

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL POTENCIAL CIANOGENICO DEL PASTO ESTRELLA

J.M. Aguilera¹, R.S. Herrera² y N. Ramos²

¹ Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria
Carretera de Tapaste y Autopista Nacional

² Instituto de Ciencia Animal
San José de las Lajas, La Habana

El pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) fue introducido en Cuba en los primeros años de la década del 70 y rápidamente se propagó en numerosas áreas de producción debido, entre otros factores, a su eficiente establecimiento, agresividad, amplio rango a diferentes ambientes y buenos rendimientos de materia seca, calidad y producción de leche (Jeréz, García, Martínez y Pedroso, 1980; Crespo y González 1982 y Ramos, 1983).

Tal es así que recientemente se ha señalado que esta especie es sólo superada, en extensión, por la pangola, la guinea y los pastos naturales (Ramos, 1983). Sin embargo, su naturaleza cianogénica, característica al género al que pertenece (Ruelke, 1977), puede limitar su utilización bajo determinadas condiciones debido a la factibilidad de provocar intoxicaciones en los animales que la consumen.

La importancia económica que representa este pasto ha justificado la realización de investigaciones que determinan los factores que provocan el aumento de su potencial cianogénico y las medidas de manejo necesarias para evitar sus daños.

Estructura, síntesis y funciones de los glicósidos cianogénicos. Liberación de cianuro

Se han descrito numerosas especies vegetales tóxicas y en la mayoría de los casos se ha podido aislar el principio activo que ellas acumulan. Entre las sustancias de naturaleza glicosídica, que producen variados efectos por la acción que provocan al ser ingeridas, se destacan los glicósidos cardiotóxicos y cianogénicos. Las plantas que presentan estos últimos se conocen como cianogénicas y se han identificado cerca de 1 000 especies con dichas características (Haraszty y Tölgyesi, 1966 y Vetter y Haraszty, 1977).

Garner y Papworth (1975) describieron un número considerable de esas plantas, pero las de mayor importancia en las condiciones de Cuba se agrupan en los géneros *Cynodon*, *Panicum*, *Sorghum* y *Zea*.

Según Tapper y Reav (1973), en la estructura general de los glicósidos cianogénicos (figura 1) se presenta un núcleo de carbono al cual se unen la glucosa y el cianuro, y además puede contener radicales provenientes de compuestos alifáticos o aromáticos.

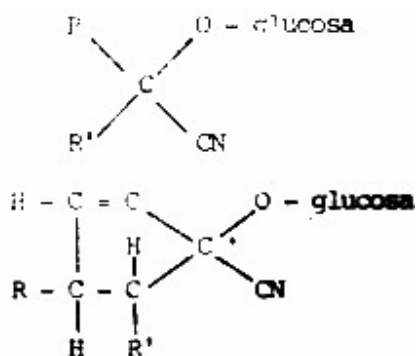


Fig. 1. Estructura general de los glicósidos cianogénicos.

Se ha planteado que las sustancias que de una forma universal no forman parte de la constitución de las plantas se denominan compuestos secundarios; tal es el caso, entre otros, de los glicósidos cianogénicos, alcaloides y saponinas (Tapper y Reay, 1973). En los pastos, estos compuestos pueden disminuir su calidad y han recibido el nombre de sustancias anticalidad (Burns y Cope, 1976 y Burns, 1978).

La figura 2 muestra, de forma resumida, las principales vías de síntesis

de las sustancias anticalidad, entre ellas el glicósido cianogénico. En general, su síntesis estará determinada por la relación entre los contenidos de aminoácidos y monosacáridos.

La función de los glicósidos cianogénicos no está aún muy definida, pues al ser compuestos secundarios no son imprescindibles para el desarrollo de la planta. No obstante, se estima de forma general que estas sustancias constituyen reservas de las plantas para determinadas condiciones adversas (Gibbs, 1963 Robinson, 1967).

Los glicósidos cianogénicos no son tóxicos por sí mismos (Tapper y Reay, 1973 y Garner y Papworth, 1975) y se ha indicado que el agente causal de los procesos tóxicos es el ácido cianhídrico liberado a partir del radical cianuro que se encuentra unido a su estructura. Esta liberación puede suceder cuando el pasto es cortado masticado, por el animal y mediante hidrólisis enzimática como se indica en la figura 3 (Tapper y Reay, 1973).

