NIVELES DE METAHEMOGLOBINA EN BOVINOS RELACIONADOS CON CONTENIDO DE NITRATOS Y NITRITOS DEL VALLE DEL SINU Y SA BANAS DE SUCRE

TESIS

Presentada al Programa de Estudios para Graduados Universidad Nacional - Instituto Colombiano Agropecuario

por

JORGE ENRIQUE TORRES GAMEZ

Como requisito parcial para optar el grado de

MAGISTER SCIENTIAE

BOGOTA - COLOMBIA

1.974

TESIS APROBADA POR

COMITE CONSEJERO:

Dr. ALFONSO RUIZ M. _____

Dr. ALVARO GUTIERREZ M. _____

Dr. ELKIN BUSTAMANTE _____

El Presidente de tesis y el consejo examinador de grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el candidato.

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional)

A mi esposa, a mis padres

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Alfonso Ruíz M., por su acertada dirección, importantes aportes y sabios consejos en la realización de este trabajo.

Al Doctor Manuel Edgard Tapias R., colaborador eficiente y desinteresado tanto en el trabajo de campo como en el trabajo de laboratorio.

A los Doctores Francisco Sánchez, José Sánchez, David Arenas y Jorge Muñoz, por la acogida al trabajo realizado y contribución en la consecución de fincas y medios de transporte en el Departamento de Sucre.

A la Doctora Laura Gutiérrez D., por su invaluable colaboración en el montaje de técnicas químicas.

Al Doctor Luis Carlos Caraballo, personal técnico y trabajadores del Laboratorio de Investigaciones Veterinarias de Enfermedades Tropicales (LIVET) del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en Cereté (Córdoba) por la eficiente ayuda durante mi estancia en ese Departamento.

Y a todas aquellas personas que en una u otra forma hicieron posible la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

Página

1. INTRODUCCION

1.1. Naturaleza del Problema .....

1.2 Objetivos Generales.....

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Historia.....

2.2. Intoxicación con Nitratos y Nitritos en Rumiantes..

2.3. Metahemoglobina.....

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Desarrollo de la Investigación.....

3.2. Animales Experimentales.....

3.3. Hematología.....

3.3.1. Determinación de Hemoglobina.....

3.3.2. Determinación de Hematocrito.....

3.3.3. Determinación de Metahemoglobina.....

3.4. Urianálisis.....

3.5. Determinación Cuantitativa de Nitratos y Nitritos en Aguas.....

3.6. Determinación Cuantitativa de Nitratos y Nitritos en Pastos y Plantas.....

Página

4. RESULTADOS

4.1. Determinación de Metahemoglobina.....

4.2. Nitratos y Nitritos en Pastos y Plantas.....

4.3. Nitratos y Nitritos en Aguas.....

4.4. Estudio Experimental.....

4 4.4.1. Hematología.....

4.4.2. Metahemoglobina.....

4.4.3 Urianálisis.....

4.4.4. Temperatura Rectal.....

4.4.5. Condiciones Ecológicas.....

5. DISCUSION

5.1. Determinación Metahemoglobina.....

5.2. Nitratos y Nitritos en Pastos y Plantas.....

5.3. Nitratos y Nitritos en Agua.....

5.4. Estudio Experimental.....

5.4.1. Metahemoglobina.....

5.4.2. Urianálisis.....

6. RESUMEN.....

7. SUMMARY.....

8. BIBLIOGRAFIA.....

LISTA DE TABLAS

Número		Página
1	Composición de las mezclas de pastos y plantas en fincas del Departamento de Córdoba.....	
2	Composición de las mezclas de pastos y plantas en fincas del Departamento de Sucre.....	
3	Porcentajes de Metahemoglobina en bovinos en seis fincas del Departamento de Córdoba y características de las fincas.....	
4	Porcentajes de Metahemoglobina en siete fincas del Departamento de Sucre y características de las fincas.....	
5	Frecuencia de distribución de metahemoglobina en bovinos del Valle del Sinú.....	
6	Frecuencia de distribución de metahemoglobina en bovinos del Departamento de Sucre.....	

Número		Página
7	Concentración de nitratos y nitritos en pastos y plantas en el Valle del Sinú.....	
8	Concentración de nitratos y nitritos en pastos y plantas del Departamento de Sucre.....	
9	Concentración de nitratos y nitritos en aguas de fincas del Valle del Sinú.....	
10	Concentración de nitratos y nitritos en aguas de fincas del Departamento de Sucre.....	
11	Estudio Experimental. Variaciones en los niveles de metahemoglobina en bovinos al suministrar oralmente nitratos y nitritos.....	
12	Estudio Experimental. Hematocrito, Hemoglobina y Uriamálisis en los días 1, 2 y 9 del Experimento.....	

LISTA DE FIGURAS

Número		Página
1	Areas de presentación de la "Caida del Ganado"..	
2	Histograma de frecuencia de los porcentajes de MHb en la sangre de bovinos en el Departamento de Córdoba.....	
3	Histograma de frecuencia de los porcentajes de MHb en la sangre de bovinos en el Departamento de Sucre.....	
4	Histograma de la relación del promedio de niveles de Mhb, concentración de Nitratos y concentración de Nitritos en plantas y pastos de fincas del Departamento de Córdoba.....	
5	Histograma de la relación del promedio de niveles de MHb, concentración de Nitritos en plantas y pastos de fincas del Departamento de Sucre.....	

Número Página

6 Estudio Experimental. Variaciones de los niveles de MHb en bovinos, después de administración de Nitrato de Sodio y Nitrito de Sodio.....

1. INTRODUCCION

1.1 NATURALEZA DEL PROBLEMA

En las Sabanas de Bolivar, Departamentos de Córdoba, Sucre, Magdalena y Cesar y en el Magdalena Medio, se ha descrito un sindrome patológico en los bovinos, conocido por el nombre de "Caida del Ganado". Las pérdidas económicas causadas por este sindrome son elevadas y los esfuerzos por aclarar su etiología han sido infructosos en la mayoría de los casos.

La mayoría de trabajos conocidos hasta ahora, afirman que este sindrome es producido por la ingestión de plantas que acumulan glucósidos cianogenéticos, sin embargo en muchas ocasiones, el análisis químico de las plantas implicadas en el sindfome, han dado resultados positivos a nitratos y nitritos.

Es conocido, que la forma de presentación de la intoxicación cianhídrica, en particular los sintomas, lesiones y época de incidencia, tienen mucha similitud con la intoxicación por nitratos y nitritos producida por la ingestión de plantas, pastos y aguas, donde se concentran en grandes cantidades.

1.2 OBJETIVOS GENERALES

Esta investigación se llevó a cabo, con el fin de determinar cuantitativamente la concentración de nitratos y nitritos en plantas, pastos y aguas en fincas de los Departamentos de Córdoba y Sucre y su relación con los niveles hemáticos de metahemoglobina en los bovinos de estas regiones.

Los resultados que se obtengan de este trabajo, servirán como orientación para esclarecer una de las posibles etiologías de la "Caída del Ganado", y más aún, para tomar las medidas pertinentes para disminuir la mortalidad y reducir pérdidas económicas, por abortos, baja producción de carne y leche e infertilidad.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 HISTORIA

Desde 1920, se conoce en ganaderías extensivas de Colombia un síndrome que ha sido denominado vulgarmente con los nombres de: "Caida del Ganado,"Borrachera", "Orinadera", "Meadera" y "Patatela", el cual ha sido reportado en los Departamentos de Bolívar, Córdoba, Sucre, Cesar y algunas regiones del Magdalena Medio (La Dorada, Puerto Boyacá, Barrancabermeja y Cimitarra) (1, 14, 23,25,31). Figura 1.

