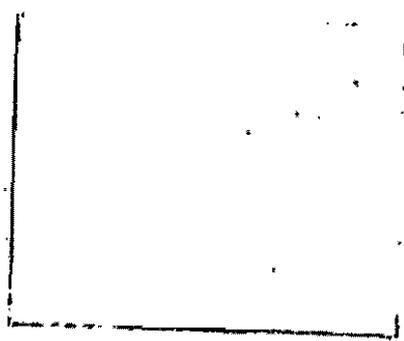




9.

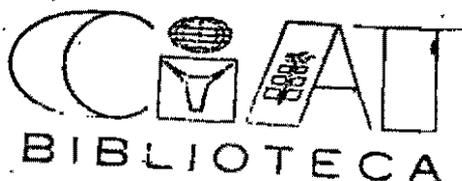


~~EFEECTO DEL SULFATO DE ZINC SOBRE LA INTOXICACION EXPERIMENTAL~~
CON *Pithomyces chartarum*, EN NOVILLOS PASTOREANDO
Brachiaria decumbens

01/12/11
Eduardo Aycardi, Obed García, Carlos Lascano, José Salinas
Bernardo Rivera, Blanca Torres y Vicky de Bohórquez

Programa de Pastos Tropicales
Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apdo. Aéreo 6713,
Cali-Colombia

11-11-85



116865

15 SET. 1994

INTRODUCCION

La esporidesmina, un metabolito del hongo *Pithomyces chartarum* se constató como el agente que produce la fotosensibilización hepatotóxica en ovinos y bovinos de Nueva Zelandia y Australia, (Mortimer y Taylor, 1962). La esporidesmina es producida únicamente por *P. chartarum* y es tóxica experimentalmente para bovinos, ovinos, y animales de laboratorio, (White y col. 1971). En Colombia y Brasil la fotosensibilización afecta preferentemente a animales jóvenes (menores de 24 meses) que pastorean *Brachiaria decumbens* y se sospecha una relación con el hongo *P. chartarum*, (Nobre y Andrade, 1976; García y col., 1982).

La esporidesmina produce considerable daño hepático caracterizado por interrupción de la conducción biliar (Dodd, 1959), el cual se detecta muy especialmente por elevación de la enzima gama-glutamyl-transpeptidasa (G.G.T.), en el suero sanguíneo de los animales afectados, (Towers y Straton, 1978; Muchiri y col., 1980). Una proporción considerable de animales aparentemente sanos pueden sufrir afección subclínica detectada por niveles elevados de G.G.T. a consecuencia del daño hepático, (Towers, 1978; Aycardi y col., 1983). El sulfato de zinc en inyección ha sido utilizado en Nueva Zelandia como protector del efecto producido por la esporidesmina sobre el hígado, reduciendo las lesiones hepáticas y manteniendo la producción de leche y el peso de los animales así tratados, (Towers y Smith, 1978).

El propósito de este estudio fue: 1) Reproducir experimentalmente los síntomas de fotosensibilización en novillos en Santander de Quilichao en el Depto. del Cauca, Colombia; 2) Observar tanto las lesiones clínicas como subclínicas al introducir en el pasto el hongo *Pithomyces chartarum*, y 3) Estudiar el efecto de la adición de zinc al suelo y a la sal de los animales en el desarrollo de las lesiones.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la estación experimental Quilichao, Municipio de Santander de Quilichao, en el Departamento del Cauca, Colombia. La estación está situada a 40 km. al sur de Cali a una altura de 990 m. sobre el nivel del mar y tiene una temperatura anual promedio de 23.3°C. Se escogieron 20 animales, mestizos cebú de 12 a 14 meses de edad y se asignaron a seis lotes experimentales de 3 animales cada uno. Los dos animales restantes se separaron como reemplazos.