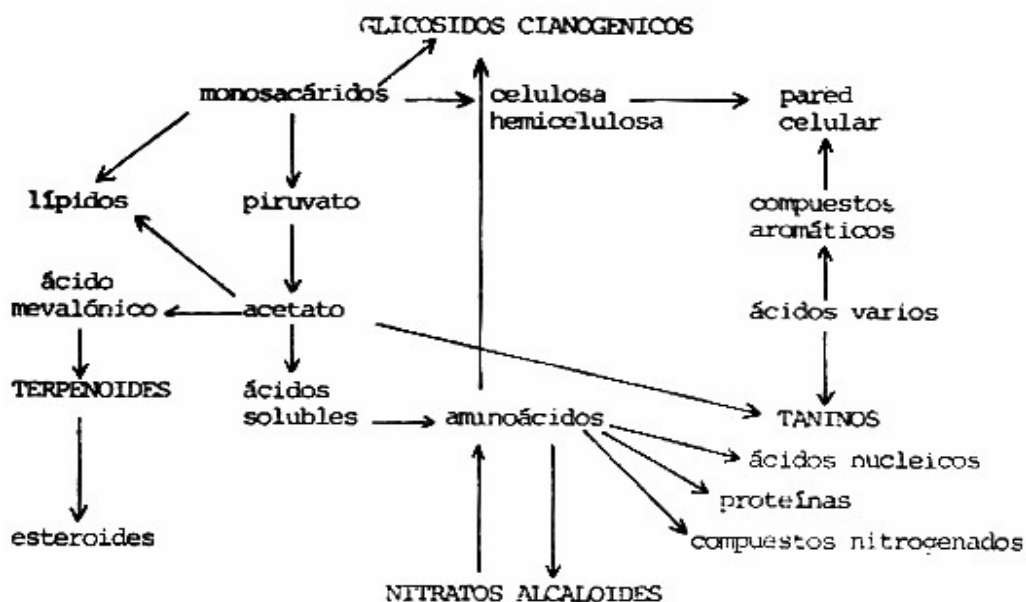


Fig. 2. Rutas metabólicas abreviadas para algunas sustancias anticalidad (adaptado de Herrera, 1981).

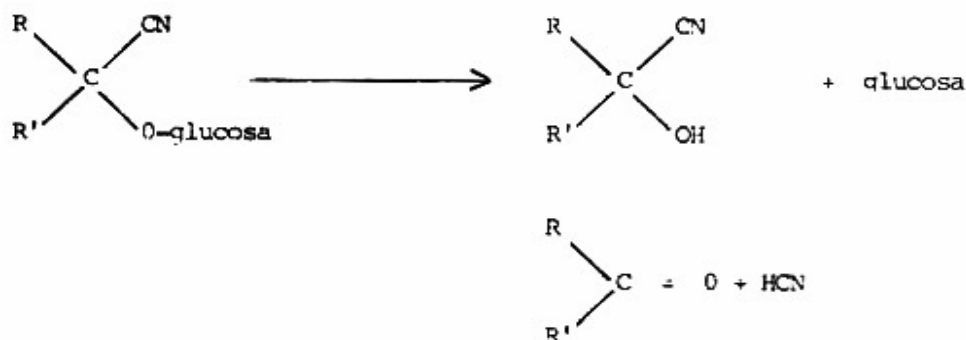


Fig. 3. Proceso de liberación del ácido cianhídrico (HCN) de un glicósido cianogénico

Dosis tóxica y sintomatología de la toxicosis por cianuro

El cianuro es extremadamente tóxico y varios autores han informado que la dosis letal para animales puede sufrir variaciones debidas a la individualidad bioquímica y perfil nutricional del animal, entre otros factores. En este sentido Clawson, Bunyea y Couch (1934) indicaron dosis letales de 2 mg de CN^- por kg de peso vivo en ganado vacuno y de 2,3 para ovejas. Völker (1950) señaló que 1 mg/kg de peso vivo puede producir la muerte de animales y Aguilera (1983) sugirió que contenidos de 200 mg CN^-/kg , de pasto verde resultan letales.

La intoxicación por cianuro tiene generalmente un desenlace breve y presenta algunos síntomas como: parálisis, convulsiones, estupor, dilatación de las pupilas, ojos prominentes, vidriosos e insensibles a la luz, anoxia tisular y cese de la respiración y de los latidos cardíacos (Radeleff, 1967; Garner y Papworth, 1975 y Gunsey, Jones, Morral y Reid, 1977).