Mora (23), realizó estudios con la planta Bejuco Blanco (Tanaecium exitosum), en Barrancabermeja (Santander) y Remedios (Antioquia), llegando a la conclusión de que era la causante de gran mortalidad en bovinos. Al ser suministrada por vía oral en forma experimental, desencadenaba el síndrome de las 16 a las 48 horas después de su ingestión. Unicamente se realizaron análisis químicos para determinación de alcaloides y glucósidos, los cuales dieron resultados negativos, por lo cual el autor consideró como principio activo sustancias volátiles no identificadas, que se perdían con la sequedad.

Paez et al. (25), practicaron análisis químicos cuantitativos para determinación de glucósidos cianogénéticos en las plantas: Causa

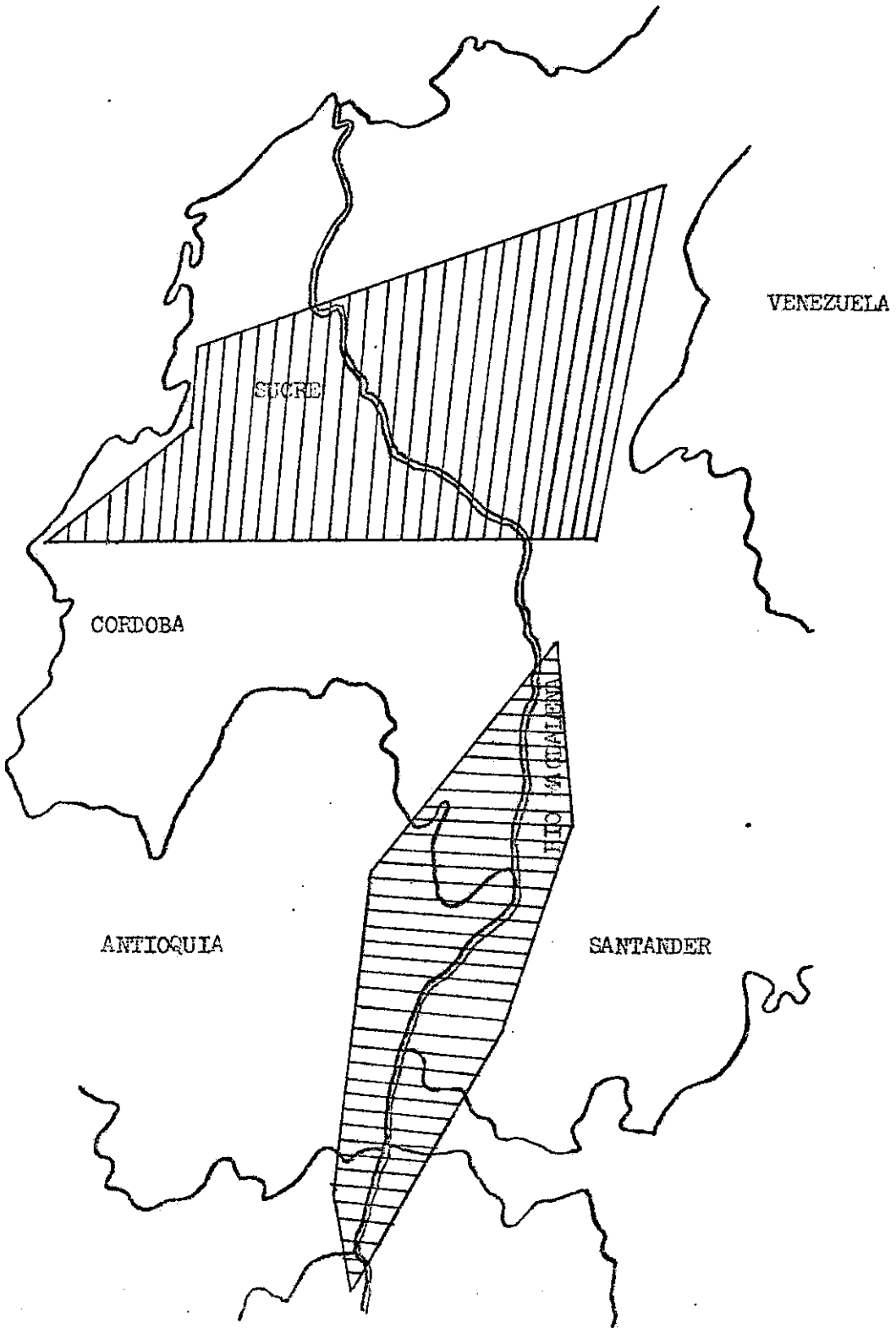

FIGURA 1. Areas de presentación de la " Caída del Ganado ".

viejo (Mascagnia concinna), Bejuco Blanco (Tanaecium exitosum), Guinea (Panicum maximum)y encontraron concentraciones de 20 a 50 mg. de ácido cianhídrico (HCN) por 100 gr. de planta. Se considera que 50 mg. de HCN en 100 gr. de planta son bajas de toxicidad y de 50 a 75 mg. de HCN por 100 gr. de planta son dudosas en producir intoxicación (32).

Gómez (14), estudió en el Departamento de Sucre la planta Canasviejo o Mindaca y concluyó que era la causante de la "Caída del Ganado", debido a su contenido de glucósidos cianogenéticos.

El Departamento de Toxicología del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) ha analizado desde 1968 gran cantidad de material vegetal coleccionado en la zona de la Costa Atlántica y Magdalena Medio y ha determinado que solamente tres tipos de pastos acumulan HCN en cantidades toxicas para el ganado: pasto Comino (Homalipis atrevensis), en Antioquia*; pasto Mindaca (Botriochloa spp.), en Santander (9, 31 y en el pasto Argentina (Cynodon dactylum) en el Tolima (31). Ninguna de las plantas a las cuales se les atribuye "la Caida del Ganado", conocidas vulgarmente con el nombre de "Matagamado", ha dado resultados positivos a la investigacion de HCN y si la mayoria de ellas han resultado positivas a pruebas cualitativas para nitratos y nitritos (6, 31).

---

* Francisco Pinzón. 1968. "Comunicación Personal".

La "Caída del Ganado" puede tener una presentación sobreaguda o aguda. En la forma sobreaguda, los animales aparecen muertos sin haber manifestado ningún síntoma y con frecuencia se confunden con enfermedades infectocontagiosas (15, 24, 26, 32). La forma aguda se caracteriza porque al ser movilizados los animales los afectados se rezagan de la manada (24), presentan disnea, ataques de furia, "tambaleo" del tren posterior, polaquiuria ("meadera"), salivación, caen presentando temblores musculares, pulso filiforme, taquicardia, mucosas congestionadas, temperatura normal, finalmente rigidez de los miembros y paro respiratorio. En algunos casos los animales caídos se recuperan si se dejan en reposo (14, 25).

Las lesiones descritas son gastroenteritis hemorrágica, petequias y equimosis en intestino, pericardio y miocardio; edemas hemorrágicos a la salida de los grandes vasos; petequias en la tráquea, congestión pulmonar y hepática; vesícula biliar distendida; riñones congestionados con petequias en la pelvis renal (14, 23, 25).

El síndrome se reporta principalmente en épocas sin lluvias: diciembre, enero, febrero o al comienzo de las lluvias, marzo y abril (1, 14, 25, 31).