Los lotes experimentales fueron parcelas de 0.3 ha. de pasto *Brachiaria decumbens*. Dos meses antes de iniciar el pastoreo, todos los lotes recibieron una fertilización básica de 20 kg P/ha, 50 kg Ca/ha, 50 kg K/ha, y 50 kg N/ha. Se establecieron dos tratamientos y un control. Los tres grupos recibieron la aplicación de hongo al pasto, el grupo control no recibió ninguna otra aplicación. El tratamiento I recibió zinc aplicado al suelo al momento de la fertilización de mantenimiento a razón de 5 kg/ha. El tratamiento

II recibió la adición de Zn en la sal mineralizada a razón de 50 ppm. Cada tratamiento tenía un lote de 3 animales y una repetición con otros 3 animales. La distribución de los lotes y de los animales dentro de cada lote se hizo al azar.

Las esporas del hongo *Pithomyces chartarum* se asperjaron sobre las parcelas en las últimas horas de la tarde. Se hicieron tres aplicaciones del hongo, una 20 días antes de iniciar el pastoreo (Abril 14), otra cinco días antes del pastoreo (Mayo 3), y la tercera 20 días después de iniciado el mismo (Mayo 28). En total se aplicaron 2.5×10^{12} esporas en las seis parcelas. Estas esporas se diluyeron en 50 litros de agua destilada para facilitar la aspersión. Se puso especial cuidado de asperjar aquellas partes de cada lote donde el pasto tenía más altura. Se determinó la concentración de esporas en el pasto cada semana por la técnica ya descrita, (Aycardi y col., 1983).

Se determinó peso de los animales cada dos semanas y se obtuvo suero sanguíneo de los animales cada semana para determinar proteína, nitrógeno uréico, fosfatasa alcalina y para pruebas de funcionamiento hepático por medición de enzimas, gama-glutamyl-transferasa (G.G.T.), y Transaminasa oxaloacética, (SGOT). También se obtuvo sangre entera para análisis hemático completo. Los animales se observaron diariamente para determinar presencia de lesiones externas. A los animales que murieron se les practicó necropsia completa y se sacaron órganos para análisis histopatológico.

Se hicieron análisis de suelos de cada parcela, antes de la fertilización y al final del ensayo. Se analizaron muestras de tejido vegetal de

Brachiaria antes de la fertilización uno y dos meses después de aplicado éste.

Para el estudio estadístico se utilizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan para separación de medias.

RESULTADOS

La caracterización del suelo de las parcelas donde se realizó el ensayo (Cuadro 1), mostró cómo al final del mismo el tenor de zinc aumentó considerablemente en el tratamiento I al cual se le había aplicado fertilización básica más la adición de 5 kg de Zn/ha. El nivel pasó de 1.0-1.1 a 1.5-1.9 ppm lo cual representa un incremento del 52%. El contenido de zinc en el tejido del pasto *Brachiaria decumbens* también se incrementó notablemente en este tratamiento (Cuadro 2). A los dos meses de aplicación de zinc al suelo el nivel de este elemento en el pasto pasó de 18.2-20.9 a 34.0-35.5 ppm, lo cual representa un incremento promedio del 77%. La relación calcio-zinc en el tejido disminuyó en forma notable de niveles 224-225 hasta 108-155, lo cual representa un descenso del 42%.

Veintitres (23) días después de iniciado el pastoreo aparecieron dos animales del grupo control y tratamiento II con síntomas externos de fotosensibilización (edema de la papada, resecaamiento de la piel y prurito cutáneo). En esa misma fecha otros tres animales de los mismos grupos mostraron inquietud y prurito cutáneo.

