investigations on the oxalate status of Pusa Giant Napier grass and its parents. Curr. Sci. 35: (5) 125-127. 1966.
7. MATHAMS, R.H. y SUTHERLAND, A.K. The oxalate content of some Queensland pasture plants. Qd. J. Agric. Sci. 9(4): 317-334. 1952.
8. MOIR, K. W. The determination of oxalic acid in plants. Qd. J. Agric. Sci. 10: 1-3. 1953.
9. MORRIS, M. P. y GARCIA-RIVERA, J. The destruction of oxalates by the rumen contents of cows. J. Dairy Sci. 38: 1169. 1955.
10. MYERS, A. T. Seasonal changes in total and soluble oxalates in leaf blades and petioles of rhubarb. J. Agric. Res. 74: 33-47. 1947.
11. RADELEFF, R. D. Veterinary toxicology. Lea and Febiger, Philadelphia, 1964. pp. 62-65 y 84-89.
12. SEAWRIGHT, A. A., GROENENDYK, S. y SILVA, K. I. An outbreak of oxalate poisoning in cattle grazing *Setaria sphacelata*. Aust. Vet. J. 46: 293-296. 1970.
13. SHUPE, J. L. y JAMES, L. F. Additional physiopathological changes in *Halogeton glomeratus* (oxalate) poisoning in sheep. Cornell Vet. 50: 41-55. 1969.
14. TALAPATRA, S. K. et al. Oxalic acid in feeding stuffs and its significance in calcium assimilation. Sci. and Culture 8: 209-213. 1942.

15. PAY, S. C. y SEN, K. C. Calcium assimilation in ruminants on oxalate-rich diet. J. Agric. Sci. 38: 163-175. 1948.
16. WATTS, P. S. Descomposition of oxalic acid in vitro by rumen contents. Aust. J. Agric. Res. 8: 226-270.
- 1957.
17. _____ Effects of oxalic acid ingestion by sheep. II. Large doses to sheep on different diets. J. Agric. Sci. Camb. 52: 250-255. 1959.
-