Gómez (14), indica que las plantas implicadas, crecen en suelos de aluvión bien equilibradas en nutrientes, pero con bajo contenido en nitrógeno.

2.2. INTOXICACION CON NITRATOS Y NITRITOS EN RUMIANTES

La fuente común de intoxicación por nitratos y nitritos en Medicina Veterinaria (4, 27), son plantas verdes o secas que almacenan principalmente nitrato de potasio (NO_3K). Suelos excesivamente ricos en nitrógeno y estas sales, pueden hacer que las plantas fijen cantidades suficientes para convertirlas en tóxicas para los animales que las consuman (13, 30). Bovinos y ovinos, son susceptibles a la intoxicación igual que otros muchos animales, pero los bovinos son los que se intoxican con mayor frecuencia (8,30). Los nitratos presentes en concentración del 1% en materia seca, pueden ser tóxicos y 0.5% se considera como el máximo que puede existir sin provocar dificultades (13, 20). Algunas veces, se hallan niveles tóxicos de nitratos en especies comunes de pasto (8), durante su rápido crecimiento, en particular cuando caen las primeras lluvias luego de un verano seco (21).

La dosis diaria de 0.15 gr. de nitrato potásico ha causado abortos en el ganado vacuno después de 3 a 13 dósis (4). Los nitritos presentes en las plantas son de 3 a diez veces más tóxicos que los nitra

tos (13, 30). Se ha reportado que el empleo del herbicida 2-4 D (Acido 2-4 diclorofenoxiacético), hace que en época de sequía, se acumulen en las plantas cantidades tóxicas de nitratos (Ø2).

Otra fuente importante de intoxicación en animales y humanos son aguas estancadas que contienen exceso de nitratos los cuales se concentran más en época de verano (4, 13, 17, 27, 30). Las aguas que causan intoxicación, contienen nitratos entre 1000 y 3000 ppm (27) y 10 ppm de nitritos (4).

Los nitratos, ejercen acción cáustica sobre la mucosa digestiva de modo que la ingestión de grandes cantidades conlleva a una gastroenteritis (4, 18). Por acción de los microorganismos del rumen, los nitratos se reducen a nitritos y estos a su vez son convertidos en amoniaco. Parece que por encima de una determinada concentración de nitratos la velocidad de reducción del nitrito a amoniaco disminuye y por lo tanto se acumula el tóxico en la sangre (13, 18).

Los nitritos pasan directamente del aparato gastrointestinal al sistema circulatorio y producen la oxidación del hierro ferroso de la hemoglobina convirtiéndolo en forma férrica (26), transformandose en metahemoglobina la cual es incapaz de transportar oxígeno (11, 17, 19) .

Los nitritos, además actuán sobre las arteriolas produciendo vaso dilatación, principalmente en cerebro, meninges y coronarias, lo cual baja la presión sanguínea y acelera el pulso acentuando aún más la hipoxia de los tejidos debido a una lenta e insuficiente circulación oxidativa periférica (9, 18). Si los nitritos se ingieren directamente, los efectos tóxicos suelen ser muy rápidos (9).

Los animales intoxicados por nitratos, presentan salivación y dolor abdominal; la hipoxia causada por los nitritos determinan disnea, respiración anhelante y rápida, temblores musculares, debilidad, marcha vacilante, cianosis, taquicardia, pulso rápido y filiforme, temperatura normal o subnormal (4, 13, 17, 21, 27), micción frecuente de orina incolora (8, 20, 27). Finalmente los animales caen con convulsiones clónicas. La muerte ocurre generalmente de 12 a 24 horas después de la ingestión de las plantas tóxicas (4, 21), aunque el envenenamiento agudo de los bovinos se presenta en mas corto tiempo sin mostrar síntomas clínicos (4).

Se ha reportado que hembras gestantes pastando en zonas pantanosas o ricas en residuos vegetales, pueden presentar abortos sin demostrar síntomas agudos de intoxicación, especialmente durante los meses de verano (4, 13, 30).

La ingestión crónica de nitratos, puede dar lugar a una disminución de la producción láctea y a un estado general deficiente (20, 30).

Las lesiones reportadas son inespecíficas: La submucosa del rumen, retículo y omaso, así como la mucosa del cuajar se presentan congestionadas; petequias y equimosis en la superficies serosas (21, 30); petequias en el corazón y la tráquea (4, 28); riñones con hemorragias subcapsulares; la sangre presenta color chocolate (4, 17, 22, 27) .

Los fetos abortados presentan hidrotorax, ascitis, hemorragias subepicardicas, cambios degenerativos y necróticos en el hígado y necrosis de la pulpa esplénica; en cotiledones se han observado áreas necroticas calcificadas (21). Radeleff (30) reporta engrosamiento y oclusión de las arteriolas y considera esta lesión como consecuencia de la hipoxia.

2.3 METAHEMOGLOBINA

Bajo condiciones fisiológicas, el hierro de la hemoglobina y de la oxihemoglobina, permanece en forma ferrosa (Fe^{++}). Por acción de oxidantes naturales o productos del metabolismo, está forma puede ser transformada en grandes cantidades a la forma férrica (Fe^{+++}), dando origen a la metahemoglobina. La metahemoglobina es incapaz de transportar oxigeno y es considerada temporalmente inactiva como pigmento respiratorio (11).

Normalmente en la sangre de los mamíferos, se forman pequeñas cantidades de metahemoglobina pero este cambio es reversible por medio delsistemas reductores presentes en los eritrocitos, los cuales evitan su acumulación en la sangre (21). Se han aislado de los glóbulos rojos dos sistemas enzimáticos reductores de metahemoglobina importantes que conservan la hemoglobina en estado funcional: difosforopiridina nucleótido (DPNH) ó nicotinamida adenosin dinucleótido (NADH) reductosa de la hemoglobina y Trifosfopiridina nucleótido (TPNH) ó Nicotinamida adenosín dinucleótido fosfato (NADPH) reductàsa de la metahemoglobina. El primer sistema parece ser la vía principal en condiciones fisiológicas puesto que su deficiencia origina metahemoglobinemia (20).

También se ha indicado que en la sangre de los mamíferos puede no haber metahemoglobina en condiciones normales (23).

Se encontró que el promedio de metahemoglobina en la sangre de bovinos clínicamente normales de la Sabana de Bogotá era de 1.3% (2).

Dukes (11), asegura que la metahemoglobina puede formarse expontáneamente en la sangre o en las soluciones de hemoglobina "In Vitro".

Sin embargo Mark (22), sostiene que la metahemoglobina "In Vitro", se descompone rápidamente.

Baquero y García (2), analizando 27 muestras de sangre de bovinos en el transcurso de 24 horas, observaron que en algunas disminuía la metahemoglobina encontrada inicialmente y en otras muestras aumentaba, pero siempre permanecían dentro de los niveles hallados originalmente.

Se han descrito como causas de metahemoglobinemia, el suministro de algunas drogas y compuestos químicos sintéticos (29); durante la ictericia hemolítica, hemoglobinuria paroxística, infección con bacterias anaerobias (Clostridium) y tifo (5); en la cianósis congenita: por deficiencia molecular de la globina o por deficiencia de los sistemas enzimáticos para reducir la metahemoglobina formada espontáneamente (5, 28); cianosis enterógena: cuando hay excesiva ingestión, producción y absorción de nitritos desde el intestino. Estos nitritos pueden ser formados a partir de nitratos presentes en material vegetal (5). La cianosis enterógena, determina frecuentemente metahemoglobinemia en rumiantes, debido a su tipo de alimentación (13)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

Para la realización de este trabajo, se seleccionaron al azar 13 fincas. Seis de ellas localizadas en el Departamento de Córdoba y siete en Sucre.