Estudio de algunos factores que afectan el potencial cianogénico del pasto estrella

En los últimos años se han presentado en algunas empresas pecuarias de La Habana, procesos tóxicos producidos por el consumo de pasto estrella que han

causado la muerte de algunos animales. Este fenómeno no se ha manifestado de forma general, sino restringida a áreas particulares y relacionadas estrechamente con períodos de intensas precipitaciones o de mal tiempo.

Considerando lo antes expuesto, se decidió estudiar algunos factores que afectan el potencial cianogénico del pasto estrella.

Distribución a través del año del contenido de glicósidos cianogénicos (cianuro)

Uno de los primeros aspectos que se hizo necesario conocer fue la dinámica de formación de cianuro en el pasto a través del año, con el objetivo de determinar, primero, la frecuencia de ocurrencia de niveles letales de dicho compuesto, y segundo, si esto respondía a alguna ley o era un proceso al azar.

Para ello se muestreó semanalmente durante el periodo marzo-enero la misma área de pasto en la Empresa Valle del Perú. Las prácticas de manejo fueron las establecidas para esta especie en producción comercial.

La figura 4 indica que en el período muestreado sólo se presentaron valores letales de cianuro en dos oportunidades, lo que representó alrededor del 5% de ocurrencia de ellos. Por otro lado, dichos valores tendieron a incrementarse con el aumento de las precipitaciones ocurridas.