Los dos animales que enfermaron el día 23 murieron a los 27 y 28 días de inicio del pastoreo (Cuadro 3), con síntomas externos y lesiones hepáticas de fotosensibilización. En el día 30 aparecieron 6 animales con signos de ictericia y otro con edemas subcutáneos. Más tarde (día 70) murieron otros dos novillos del grupo Control y Tratamiento II, y un novillo del tratamiento I murió después de terminado el ensayo (día 84 de iniciado el pastoreo). Los animales enfermos y muertos presentaron además elevaciones séricas de enzimas, G.G.T. y SGOt. El nivel crítico de G.G.T. se determinó calculando 3 desviaciones estándar por encima del promedio de todos los animales en dos muestreos antes de iniciar el pastoreo de los lotes infectados con el hongo. Los animales del tratamiento I mostraron muy poco incremento de G.G.T. y algunos no mostraron elevación alguna (Nos. 2682, 2702 y 2690), Cuadro 3. El promedio por tratamiento para los niveles de enzima G.G.T. se encuentra en la Figura 1. Para el control y tratamiento II los promedios de los seis animales estuvieron, después de la primera semana, siempre por encima del nivel crítico de 15.2 U.I. x litro. Los animales del tratamiento I estuvieron en promedio por debajo del nivel de afección excepto por una ligera alza a las 3 semanas de iniciado el ensayo. Básicamente los animales del tratamiento I que recibieron la adición de zinc al suelo se vieron menos afectados que el control y el tratamiento II. Ese grupo tuvo menos mortalidad, menos sintomatología y menor afección hepática. Al hacer el análisis estadístico del incremento de enzima G.G.T. en el suero como una medida de afección del hígado se encontró, por la prueba de Duncan, que existe una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre el tratamiento con la adición de zinc al suelo y los otros dos tratamientos control y con Zn en la sal (Cuadro 4). Sin embargo se debe indicar que para este análisis se eliminó el animal 2684 del trata-

miento I que se comportó en forma muy diferente al resto de este grupo y prácticamente se debilitó y murió cuando el ensayo había terminado (día 84).

Los dos animales que murieron en los días 27 y 28 del ensayo (Grupo control y tratamiento I) fueron reemplazados por los animales de reserva. Estos dos animales presentaron ambas elevaciones en el tenor de enzima G.G.T. a las cuatro semanas de haber entrado al pastoreo. Los niveles fueron para el animal del grupo control, 24.5 U.I. y para el del tratamiento II, 46.8 U.I.

Tres de los cinco animales que murieron tuvieron elevación del nivel de bilirrubina, valores de 0.6-3.6 y 4.4 mg/dl. Todos los animales que murieron presentaron edemas de cuello y papada, y tuvieron también elevación de los niveles de transaminasa oxaloacética en el suero por encima de 70 unidades. Ocho animales mostraron indicios de ictericia por coloración amarillenta de las mucosas y siete novillos mostraron prurito cutáneo, intranquilidad y decaimiento, (Cuadro 3).

El cuadro hemático y los recuentos diferenciales de los animales del ensayo no mostraron ninguna alteración, lo mismo que los niveles séricos de nitrógeno ureico y fosfatasa alcalina.

Los cortes histopatológicos de los cinco animales que perecieron durante el ensayo mostraron lesiones características de éstasis biliar. Se encontró hiperplasia y proliferación generalizada de conductos biliares en las áreas portales y periportales del hígado, así como degeneración parenquimatosa hepática en algunas áreas.

En el riñón se encontró nefrosis generalizada, caracterizada por degeneración parenquimatosa y cilindros proteícos en túbulos contorneados proximales. Estas lesiones son similares y compatibles con las encontradas en casos naturales de fotosensibilización hepatotóxica (García y col., 1982).

Las esporas del hongo *Pithomyces chartarum* se detectaron en los potreros desde ocho días después de la segunda aspersión (Mayo 3) hasta cerca del final del ensayo a las ocho semanas. En el último muestreo de Julio 13 no se detectaron esporas del hongo.

DISCUSION

A similitud de lo encontrado en Carimagua (Aycardi y col. 1982) el aumento del contenido de esporas de *Pithomyces chartarum* en el pasto produce la aparición de animales con síntomas y lesiones tanto clínicas como sub-clínicas de fotosensibilización, aproximadamente un mes después de iniciado el pastoreo del potrero de *B. decumbens* contaminado con el hongo. En el ensayo de Carimagua aparecieron animales con lesiones externas a los 32 días, en este ensayo a los 27 días. Podría pensarse que la aparición e intensidad de las lesiones varía de acuerdo a la concentración del hongo en el pasto ya que en este ensayo los animales se expusieron a 2.5×10^{12} esporas en 1.8 ha. mientras que en Carimagua se sometieron a 2.7×10^{11} esporas en 4 ha. Además, en este ensayo murieron 5 animales comparado con ninguno en el anterior, y se enfermaron sub-clínicamente (elevación de enzima G.G.T. por arriba de 15.2) 15 de los 18 animales comparado con 4 de 15 en el ensayo anterior.