De las fincas seleccionadas se tomarón 323 muestras de sangre procedentes de bovinos adultos (mayores de 18 meses); 39 muestras de plantas y pastos y 15 muestras de aguas para determinar la concentración de nitratos y nitritos en cada una de ellas.

De cada una de las fincas visitadas, se elaboró una historia de las características ecológicas. Y durante toda la investigación fueron registradas* la humedad relativa y las variaciones diarias de temperatura cerca a la capital de cada Departamento.

3.2. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 15 bovinos cebú media sangre, machos castrados entre 24 y 32 meses de edad y 357 a 407 kilos de peso, que fueron separados al azar en tres grupos e identificados con los números 15, 25, 53, 57 y 60 para el primer grupo; 12, 26, 28, 50, 56 del segundo grupo y 16, 51, 54, 55, 62 para el tercer grupo el cual se tomó como control.

---

* Thermohygrograph MT 1.100 Societa Italiana Apparecchi Precisione Bologna-via G. Massarente 412.

Los animales fueron mantenidos en semiestabulación en unidades de aislamiento del LIVET*, Cereté. La alimentación consistió en pasto Anglet ón (Andropongon nodosus), de los corrales del LIVET y agua proveniente del acueducto de Montería. El consumo de agua y pasto, fue a voluntad.

Al primer grupo se le suministró por vía oral, una solución acuosa (agua destilada) que contenía 4 gs. de nitrito de sodio (NO_3Na) para cada animal; al segundo grupo, se le suministró vía oral, una solución acuosa que contenía 0.4 gs de nitrato de sodio (NO_2Na) para cada animal. Muestras de sangre, fueron tomadas a las 18 y 42 horas después de suministrado el nitrato y nitrito de sodio, para determinar los niveles de metahemo globina (MHb). A las 42 horas, se le suministró a los animales del pri mer grupo una nueva dosis de $\frac{1}{2}$ gs de nitrato de sodio y a los del segun do grupo 0.5 gs. de nitrito de sodio en solución acuosa por vía oral, e igualmente se tomaron muestras de sangre a las 24 y 48 horas para determinar MHb (Tabla No. 3).

A cada uno de los animales de experimentación, se le tomó una mues tra diaria de sangre por dos días antes de iniciar el experimento y du rante el período de experimentación, exámenes hematológicos. En igual forma, se tomaron tres muestras de orina a cada animal; dos antes y otra al final del experimento para efectuar urianálisis. Se controló

---

* Laboratorio de Investigaciones Veterinarias de Enfermedades Trópi cales. Montería.

diariamente la temperatura a cada animal alrededor de las 7'/2 A.A.

3.3. HEMATOLOGIA

Cada una de las muestras de sangre fué tomada por punción yugular en cantidad de 10 ml., que fueron colectados en tubos de ensayo que contenían dos gotas de ácido etiendiamino tetraacético (EDTA)*. Las muestras fueron mantenidas en refrigeración en neveras portátiles y analizadas el mismo día.

3.3.1. Determinación de hemoglobina: se utilizó la técnica de la cianometahemoglobina (24). Las lecturas se hicieron en espectrofotómetro Coleman** a 540 mU.

3.3.2. Determinación de hematocrito: fué usado el método de microhematocrito. Se utilizaron para la prueba capilares de 1.1 - 1.2 mm. de diámetro y centrífuga con su plato de lectura estandarizado. La centrifugación fué lenta a 11.000 r.p.m. por 5 minutos (3).

3.3.3. Determinación de metahemoglobina: Para determinar la metahemoglobina sanguinea se utilizó la técnica modificada de Evelyn y Malloy (22), empleando el espectrofotómetro coleman a una longitud de onda de 630 mU.

---

* (Ethylendiamine) Tetraacetic Acid Disodium Salt (1.0 gm/litro)

** Coleman Junior Instruments, Inc., Marywood, Illinois

3.4. URIANALISIS

Las muestras de orina, se tomaron en frascos estériles con tapa metálica en cantidad de 100 a 200 ml. por animal. Se realizaron pruebas físicas: color y gravedad específica siguiendo la técnica descrita por Coles (7) y utilizando un refractómetro*.

Pruebas químicas por determinación de pH, proteína, glucosa, acetona, sangre oculta y bilirrubina se llevaron a cabo. Las pruebas químicas se realizaron según las técnicas de los laboratorios Ames ** (19).

También se realizaron estudios del sedimento urinario para lo cual se tomaron cantidades de 15 ml. de orina y se centrifugaron *** a 11.000 r.p.m. durante 15 minutos.

3.5 DETERMINACION CUANTITATIVAS DE NITRATOS Y NITRITOS EN AGUAS

Las muestras de agua de cada una de las fincas fueron tomadas en recipientes plásticos estériles, en cantidad de 200 ml. Se transportaron al laboratorio, se conservaron en refrigeración a 4°C y fueron analizadas en el transcurso de 24 horas, siguiendo la técnica descrita por la Association of Official Agriculture Chemist (16).

---

* Refractometer series Ts-8, American Optical Company, Buffalo, N.Y.
** Ames Company Division, Males Laboratories, Inc., Elkmart, Indiana USA.
*** International Model K Centrifuge, International Equipment Company Boston, Mass, USA.

Se utilizó el espectrofotómetro Coleman, haciendo lecturas a una longitud de onda de 405 para nitratos y a 520 mU. para nitritos.

3.6 DETERMINACION CUANTITATIVA DE NITRATOS Y NITRITOS EN PASTOS Y PLANTAS

De cada finca se tomaron 500 gr. para análisis de nitratos y nitritos, que fueron empacados en bolsas de polietileno debidamente identificadas y mantenidas en refrigeración en nevera portátil hasta su procesamiento, dentro de las 40 horas después de la toma.

Las técnicas citadas para determinación de nitratos y nitritos en aguas, fueron modificadas para determinar estos aniones en las plantas (Gutiérres L y Torrés J. 1974); con este objetivo se pesaban* dos muestras de material vegetal fresco (verde de 0.5 gr. cada una. Una de estas muestras, debidamente identificada era sometida a desecación en estufa a 56°C** por 15 días; la otra, era macerada en agua destilada y llevada hasta un volumen de 250 ml. en balón aforado. Luego se le agregaban 0.2 a 0.5 gr. de carbón activado*** para decolorar la clorofila

---

* Balanza analítica Mettler H-10 (160 g) Crrefensee Zurich. Made in Zwitzerland.

** Estufa Model 1133. National Apliance Cr. Portland Oregon. Made in USA.

***Carbón activado P. a art. 2186. Laboratorios Merck. Colombia.

y se filtraba utilizando papel de filtro Watman No. 1. Si el filtrado no quedaba completamente cristalino, se agregaba nuevamente carbón activado y se filtraba cuantas veces fuera necesario. Al final, se centrifugaban a 3.000 r.p.m. por 20 minutos. A partir del extracto, se continuó la técnica para determinación de Nitrato y Nitrito en agua.

Esta técnica fué adaptada teniendo en cuenta la solubilidad de los aniones (NO_2 y NO_3) en agua.