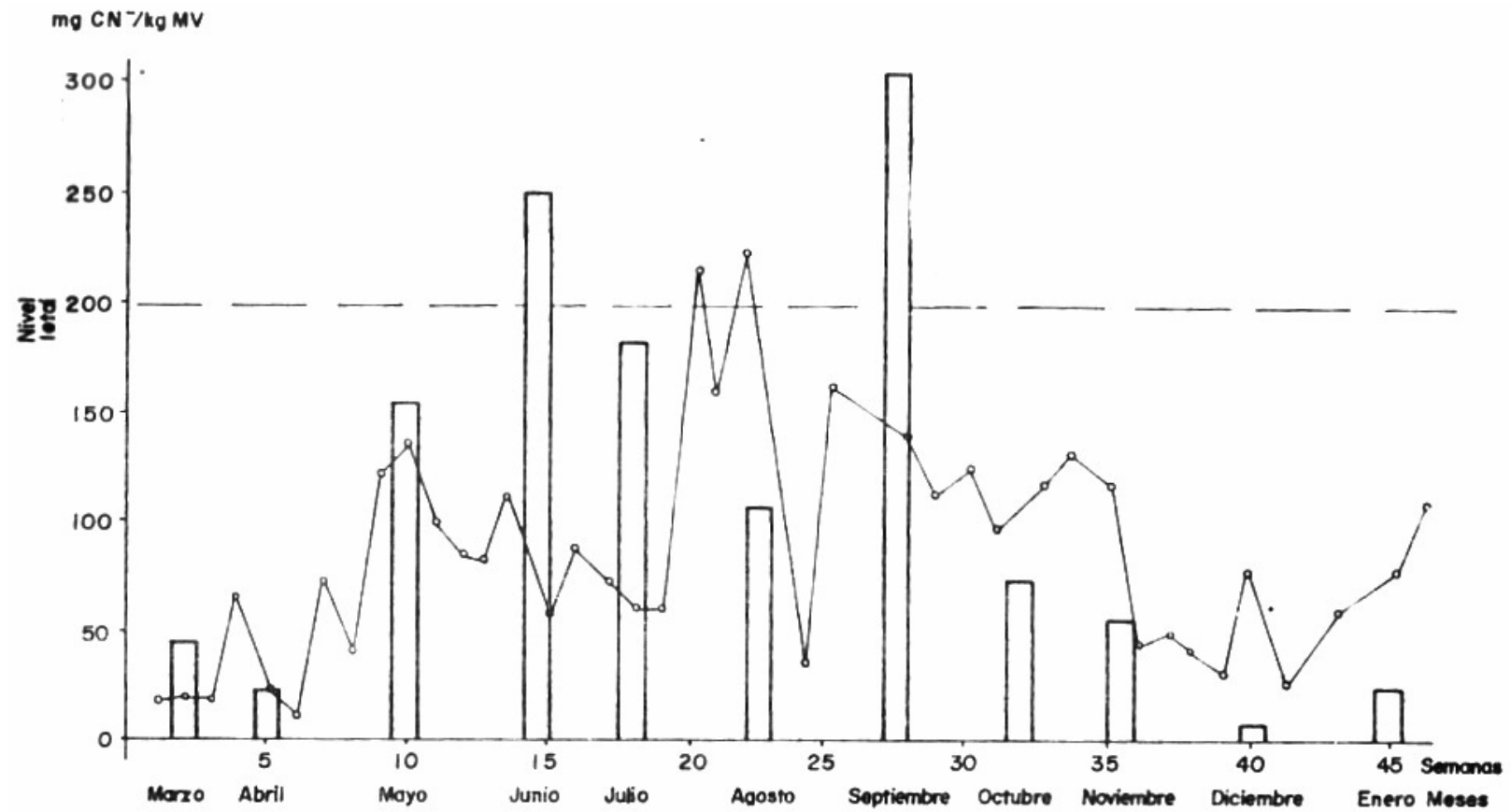


Fig. 4. Contenido de cianuro (mg/kg MV) en el pasto estrella durante el año en la empresa Valle del Perú. En barras precipitación en mm.

Los resultados evidenciaron que el contenido de cianuro, muy por debajo del nivel letal, es una característica intrínseca del pasto estrella. Sin embargo, los altos tenores presentados en julio y agosto pudieron estar relacionados con factores aún no estudiados.

El no disponer con precisión de los datos de fertilización y manejo del pasto impidió llegar a conclusiones definitivas. No obstante, la posible relación de las precipitaciones con el cianuro pudiera indicarnos que bajo las condiciones más húmedas se propicia una mayor conversión a cianuro, sustentada por el hecho de una mayor solubilización de los nutrientes necesarios para su síntesis (Bergersen, 1981).

Influencia del nivel de N, la edad y la estación

Los resultados mostrados anteriormente indican que el potencial cianogénico de este pasto se puede incrementar peligrosamente bajo ciertas condiciones climáticas desfavorables. Sin embargo, se ha reconocido que otros factores, principalmente los de manejo, pueden favorecer también la concentración de esta sustancia tóxica en el pasto (Tapper y Reay, 1973; Rudert y Oliver, 1978). Con estos antecedentes decidimos conducir investigaciones de campo para estudiar la influencia de la dosis de N, la edad y la estación en el contenido de cianuro del pasto estrella.

En general, la dosis creciente de N aumentó el tenor de cianuro del pasto y

la edad lo disminuyó, aunque en el período lluvioso se observó un discreto aumento a partir de la quinta semana de rebrote. Los menores valores se registraron en el período poco lluvioso (fig. 5).

Las mayores concentraciones de cianuro registradas en los primeros estadíos de desarrollo pudieron relacionarse con la elevada disponibilidad de nutrientes y su posible interconversión a glicósidos cianogénicos y proteína, como una consecuencia de la elevada actividad metabólica de esta etapa (Darwinkel, 1975 y Bergersen, 1981). Dicho patrón disminuye con la edad debido a la normalización de las funciones vitales.

Es destacable que durante la tercera semana del período lluvioso, la presencia de precipitaciones alteró el patrón de respuesta. Ello reafirmó de nuevo nuestra suposición sobre la existencia de la relación entre esos dos factores. Por otro lado, llamó la atención el incremento que se observó en las últimas semanas de rebrote, lo cual no es fácil de explicar. Sin embargo, si consideramos que estos glicósidos pueden ser utilizados como reserva, es posible que dicha elevación respondiera, en su fase inicial, a un proceso de almacenaje de reservas.

Resultados similares fueron obtenidos por Rudert y Oliver (1978) en Rodesia con el pasto estrella (*Cynodon aethiopicus*) y en Puerto Rico por Vélez, Sotomayor y Torres (1979) en 10 variedades de *Cynodon*. Sin embargo, los valores registrados fueron más elevados que los obtenidos en el presente trabajo, lo cual puede estar relacionado con la especie, el manejo y las condiciones climáticas imperantes.