El nivel de daño hepático medido por la elevación de enzima G.G.T. también parece responder al contenido de esporas del hongo en el pasto. En este ensayo se obtuvieron valores hasta 139 U.I. comparado con 33.5 U.I. como máximo en el ensayo realizado en Carimagua. Además los cinco animales que murieron en este ensayo tuvieron los más altos niveles de G.G.T. y tres de ellos estaban por arriba de 90 U.I.

La elevación del nivel enzimático de G.G.T. en el suero ocurrió entre 5 y 10 días antes de la aparición de lesiones externas de fotosensibilización. Esto permite deducir que la prueba podría utilizarse para detectar los casos sub-clínicos y aún para predecir qué animales van a enfermar o morir en un lote de pastoreo. El nivel de enzima G.G.T. en animales que murieron parece indicar que un animal tiene pocas probabilidades de sobrevivir si su tenor de enzima sube más allá de 80 unidades internacionales.

Los niveles de bilirrubina sérica parecen elevarse únicamente en algunos de los animales más afectados, especialmente en los que murieron. Los niveles séricos de transaminasa oxaloacética que también se encuentran elevados en algunas afecciones que evolucionan con éstasis biliar, se encontraron elevados en todos los animales que murieron, sin embargo en otros animales con síntomas evidentes no mostraron alteración. Lo cual sugiere que estas pruebas son de poco valor en el diagnóstico del daño hepático producido por este tipo de fotosensibilización.

Parece evidente que la prueba más fidedigna para determinar casos sub-clínicos de fotosensibilización es la detección de elevación en los niveles de enzima G.G.T. del suero sanguíneo de los bovinos.

Es significativo comentar que los cinco animales que desarrollaron edema de cuello y papada murieron, a similitud de lo encontrado en la mayoría de los casos de enfermedad natural (García y col., 1982). Otros signos clínicos, tales como la ictericia observada en algunos casos, el prurito cutáneo, la intranquilidad y el decaimiento, observado en otros, no parecen ser consistentes en todos los animales afectados.

Parece existir una marcada susceptibilidad individual a la acción de la toxina del hongo. Hubo animales que enfermaron más rápidamente y con signos más notorios. Sin embargo estas diferencias en reacción pueden deberse a que el hongo tiene preferencias de crecimiento en ciertas partes del potrero, y los animales en este caso estarían sometidos a diferentes concentraciones de toxinas.

Es de suponer que el daño producido en los animales sobreviene a consecuencia de la exposición a toxinas producidas por crecimiento y esporulación del hongo en la pradera y no a la ingestión de las esporas que se inoculan inicialmente, ya que el manipuleo y el almacenamiento de éstas parece destruir el contenido de toxina del material in vitro, (Marbrook y Mathews, 1962). Esto explicaría por qué no es posible reproducir la sintomatología inoculando esporas directamente en el animal provenientes de un cultivo in vitro, sin purificar la toxina, o preparar un extracto.

Aparentemente la adición de zinc a los animales tiene el efecto benéfico de disminuir el daño producido por las toxinas del hongo sobre los mismos. Parece que éste es un efecto protectorio del Zn en el hígado donde minimiza

los posibles daños. En vacas de leche en Nueva Zelanda, (Towers y Smith, 1978), lograron disminuir el efecto de la toxina manteniendo la producción lechera, por medio de inyecciones de este mineral a los animales. La adición de zinc al suelo para incrementar el tenor en los tejidos del pasto y en los de los animales que lo consumen puede ser un sistema práctico de disminuir la afección, especialmente en áreas como los Llanos Orientales de Colombia donde existen grandes extensiones en *Brachiaria* y el síndrome es frecuente, y donde el manejo animal extensivo no permite hacer aplicaciones o tratamientos individuales.