4. RESULTADOS

4.1 DETERMINACION DE METAHEMOGLOBINA

En el Departamento de Córdoba, el análisis de 154 muestras de sangre de bovinos reveló un promedio de 4.47% de Metahemoglobina. La finca con más bajo promedio fue la No. 1 con 3.50% y la de más alto promedio la No. 5 con 5.82% (Tablas) (Fig.). El mas bajo nivel de metahemoglobina encontrado en un animal se presentó en la finca No. 1 con el 2% de MHb* y el mas alto nivel fue de 9.03% en la finca No. 2 (Tabla). La frecuencia más alta, se encontró entre 4 y 4.99% de MHb con 48 muestras (Tabla) (Fig.). Por encima de 5% de MHb, se encontraron 39 muestras (Tabla) (Fig.) que equivalen al 25.32% del total de muestras analizadas en este Departamento.

En el Departamento de Sucre, de las 169 muestras de sangre analizadas se observó un promedio de 3.76% de MHb (Tabla). La finca con mas bajo promedio fue la No. 11 con 3.22% de MHb y la de más alto promedio, la finca No. 13 con 4.59% de MHb (Tabla). El nivel mas bajo de MHb encontrado en un animal fue en la finca No. 8 con 1.36% y el más alto en la finca No. 10 con 7.93% (Tabla) (Fig.).

La frecuencia mas alta se encontró entre 3% y 3.99% con 53 muestras (Tablas) (Fig.). Por encima de 5% de MHb se encontraron

---

* Metahemoglobina

Tabla 1. Composición de las mezclas de pastos y plantas en fincas del Departamento de Córdoba.

Finca	
1	Admirable (*Panicum purpurencens*), Pajón ó Maciega (*Paspalum virgatum*), Bledo liso (*Amaranthus dubius*), Bledo espinoso (*Amaranthus spinosus*), Coquito (*Cyperus rotundus*).
2	Admirable (*Panicum purpurencens*), Coquito (*Cyperus rotundus*), Bicho (*Cassia tora*), Bledo liso (Amaranthus dubius), Tripa de pollo (Euphorbia hirta), Rocachico ó Platanillo (*Thalia geniculata*).
3	Angleton (*Andropongon nodosus*).
4	Guinea (*Panicum maximum*).
5	Angleton (*Andropongon nodosus*), Pajón ó Maciega (*Paspalum virgatum*), Yerba agria (*Paspalum conjugatum*).
6.	Angleton (*Andropongon nodosus*).

Tabla 2. Composición de las mezclas de pastos y plantas en fincas del Departamento de Sucre.

Finca	
7	Yaraguá ó Faragua (Hyparrhenia rufa), Angleton (Andropongon nodosus), Guinea (Panicum maximum), Pangola (Digitaria decumbens), Kikuyo (Botriochloa sp.), Cansaviejo (Mascagnia concinna), Anamú (Petiveria alliacea).
8	Angleton (Andropongon nodosus), Escobilla (Sida acuta), Bledo liso (Amaranthus dubius).
9	Yaraguá ó Faragua (Hyparrhenia rufa), Angleton (Andropongon nodosus), Cansaviejo (Mascagnia concinna), Escobilla (Sida acuta), Bledo liso (Amaranthus dubius).
10.	Yaraguá o Faragua (Hyparrhenia rufa), Pajón o Maciega (Paspalum virgatum), Escobilla (Sida acuta), Bledo liso (Amaranthus dubius).
11.	Kikuyo (Botriochloa s.p.), Pajón ó Maciega (Paspalum virgatum), Cansaviejo (Mascagnia concinna).
12.	Guinea (Panicum maximum), Angleton (Andropongon nodosus), Escobilla (Sida acuta), Guarda rocío (Digitaria sanguinalis), Bledo espinoso (Amaranthus spinosus).

Tabla 2. (Continuación).

Finca	
13	Yaraguá ó Paragua (*Hyparrhenia rufa*), Kikuyo (*Botriochloa s.p.*), Cansaviejo (*Mascagnia concinna*), Bledo espinoso (*Amaranthus spinosus*).

32 muestras que equivalen al 18.93% del total de muestras realizadas en el Departamento de Sucre.

De un total de 323 muestras sanguíneas de campo, se observaron niveles de MHb superiores a 5% en 71 animales , lo cual representa un porcentaje de 21.98%.

4 2. NITRATOS Y NITRITOS EN PLANTAS Y PASTOS

En todas las plantas y pastos analizados, se encontraron nitritos en concentraciones de 0.002 gr/100 gr.m.s.* hasta 0.058 gr/100 gr.m.s. y nitratos desde 0.270 gr/100 gr.m.s. hasta 567 gr/100 gr.m.s. (Tabla ,). De las 39 muestras analizadas, 22 de ellas dieron mas de 1 gr/100 gr.m.s. de nitrato.

En el Departamento de Córdoba, la más alta concentración de nitritos en pastos y plantas fue hallada en la finca No. 1 que presentó 0.036 gr/100 gr.m.s., de una mezcla compuesta por pasto Admirable (Panicum purpurencens), Pajón (Paspalum virgatum), Bledo liso (Amaranthus dubius), Bledo espinoso (Amaranthus espinosus) y la planta Coquito (Cyperus rotundus) y la más alta concentración de nitratos en la finca No. 4, con 5.67 gr/100 gr.m.s. en pasto Guinea (Panicum maximum),(Tabla ,) (Fig.). En las fincas No. 1 y No. 3, se encontró que el Bledo

---

* Gramos de materia seca vegetal.

liso concentra mas nitratos y nitritos que el Bledo espinoso (Tabla). El pasto Angletón (Andropongon nodosus)concentra nitritos entre 0.008 gr/100 gr.m.s. y 0.026 gr/100 gr.m.s. y nitratos entre 2.09 y 4.25 gr/100 gr.m.s., como fue encontrado en las fincas No. 3, No. 5 y No. 6 (Tabla).

Existe una correlación entre el promedio de MHb de los animales de cada finca con la concentración de los nitratos y nitritos analisados en la mezcla de pastos y plantas ingeridos por ellos (Fig.).

En el Departamento de Sucre, la mas alta concentración de nitritos en plantas y pastos fue de 0.023 gr/100 gr.m.s y de nitratos 1.77 gr/100 gr.m.s. en una mezcla de Kikuyo (Botriochloa s.p.) , Pajón (Paspatum virgatum) y Cansaviejo (Mascagnia concinna) (Tabla).

En cuatro de las siete fincas del Departamento de Córdoba se analizaron muestras de Cansaviejo, encontrándose concentraciones de nitritos entre 0.008 y 0.025 gr/100 gr.m.s y nitratos entre 0.53 y 2.92 gr/100 gr.m.s. (Tabla).

En las fincas No. 9 y No. 10 el pasto faragua o yaraguá (Hyparrhenia rufa) concentra nitritos de 0.004 a 0.007 gr/100 gr.m.s. y nitratos de 0.54 a 1.17 gr/100 gr.m.s. (Tabla). La planta amamá (Petiveria alliácea), concentró nitritos en cantidad de 0.014 gr/100 gr.m.s. y

Tabla 3. Porcentajes de Metahemoglobina en bovinos en seis fincas del Departamento de Córdoba y características de las fincas.

Finca No.	Extensión Héctareas	Población Bovina	Muestras Analizadas	Máxima Metahemoglobina del grupo	Mínima Metahemoglobina del grupo	Promedio Metahemoglobina %
1	40	50	25	4.72	2.0	3.5
2	48	65	25	9.03	2.64	4.84
3	1.500	1.200	34	8.81	2.35	4.0
4	550	149	25	6.90	2.78	4.79
5	145	48	25	8.37	4.33	5.82
6	45	60	20	5.71	2.59	3.89
Totales	2.328	1.572	154			4.43

Tabla 4. Porcentajes de Metahemoglobina en siete fincas del Departamento de Sucre y caracteristicas de las fincas.