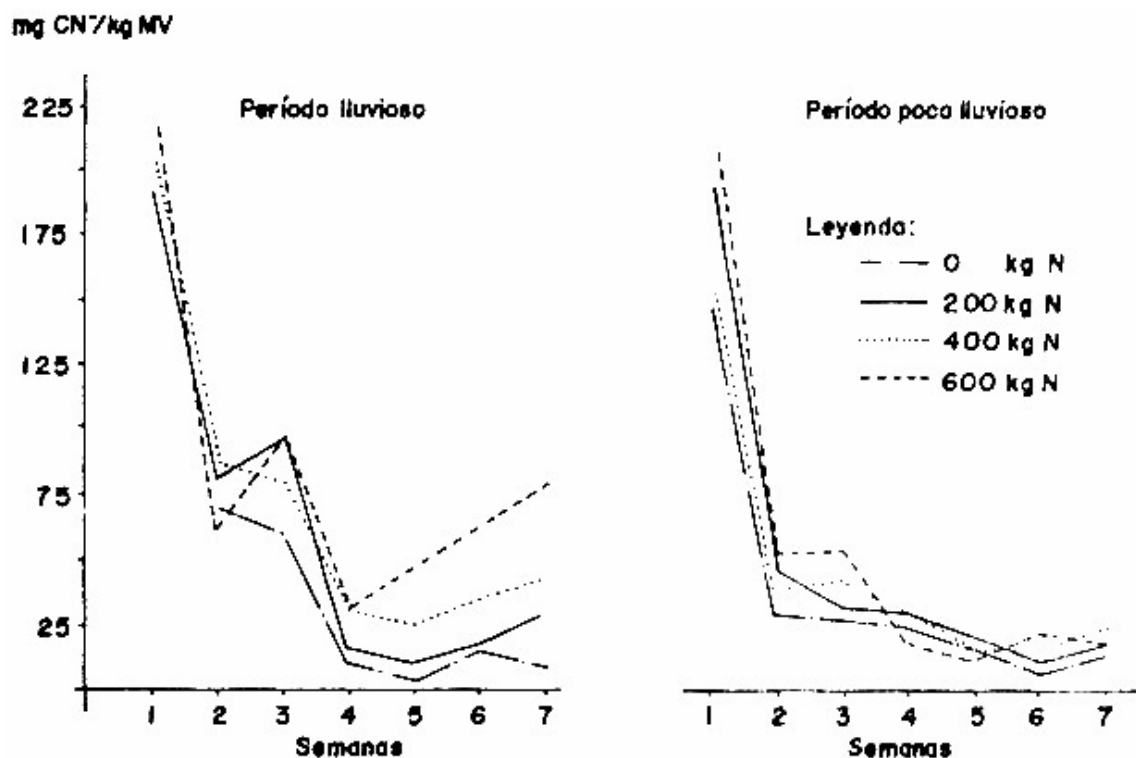


Fig. 5. Influencia del N y la edad en el contenido de (mg/kg MV) de cianuro.

Dinámica de evolución del cianuro con el tiempo transcurrido después del corte

Se ha informado que el cianuro es un compuesto constitutivo del pasto estrella. Sin embargo, no se conoce qué sucede con él cuando transcurre el tiempo después de efectuado el corte.

Con ese objetivo se realizó un experimento con el pasto fertilizado con 600 kg N/ha/año y cortado a los 21 y 49 días de rebrote. Se determinó la concentración de cianuro inmediatamente después del corte y después cada 24 horas.

Los mayores tenores de cianuro se presentaron en las tres primeras horas

después de efectuado el corte y descendió posteriormente en función del tiempo obedeciendo a la expresión $Y = ae^{bt}$. Es de señalar que en el pasto más joven (21 días) al cabo de 120 horas de cortado los valores oscilaron alrededor de 13 mg/kg MV, mientras que en el de 49 días el descenso fue relativamente más lento (fig. 6).

Este comportamiento permite sustentar de que el pasto estrella es portador del sistema enzimático que hidroliza los glicósidos cianogénicos, y pudiera suceder que después de cortado el pasto dichos compuestos se utilicen metabólicamente en otras funciones bioquímicas (Keeler, 1978 y Collinge y Hughes, 1982).