El tratamiento preventivo utilizando zinc en la sal podría llegar a ser efectivo y económico si se utilizan niveles más altos al usado en este ensayo, (50 ppm). Además cabe pensar que el Zn en la sal podría tener un mayor efecto de protección si los animales tienen la oportunidad de recibir el suplemento de Zn por lo menos uno o dos meses antes de la exposición a la toxina del hongo. En el presente ensayo los animales con Zn en la sal recibieron ésta únicamente al entrar al potrero donde simultáneamente se estaba exponiendo al hongo, por lo cual probablemente no se logró observar ningún efecto benéfico sobre los animales. No se logró tampoco observar efecto alguno de la adición de zinc al suelo o sal sobre las ganancias de peso de los animales posiblemente debido a que todos se sometieron a un estrés muy grande por los muestreos intensos que sufrieron.

En términos generales puede concluirse que la presencia de esporas de *Pithomyces chartarum* en potreros de *Brachiaria decumbens* ocasiona la aparición de animales con lesiones características de fotosensibilización hepatotóxica 25 a 30 días después de entrar a consumir pasto contaminado. Los

síntomas y lesiones son características de una afección hepática con éstasis biliar, fácilmente detectable aún en la forma subclínica por elevación de los niveles séricos de la enzima gama-glutamyl-transferasa. Se encontraron evidencias de que los animales que consumen un pasto con incremento del contenido de zinc debido a fertilización mostraron enfermedad menos intensa tanto clínica como subclínicamente. Valdría la pena en futuros ensayos probar niveles ligeramente más altos de zinc en el suelo que puedan prevenir aún más los efectos del hongo. También es conveniente analizar si existe algún sinergismo entre el *Brachiaria decumbens* y el hongo, o si por el contrario el hongo multiplicándose en otros pastos produce la afección.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Sres. Félix Carreño y José G. Rivas por el manejo y supervisión de los animales. Al Dr. Otño Sánchez F., por la lectura de las láminas histopatológicas, y a Germán Lema y María Cristina Amézquita por el análisis estadístico.

REFERENCIAS.

- Aycardi, E., O. García, F. Henao y B. Torres. 1982. Fotosensibilidad experimental en bovinos en un área tropical utilizando el hongo *Pithomyces chartarum*. Revista Acovez, 7(21). En prensa.
- Aycardi, E., O. García, V. Bohórquez, B. Torres y F. Carreño. 1983. Weight loss induced in steers grazing *Brachiaria decumbens* infected with the fungus *Pithomyces chartarum*. Tropical Animal Production. En prensa.
- Dodd, D.C. 1959. The pathology of facial eczema simposium on facial eczema research. Proc. New Zealand Soc. Anim. Production. 19th Annual Conf. Pag. 48-52.
- García, O., E. Aycardi, F.N. Zuluaga, B. Rivera y F.J. Henao. 1982. Aspectos epidemiológicos de la fotosensibilización hepatotóxica asociada al pastoreo de *Brachiaria decumbens* en los Llanos Orientales de Colombia. Revista Acovez. 6(21):5-11.
- Marbrook, J. and R.W. Mathews. 1962. Loss of sporidesmin from spores of *Pithomyces chartarum* (Bert and Curt) M.B. Ellis. New Zealand Jour. of Agr. Res. 5:223-236.
- Mortimer, P.H. and Taylor, A. 1962. The experimental intoxication of sheep

with sporidesmin, a metabolic product of *Pithomyces chartarum*. I. Clinical observations and findings at post-mortem examinations. Res. Vet. Sci. 3:147-60.

Muchiri, D.J., C.H. Bridges, D.N. Veckert and E.M. Bailey. 1980. Photosensitization of sheep on Klein grass pastures. J. Am. Vet. Med. Assoc. 177.4:353-54.

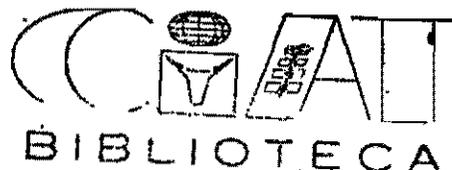
Nobre, D., y S.O. Andrade. 1976. Relação entre fotossensibilização em bovinos jovens e a gramínea *Brachiaria decumbens* stapf. O. Biológico, 42 (11):249-258.