Finca No.	Extensión Héctareas	Población Bovina	Muestras Analizadas	Máxima Metahemoglobina del grupo	Mínima Metahemoglobina del grupo	Promedio Metahemoglobina %
7	510	350	24	5.62	1.50	3.56
8	406	270	25	5.04	1.36	3.78
9	30	225	25	7.42	1.66	3.48
10	400	1.400	25	7.93	1.83	4.13
11	220	240	28	5.77	1.46	3.22
12	50	100	25	7.20	1.37	3.89
13	198	200	17	6.0	2.66	4.59
Totales	1.814	2.785	169			3.76

Tabla 5. Frecuencia de distribución de Metahemoglobina en bovinos del Valle del Simú.

Finca No.	1-1.99	2-2.99	3-3.99	4-4.99	5-5.99	6-6.99	7-7.99	8-8.99	9-9.99
1	0	5	15	5	0	0	0	0	0
2	0	4	3	10	2	3	1	1	1
3	0	8	11	11	3	0	0	1	0
4	0	1	8	7	2	7	0	0	0
5	0	0	0	8	7	8	1	1	0
6	0	3	9	7	1	0	0	0	
	0	21	46	48	15	18	2	3	1

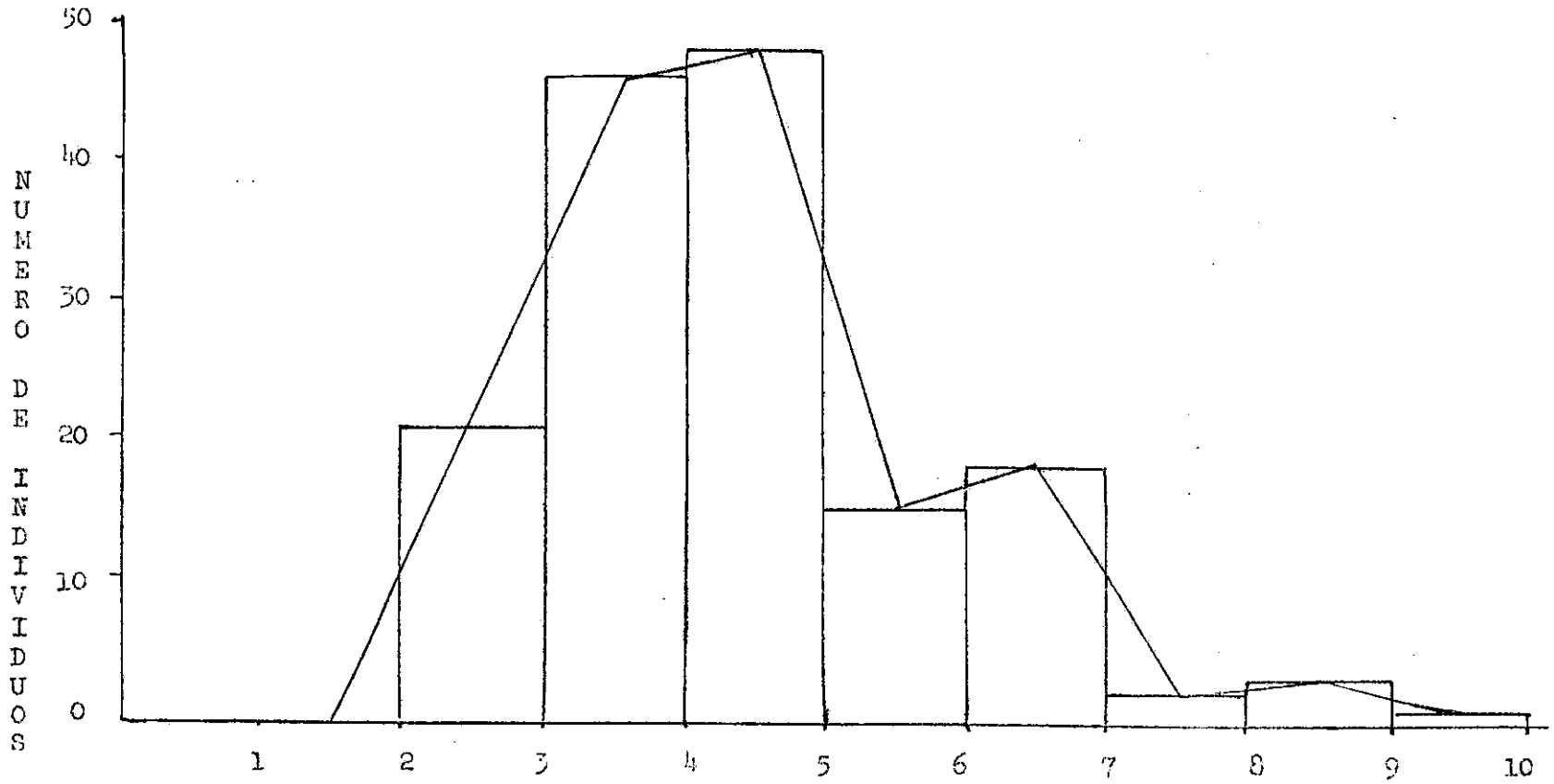

FIGURA 2. Histograma de frecuencias de los porcentajes de MHb en la sangre de bovinos en el Departamento de Córdoba.

Tabla 6. Frecuencia de distribución de Metahemoglobina en bovinos del Departamento de Sucre.

Finca No.	1-1.99	2-2.99	3-3.99	4-4.99	5-5.99	6-6.99	7-7.99	8-8.99	9-9.99
7	2	4	10	6	2	0	0	0	0
8	1	2	11	9	2	0	0	0	0
9	5	6	7	2	4	0	1	0	0
10	1	5	5	7	6	0	1	0	0
11	4	9	9	3	3	0	0	0	0
12	1	7	9	3	3	1	1	0	0
13	0	3	2	4	7	1	0		0
	14	36	53	34	27	2	3	0	0