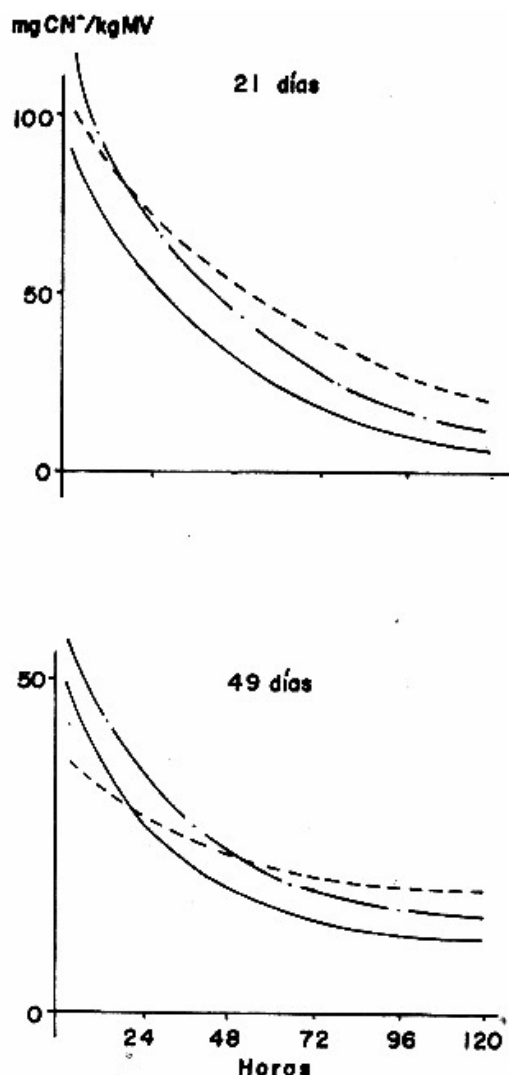


Fig. 6. Efecto del tiempo (horas) transcurrido después del corte en el tenor de cianuro (mg/kg MV) del pasto estrella.

Para ambas edades las curvas fueron similares, pero los valores absolutos variaron. Los mayores valores y descensos bruscos ocurridos en el pasto de 21 días de rebrote pudieran asociarse con el mayor contenido de cianuro en el pasto joven, tendencia que también fue señalada en la sección anterior.

Efecto de la disminución de la intensidad lumínica

Aunque se comprobó que la concentración de cianuro del pasto se elevó considerablemente en los días muy lluviosos, surgió la duda de si la disminución de la intensidad lumínica que acompaña a esos días, influyó de forma significativa en dicho comportamiento.

Para estudiar esta interrogante se condujo un experimento de campo para conocer la influencia de la disminución de la intensidad de la luz (sombra) en el contenido de cianuro del pasto estrella con y sin fertilización nitrogenada. La sombra se obtuvo cubriendo el pasto con tela a 1 m de altura del suelo. Esta tela permitía el intercambio de gases y el pasto se cortó a los 49 días. Es de señalar la ausencia de precipitaciones en el período.

La sombra aumento el tenor de cianuro en el pasto, en especial cuando fue fertilizado (tabla 1).

Tabla 1. Influencia de la disminución de la intensidad lumínica (sombra) en el tenor de cianuro (mg/kg MV) del pasto estrella.

kg N/ha/año	Sol	Sombra	ES±
0	55,7 ^b	93,2 ^a	6,5***
600	101,5 ^b	164,7 ^a	5,5***

a,b Valores con letras no comunes dentro de cada fila difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

*** $P < 0,001$

Bajo estas condiciones, el factor imperante fue la disminución de la intensidad lumínica. Así, es posible que la reducción de la tasa fotosintética influyera en la no utilización adecuada de la energía y el nitrógeno en la síntesis proteica (Deby, 1965 y Devlin, 1975) y provocara una elevación del tenor de cianuro, la cual es más acentuada cuando el pasto crece en un suelo rico en nutrientes.

Reproducción experimental de la intoxicación aguda en bovinos por la administración de forraje de pasto estrella con alto contenido de cianuro

Los experimentos realizados con anterioridad señalaron la influencia de aspectos del manejo y del ambiente en el potencial cianogénico del pasto estrella. Sin embargo, falta la demostración con animales del proceso tóxico producido por el pasto.

Para ello se efectuó un experimento donde se utilizó pasto estrella fertilizado con 1 000 kg N/ha/año y se determinó periódicamente el contenido de cianuro. Por otro lado, se mantuvieron grupos de 3 animales en ayuno por 24 horas.