Towers, N.R. 1978. The incidence of sub-clinical facial eczema in selected waikato dairy herds. N.Z. Vet. J. 26:142-5.

Towers, N.R. and B.L. Smith. 1978. The protective effect of zinc sulphate in experimental sporidesmin intoxication of lactating dairy cows. N. Z. Vet. J. 26:199-202.

Towers, N.R. and G.C. Stratton. 1978. Serum gamma-glutamyl-transferase as a measure of sporidesmin induced liver damage in sheep. N. Z. Vet. J. 26:109-12.

White, E.P., P.H. Mortimer and M.E. Di Menna. In Mycotoxic Fungi, Mycotoxins and Mycotoxicoses. Vol.I. 1971. Eds. T.D. Wyllie and L. G. Morehouse. Darcel Dekker.



RESUMEN

Se diseñó un ensayo con el objeto de observar el efecto del zinc aplicado al suelo y a la sal mineralizada de los animales en la prevención de los efectos producidos por la presencia del hongo *Pithomyces chartarum* en potreros de *Brachiaria decumbens*. Se utilizaron novillos mestizos cebú de 10-12 meses de edad. Se encontraron animales con síntomas y lesiones clínicas características de fotosensibilización a los 23 días de consumo del pasto contaminado artificialmente. El grupo de animales que pastorearon los lotes donde se aplicó Zn al suelo tuvo menos enfermedad tanto clínica como subclínica. Se detectaron animales con afección clínica y subclínica, preferencialmente por elevación de los niveles séricos de la enzima gama-glutamyl-transferasa (G.G.T.). El nivel de Zn en el tratamiento de aplicación al suelo resultó en aumento de Zn en el suelo y en el tejido del pasto en 52 y 77%, respectivamente.

La adición de zinc al suelo puede constituir un sistema práctico para prevenir los efectos del consumo de toxinas del hongo *P. chartarum* en animales jóvenes que pastorean *Brachiaria decumbens* o posiblemente otros pastos.

SUMMARY

A study was design to evalutate the effect of *Pithomyces chartarum* fungus on steers grazing *Brachiaria decumbens*, and the effect of zinc applied to the soil and added to the mineral supplement to aid in the prevention of photosensitivity. Twenty steers crossbred zebu, 10-12 months old were used for the trial. Animals with symptoms and clinical lesions of photosensitivity were found 23 days after first grazing of contaminated grass. The group of animals that grazed the paddock where zinc had been applied disease. Levels of gamma-glutamyl-transferase (G.G.T.) were used to detect clinical and sub-clinical disease. Zinc applied to the soil resulted in an increase of its content of 52% and 77% respectively for soil and plant tissue.

The addition of zinc to the soil could become a practical system to prevent the effect of *P. chartarum* toxins to young cattle grazing contaminated *B. decumbens* or other grasses.

Cuadro 1. Caracterización del suelo antes y después de la fertilización y adición de zinc en ensayo de fotosensibilización en Quilichao.

| Tratamientos | Parcela (3.000m ²) | Antes ^{a/} (Abr. 29/82) | | | Después (Jul. 15/82) | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------|----------------------|------------------|-------------|
| | | Pb/ (ppm) | Ca (meq/100g) | Zn (ppm) | P (ppm) | Ca (meq/100g) | Zn (ppm) |
| Control sin Zn | 1 | 2.3 | 0.9 | 1.0 | 3.6 | 1.4 | 1.4 |
| | 5 | 2.4 | 1.1 | 1.2 | 3.6 | 1.9 | 1.3 |
| I Zn en el suelo (5 kg/ha) | 2 | 3.3 | 1.1 | 1.0 | 3.0 | 1.3 | <u>1.7</u> |
| | 6 | 2.8 | 1.2 | 1.1 | 3.2 | 1.1 | <u>1.5</u> |
| .II/ Zn en la sal (50 ppm) | 3 | 2.7 | 1.1 | 0.8 | 2.7 | 1.1 | 1.2 |
| | 4 | 2.8 | 1.2 | 1.1 | 2.6 | 1.1 | 1.1 |

a/ Fertilización básica a todas las parcelas: 20 kg P/ha, 50 kg Ca/ha, 50 kg K/ha y 50 kg N/ha.

b/ Bray II.