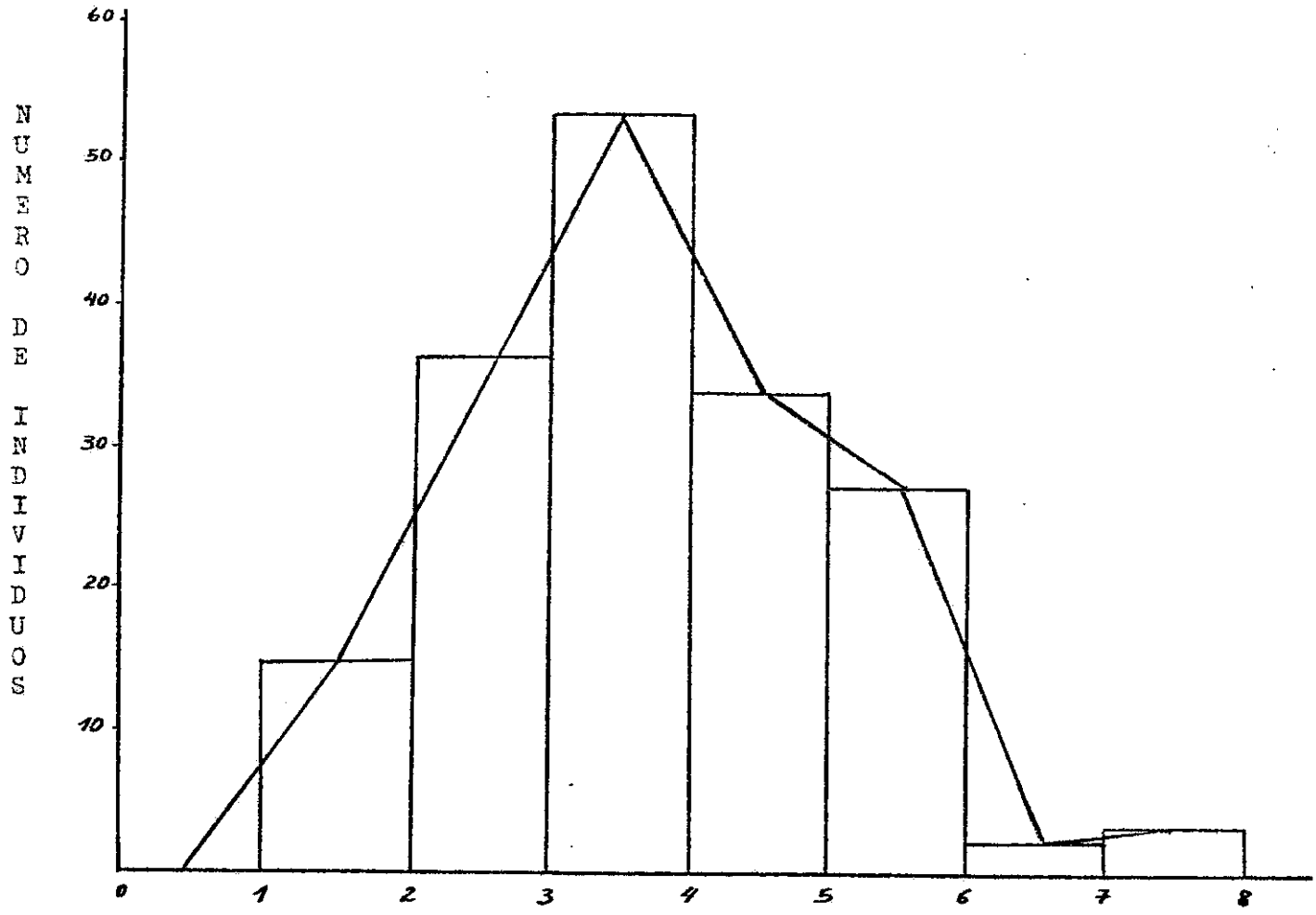

FIGURA 3. Histograma de frecuencias de los porcentajes de MHb en la sangre de bovinos del Departamento de Sucre.

nitratos 1.56 gr/100 gr.m.s. en la finca No. 7 (Tabla).

4.3. NITRATOS Y NITRITOS EN AGUAS

Las concentraciones de nitritos en las muestras de aguas del Departamento de Córdoba se encontraron entre 22.7 y 93.45 ppm* y la concentración de nitratos entre 480 y 2460 ppm. De las muestras analizadas, seis de ellas resultaron con más de 1.000 ppm de nitratos (Tabla).

En las muestras de aguas analizadas del Departamento de Sucre, las concentraciones de nitritos halladas, estaban entre 1.42 y 94.9 ppm y la de nitratos entre 337.5 y 8.575 ppm (Tabla). Solamente tres de las muestras de agua, dieron mas de 1.000 ppm de nitratos. La muestra No. 7 dió 8.575 ppm de nitrato (Tabla).

4.4 ESTUDIO EXPERIMENTAL

4.4.1 Hematología: no se observaron cambios marcados en el cuadro hemático de los animales en experimentación.

4.4.2. Metahemoglobina: después de 18 horas de haber suministrado 4 gr. de nitrato de sodio a cada animal del grupo No. 1 y 0.4 gr. de nitrito de sodio a cada animal del grupo No. 2, los promedios de los porcentajes de MHb, ascendieron de 3.81% a 9.03 en el primer grupo y de 3.53% a

---

* partes por millón

10.68% en el segundo grupo. En el grupo control la MHb tuvo tendencia a permanecer estable en 5.30% (Tabla) (Fig.) . A las 42 horas del suministro de las dosis anteriores en los grupos No. 1 y No. 2 la MHb disminuyó; cuando se aumentó la dosis a 5.0 gr de nitrato de sodio del grupo No. 1 y 0.5 gr. de nitrito de sodio al grupo No. 2, los promedios de MHb fueron de 5,21% en el primer grupo y 4.82% en el segundo grupo. Con el suministro de 0.7 gr. de nitrito de sodio y 0.6 gr de nitrato de sodio a cada uno de los animales de los grupos No. 1 y No. 2, los promedios de los porcentajes disminuyeron a las cinco horas, pero sin alcanzar los limites mínimos del porcentaje de MHb anotados al iniciar el experimento. A las 24 horas de la última dosis, se observó que los promedios de MHb de los dos grupos tendian a ascender levemente (Fig.) (Tabla).

4.4.3.Urianálisis: los dos primeros análisis de orina de todos los animales del experimento fue predominante la apariencia turbia y coloración amarillo oscuro. Luego del octavo día del experimento, la orina tenía apariencia cristalina en todos los animales del grupo No. 1 y en cuatro animales del grupo No. 2 (Tabla) . Aunque en los tres grupos la gravedad especifica disminuyó, en los grupos No. 1 y No. 2 el descenso fué muy marcado y por debajo de los limites normales (Tabla).

Tabla 7. Concentración de nitratos y nitritos en pastos y plantas en el Valle del Sinú.

Finca	Planta		Peso Gr. Verde	Peso Gr. Seca	Absorción	Concentración	Verde Partes/millón	Verde Gr/100 gr.	Seco Partes/millón	Seco Gr/100 gr.m.s.
1	+Mezcla	NO_2	0.5	0.1530	.156	2.2089	110.44	0.011	360.94	0.036
		NO_3	0.5	0.1530	.0860	9.8332	2.4583	0.246	8.0336	0.803
	Bledo liso	NO_2	0.5	0.0720	.118	1.6708	83.540	0.008	580.16	0.058
		NO_3	0.5	0.0790	.800	9.1468	2.286	0.230	15.879	1.59
	Bledo espinoso	NO_2	0.5	0.1050	.147	2.0815	104.07	0.010	495.60	0.05
		NO_3	0.5	0.0640	.245	2.8013	700.33	0.070	3.3349	0.333
2	+Mezcla	NO_2	0.5	0.1410	.013	.1840	9.20	0.009	32.63	0.003
		NO_3	0.5	0.1410	.2725	3.1158	778.94	0.078	2.762	0.276
	Bledo liso	NO_2	0.5	0.0780	.0059	.0835	4.17	0.004	26.77	0.0026
		NO_3	0.5	0.0780	.704	8.0496	2.0124	0.20	12.900	1.29
	Bocachico	NO_2	0.5	0.1230	.0070	.0991	4.95	0.005	20.140	0.002
		NO_3	0.5	0.1230	.3919	4.4820	1.1205	0.11	4.5549	0.455
3	Angleton	NO_2	0.5	0.1418	.0330	.4672	23.36	0.002	82.38	0.008
		NO_3	0.5	0.1418	1.78	20.352	5.0881	0.51	20.887	2.09
	Bledo liso	NO_2	0.5	0.1002	.0312	.4422	22.11	0.002	110.34	0.01
		NO_3	0.5	0.1002	2.20	25.173	6.2932	0.63	31.403	3.44
	Bledo espinoso	NO_2	0.5	0.0870	.0172	.2442	12.21	0.001	70.19	0.007
		NO_3	0.5	0.0870	1.10	12.577	3.1443	0.31	18.070	1.80
4	Guinea	NO_2	0.5	0.1557	.096	1.3593	67.96	0.0068	321.51	0.032
		NO_3	0.5	0.1557	2.10	24.011	12.005	1.2	56.791	5.67

Cont...