A los 42 días de rebrote el pasto contenía 232,5 kg CN/kg MV. Este se cortó y se suministró a un grupo de 3 animales en ayuno. Dos de ellos rechazaron el forraje pero el tercero lo consumió con avidez hasta que falleció.

La sintomatología presentada por este animal se corresponde con la toxicosis por cianuro. El análisis post-mortem (tabla 2) indicó elevados valores de cianuro en hígado, orina, líquido ruminal y sangre.

Tabla 2. Contenido de cianuro (mg/kg) en muestras tomadas al animal fallecido.

Indicador	Cianuro (mg/kg)
Hígado	30,15
Orina	25,50
Líquido ruminal	31,92
Sangre	11,70

Estos datos resultaron concluyentes con respecto al diagnóstico de la toxicosis por cianuro producida por el elevado contenido de glicósidos cianogénicos del pasto. Los valores encontrados están por encima de los informados por diferentes autores y aun superiores a los valores críticos (Van der Walt, 1944; Garner y Papworth, 1975; Puls, Mewshawamder y Greenway, 1978; Meyer, 1982).

Estos resultados confirman lo informado por León (1977) quien estudió en Puerto Rico un brote tóxico en animales sumieron pasto estrella (*Cynodon* sp.) y llegó a la conclusión que el agente causal de las muertes había sido el elevado contenido de cianuro en el pasto consumido.

Consideraciones finales

Las investigaciones realizadas confirman que el pasto estrella es portador de glicósidos cianogénicos y por lo tanto de

cianuro. Aunque en nuestros estudios fue poco frecuente la presencia de niveles tóxicos, el mismo puede presentarse peligrosamente en condiciones ambientales adversas y con malas prácticas de manejo.

Se evidenció que la aplicación inadecuada del fertilizante nitrogenado puede constituir un arma peligrosa en el aumento de la concentración de cianuro de este pasto, y para prevenirla es necesario llevar un estricto control sobre el mismo, evitar la aplicación de dosis excesivas, no efectuar la manipulación, almacenaje, derrame o rotura de sacos en áreas de pasto destinadas al consumo animal, control de la edad de rebrote del pasto, en especial si este ha sido fertilizado, y no utilizarlo con menos de una semana de rebrote.

Cuando existen condiciones de altas precipitaciones, mucha nubosidad o mal tiempo (ciclones u otras condiciones meteorológicas anormales) debe regularse el consumo que los animales hacen del pasto. Esto puede efectuarse restringiendo el consumo de forraje, mezclándolo con otro pasto o alimento que no sea cianogénico y suministrando de forma al terna forraje de pasto estrella y de otra especie. Especial atención debe ser prestada si los animales han sufrido ayuno o presentan deficiencias nutricionales, ya que en estas condiciones son más susceptibles a la toxicosis por cianuro.

Cuando se presentan las condiciones descritas en el párrafo anterior y no es posible restringir y controlar el consumo o administrar otro tipo de alimento, es aconsejable suministrar a los animales el forraje de pasto estrella 3 horas, como mínimo, después que se ha efectuado el corte.

Además de lo señalado anteriormente, es necesario continuar los estudios para establecer la influencia de otros factores de manejo en la ocurrencia de altos contenidos de cianuro en el pasto estrella, así como sus medidas de control.

Conclusions

Experiences gained in our investigations confirm that the star grass is a cyanogenic glycoside carrier and therefore it is a cyanide carrier as well. Although few toxic levels were found in our studies, they can dangerously appear at adverse environmental conditions or when poor management practices are present.

It was proved that the inadequate application of nitrogen fertilizer can be dangerous when, it increases the cyanide concentration in some grass parts. In order to prevent this problem, it is necessary to carry out a severe control on the fertilizer so; no excessive dosis should be applied; the manipulation, storagement, effusion or gab breaking should not be done on those grasslands destined for animal intake; shoot age control must be performed especially if

the grass is fertilized and it can only be used after a week of regrowth.

When the excess of rain, too many clouds or bad weather (cyclones or any other abnormal meteorologic condition) is present, grass intake of forage must be regularized. This can be done restricting forage intake, mixing it with other grass or with a no cyanogenic food and providing star grass forage alternatively and forage of another species. A special care must be taken if the animals have suffered fasting or if they present nutritional deficiencies; because under these conditions they are more susceptible to cyanide's toxicosis.

When the above conditions are present and it is not possible to restrict and control the animals intake or to add other type of food, it is advisable to supply them star grass forage at least 3 hours after cutting it.