Cuadro 2. Análisis de Calcio y Zinc en tejido de *Brachiaria decumbens* en parcelas de ensayo de fotosensibilización en Quilichao antes y después de la fertilización.

| Tratamientos | Parcela (3.000m ²) | Ca (%) | | | Zn (ppm) | | | Relación Ca/Zn | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------|---------|----------|-------|---------|----------------|-------|---------|
| | | Antes ^{a/} | 1 mes | 2 meses | Antes | 1 mes | 2 meses | Antes | 1 mes | 2 meses |
| Control sin Zn | 1 | .43 | .35 | .46 | 16.1 | 18.3 | 25.0 | 267 | 191 | 184 |
| | 5 | .51 | .34 | .52 | 18.9 | 17.3 | 23.5 | 269 | 196 | 221 |
| I Zn en el suelo (5 kg/ha) | 2 | .41 | .35 | .37 | 18.2 | 22.2 | 34.0 | 225 | 157 | 108 |
| | 6 | .47 | .33 | .53 | 20.9 | 23.5 | 35.5 | 224 | 140 | 151 |
| II Zn en la sal (50 ppm) | 3 | .49 | .34 | .42 | 18.1 | 19.1 | 26.4 | 270 | 178 | 159 |
| | 4 | .45 | .35 | .54 | 20.0 | 18.8 | 18.1 | 225 | 191 | 297 |

a/ Fertilización básica a todas las parcelas: 20 kg P/ha, 50 kg Ca/ha, 50 kg K/ha y 50 kg N/ha.

Cuadro 3. Mortalidad, afección clínica y sub-clínica en novillos con fotosensibilización experimental.

| Tratamiento | Parcela | No. animal | Mortalidad | Edema | Ictericia | Prurito Decaimiento Intranq. | S.G.O.T. (+ de 70) | G.G.T. | |
|------------------------|---------|------------|------------|-------|-----------|------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|
| | | | | | | | | Afectado ^{a/} | Nivel promedio ^{b/} |
| Control sin Zn | 1 | 2691 | | | + | + | - | + | 30.8 |
| | | 2692 | + (Día 27) | + | | | ++ | + | 59.1 |
| | | 2699 | | | | | + | + | 20.2 |
| | 5 | 2687 | | | + | + | + | + | 26.0 |
| | | 2696 | + (Día 70) | | | | + | + | 29.2 |
| | | 2698 | | | | + | - | + | 14.4 |
| | | | | | | | | \bar{x} 30.0 | |
| I Zn en el suelo | 2 | 2682 | | | | | - | - | 12.4 |
| | | 2684 | + (Día 84) | + | | + | + | + | 16.1 |
| | | 2702 | | | | + | - | - | 10.4 |
| | 6 | 2689 | | | | + | +++ | + | 11.9 |
| | | 2690 | | | | | + | - | 11.0 |
| | | 2695 | | | | + | + | + | 12.0 |
| | | | | | | | | \bar{x} 12.3 | |
| II Zn en la Sal | 3 | 2685 | | + | | | ++ | + | 37.8 |
| | | 2693 | + (Día 28) | | | | - | + | 14.6 |
| | | 2700 | | | | | + | + | 12.5 |
| | 4 | 2688 | | | + | + | + | ++ | 41.1 |
| | | 2686 | + (Día 70) | | | | + | + | 20.4 |
| | | 2697 | | | | + | - | + | 16.0 |
| | | | | | | | | \bar{x} 23.7 | |

a/ > de 15.2 en cualquier de los 10 muestreos.

b/ Promedio de las 10 muestras.