Besides everything before, we think that it is necessary to keep on the studies in order to establish the influence of other management factors upon the occurrence of high star grass cyanide contents and its safety precautions.

REFERENCIAS

- AGUILERA, J.M. 1983. Contribución al estudio del efecto de la fertilización nitrogenada, la época y la edad de rebrote en el potencial cianogénico del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Tesis Cand. Dr. CENSA, La Habana
- BERGERSEN, F.S. 1981. Method for evaluating biological nitrogen fixation. Ed. John Wiley & Sons, New York
- BURNS, J.C. 1978 *J. Dairy Sci.* 61:1809
- BURNS, J.C. & COPE, W.A. 1976. *Agron. J.* 68:72
- CLAWSON, A.B.; BUNYES, H. & COUCH, J.F. 1934. *J. Washington Academy of Sciences.* 24:369
- COLLINGE, D.B. & HUGHES, M.A. 1982. *J. Exp. Bot.* 33:154
- CRESPO, G. & GONZALEZ, S. 1982. Introducción y respuesta a los fertilizantes de nuevas variedades de gramíneas. Seminario ICA. La Habana, Cuba
- DARWINKEL, A. 1975. Aspects of assimilation and accumulation of nitrate in some cultivated plants. Tesis Univ. Wageningen, Holland
- DEVLIN, R.M. 1975. Fisiología vegetal. Ed. Omega, España
- DOBY, G. 1965. Plant biochemistry. Ed. Interscience Publishes John Wiley & Sons, Ltd. New York
- DUNCAN, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics.* 11:1
- GARNER, R.J. & PAPWORTH, D.S. 1975. Toxicología veterinaria. Ed. Orbe. La Habana
- GIBBS, D.R. 1963. Chemical plant taxonomy. Ed. Academic Press. New York
- GURNSEY, M.P.; JONES, N.T.; MERRALL, M. & REID, C.S.W. 1977. *Vet. J.* 25:128
- HARASZTY, E. & TÖGYESI, G. 1966. *Növénytermeles.* 15:167
- HERRERA, R.S. 1981. Influencia del fertilizante nitrogenado y la edad de rebrote en la calidad del pasto bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross 1). Tesis Cand. Dr. ICA. La Habana
- JEREZ, I.; GARCIA, R.; MARTINEZ, O. & PEDROSO, P. 1980. Sistema de producción de leche Seminario XV - Aniv. ICA, La Habana

- KEELER, R.F. 1978. Effects of poisonous plants of livestock. Ed. K.F. Keeler. K.R. van Kampen y L.F. James. New York
- LEON, D. DE. 1977. **J. Agric. Univ. Puerto Rico**. 61:106
- MEYER, J. 1982. Veterinary pharmacology and therapeutics. Iowa State Univ. Press. 5ta. Ed.
- PULS, R.; NEWSCHWANDER, F.P. & GREENWAY, J.A. 1978. **Can. Vet. J.** 19:264
- RADELEFF, R.D. 1967. Toxicología veterinaria. Ed. Academia León, España
- RAMOS, N. 1983. Contribución al estudio de especies y variedades del género *Cynodon* para la producción de forraje. Tesis Cand. Dr. ICA. La Habana
- ROBINSON, T. 1967. The organic constituents of higher plants. Burgess Publishon and Company
- RUDERT, C.P. & OLIVER, J. 1978. **Rhod. J. Agric. Res.** 16:23
- RUELKE, O. 1977. Ultimos logros obtenidos con los pastos bermuda y estrella para el trópico. 11 Conf. Anual de Ganadería y Agricultura en América Latina
- TAPPER, B.A. & REAY, P.F. 1973. Cyanogenic glicosides and glucosimolates. In: Chemistry and biochemistry of herbage. Ed. Butler and Bailey. Academic Press. New York
- VAN DER WALT, S.J. 1944. **J. Vet.** 19:160
- VELEZ, J.S.; SOTOMAYOR, A.R. & TORRES, S. 1979. **J. Agric. Univ. Puerto Rico**. 63:35
- VETTER, J. & HARASZTY, E. 1977. **Acta Agronómica Academiae Scientarum Hungaricea**. 26:15
- VÖLKER, R. 1950. Lehrbuch der Toxicologie für tierärzte. 6ta. Ed. Pernand - Enke Verlog Stuttgart