Cuadro 4. Prueba de Duncan para la variable incremento de GGT en novillos infectados experimentalmente en Quilichao.

| Tratamiento | N | Promedio incremento | Grupo. |
|--------------------|---|---------------------|-----------------|
| Control | 6 | 9.6 | A ^{a/} |
| II (Zn en la sal) | 6 | 7.4 | A |
| I (Zn en el suelo) | 5 | 0.8 | B |

a/ Distinta letra, diferencia significativa, $P < 0.05$

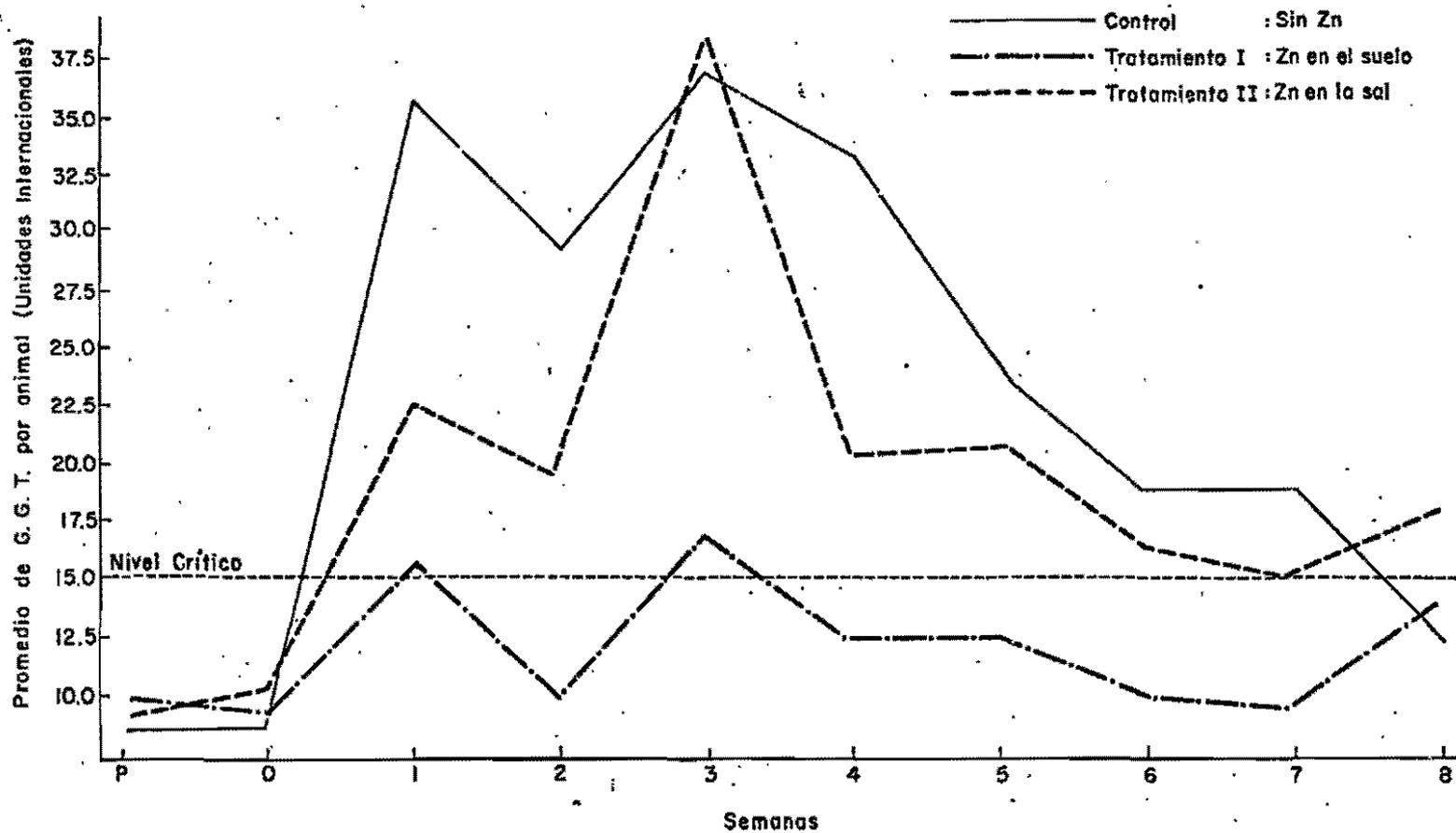


Figura I. Niveles séricos de enzima G.G.T. en novillos con fotosensibilización experimental pastoreando *Brachiaria decumbens*