+ Ver Tablas 1 y 2

Tabla 7. (Continuación).

Finca	Planta		Peso Gr. Verde	Peso Gr. Seca	Absorción	Concentración	Verde Partes/millón	Verde Gr/100 gr.	Seco Partes/millón	Seco Gr/100 gt.m.s.
5	+Mezcla	NO_2	0.5	0.1050	.092	1.3027	65.13	0.0065	310.16	0.031
		NO_3	0.5	0.1050	1.72	19.664	9.833	0.98	46.824	4.68
	Angletón	NO_2	0.5	0.1277	.091	1.2885	64.42	0.0064	252.26	0.025
		NO_3	0.5	0.1277	1.90	21.724	10.862	1.1	42.530	4.25
	Pajón	NO_2	0.5	0.1225	.082	1.1611	58.05	0.0058	236.96	0.024
		NO_3	0.5	0.1225	1.50	17.150	8.5754	0.85	35.001	3.5
	Yerba	NO_2	0.5	0.1076	.090	1.2744	63.72	0.0063	295.54	0.03
	Agría	NO_3	0.5	0.1076	1.85	21.1528	10.576	1.05	49.146	4.91
6	Angletón	NO_2	0.5	0.1328	.096	1.3594	67.97	0.0067	255.91	0.026
		NO_3	0.5	0.1328	1.85	21.152	10.576	1.05	39.820	3.98

+ Ver Tablas 1 y 2

Tabla 8. Concentración de nitratos y nitritos en pastos y plantas del Departamento de Sucre.

Finca	Planta		Peso Gr. Verde	Peso Gr. Seca	Absorción	Concentración	Verde Partes/millón	Verde Gr/100 gr.	Seco Partes/millón	Seco Gr/100 gr.m.s.
7	+Mezcla	NO_2	0.5	0.1530	.064	.9204	46.02	0.0046	150.39	0.015
		NO_3	0.5	0.1530	.785	8.9756	2.243.9	0.224	7.333	0.733
	Amamú	NO_2	0.5	0.1328	.051	.7221	36.10	0.0036	135.94	0.014
		NO_3	0.5	0.1328	1.455	16.633	4.158.3	0.42	15.656	1.56
8	+Mezcla	NO_2	0.5	0.1011	.0058	.0821	4.10	0.0004	20.30	0.002
		NO_3	0.5	0.1011	.440	5.031	1.257.7	0.125	6.220	0.62
9	+Mezcla	NO_2	0.5	0.1300	.039	.5522	27.61	0.0027	106.20	0.011
		NO_3	0.5	0.1300	.645	7.3749	1.843.7	0.184	7.0913	0.709
	Faraguá	NO_2	0.5	0.1619	.032	.4531	22.65	0.0022	69.97	0.007
		NO_3	0.5	0.1619	.609	6.963	1.740.8	0.174	5.376	0.537
	Cansavie jo	NO_2	0.5	0.1146	.0280	.3964	19.82	0.002	86.49	0.009
		NO_3	0.5	0.1146	.659	7.5349	1.883.7	0.188	8.218	0.82
	Bledo liso	NO_2	0.5	0.0735	.0390	.5522	27.61	0.0027	187.84	0.019
		NO_3	0.5	0.0735	.598	6.8375	1.709.4	0.171	11.628	1.16
	Escobilla	NO_2	0.5	0.1407	.0480	.6796	33.98	0.0033	120.76	0.020
		NO_3	0.5	0.1407	.619	7.0776	1.769.4	0.176	6.287.	0.63
10	+Mezcla	NO_2	0.5	0.1425	.025	.3540	17.70	0.0017	62.10	0.006
		NO_3	0.5	0.1425	1.742	19.895	4.973.7	0.497	17.451	1.74
	Faraguá	NO_2	0.5	0.1290	.0151	0.2124	10.62	0.0010	41.16	0.004
		NO_3	0.5	0.1290	1.06	12.1208	3.030.2	0.303	11.745	1.17

Cont...

Tabla 8. (Continuación)

Finca	Planta		Peso Gr. Verde	Peso Gr. Seca	Absorbancia	Concentración	Verde Partes/millón	Verde Gr./100 gr.	Seco Partes/millón	Seco Gr/100 gr.m.s.
	Cansaviejo	NO_2	0.5	0.1637	.0520	0.7363	36.81	0.0036	112.45	0.011
		NO_3	0.5	0.1637	1.72	19.666	4.916	0.491	15.017	1.50
	Pajón	NO_2	0.5	0.1168	.0500	.7080	35.40	0.0035	151.54	0.015
		NO_3	0.5	0.1168	.822	9.3987	2.349	0.235	10.058	1.0
11	+Mezcla*	NO_2	0.5	0.1416	.091	1.2885	64.42	0.0064	227.50	0.023
		NO_3	0.5	0.1416	.877	10.027	5.013	0.501	17.704	1.77
	Cansaviejo*	NO_2	0.5	0.1446	.104	1.4726	73.63	0.0073	254.60	0.025
		NO_3	0.5	0.1446	1.48	16.922	8.461	0.846	29.257	2.92
	Pajón*	NO_2	0.5	0.1200	.132	1.8691	93.45	0.0093	389.40	0.039
		NO_3	0.5	0.1200	.843	9.6388	4.819	0.482	20.080	2.00
	Kikuyo*	NO_2	0.5	0.2412	.083	1.1752	58.76	0.0060	121.81	0.012
		NO_3	0.5	0.2412	1.22	13.949	6.974	0.697	14.458	1.40
12	+Mezcla	NO_2	0.5	0.2044	.060	.8496	42.48	0.0042	103.91	0.010
		NO_3	0.5	0.2044	1.285	14.692	3.6673	0.367	8.985	0.89
	Guinea	NO_2	0.5	0.380	.026	.3681	18.40	0.0018	24.22	0.0024
		NO_3	0.5	0.380	1.435	16.407	4.101	0.410	5.397	0.54
	Angleton	NO_2	0.5	0.1915	.048	.6796	33.98	0.0034	88.73	0.009
		NO_3	0.5	0.1915	.590	6.7460	1.686	0.168	4.403	0.44
13	+Mezcla	NO_2	0.5	0.1459	.046	.6513	32.56	0.0032	111.61	0.011
		NO_3	0.5	0.1459	.530	6.0600	1.515	0.151	5.191	0.52
	Kikuyo	NO_2	0.5	0.1800	.032	.4531	22.65	0.0022	62.93	0.006
		NO_3	0.5	0.1800	.297	3.3958	848.97	0.085	2.358	0.24
	Cansaviejo	NO_2	0.5	0.170	.038	.5380	26.90	0.0027	79.12	0.008
		NO_3	0.5	0.170	.634	7.2491	1.8122	0.181	5.330	0.53
	Bledo espinoso	NO_2	0.5	0.0885	.039	.5522	27.61	0.0027	156.0	0.016
		NO_3	0.5	0.0885	1.02	11.662	2.915	0.292	16.472	1.65
	Puntero	NO_2	0.5	0.1700	.035	.4956	24.78	0.0025	72.88	0.007
		NO_3	0.5	0.1700	.319	3.6474	911.85	0.091	2.681	0.27

+ = Ver Tablas 1 y 2

*= En NO3 se evaporaron 50 ml.

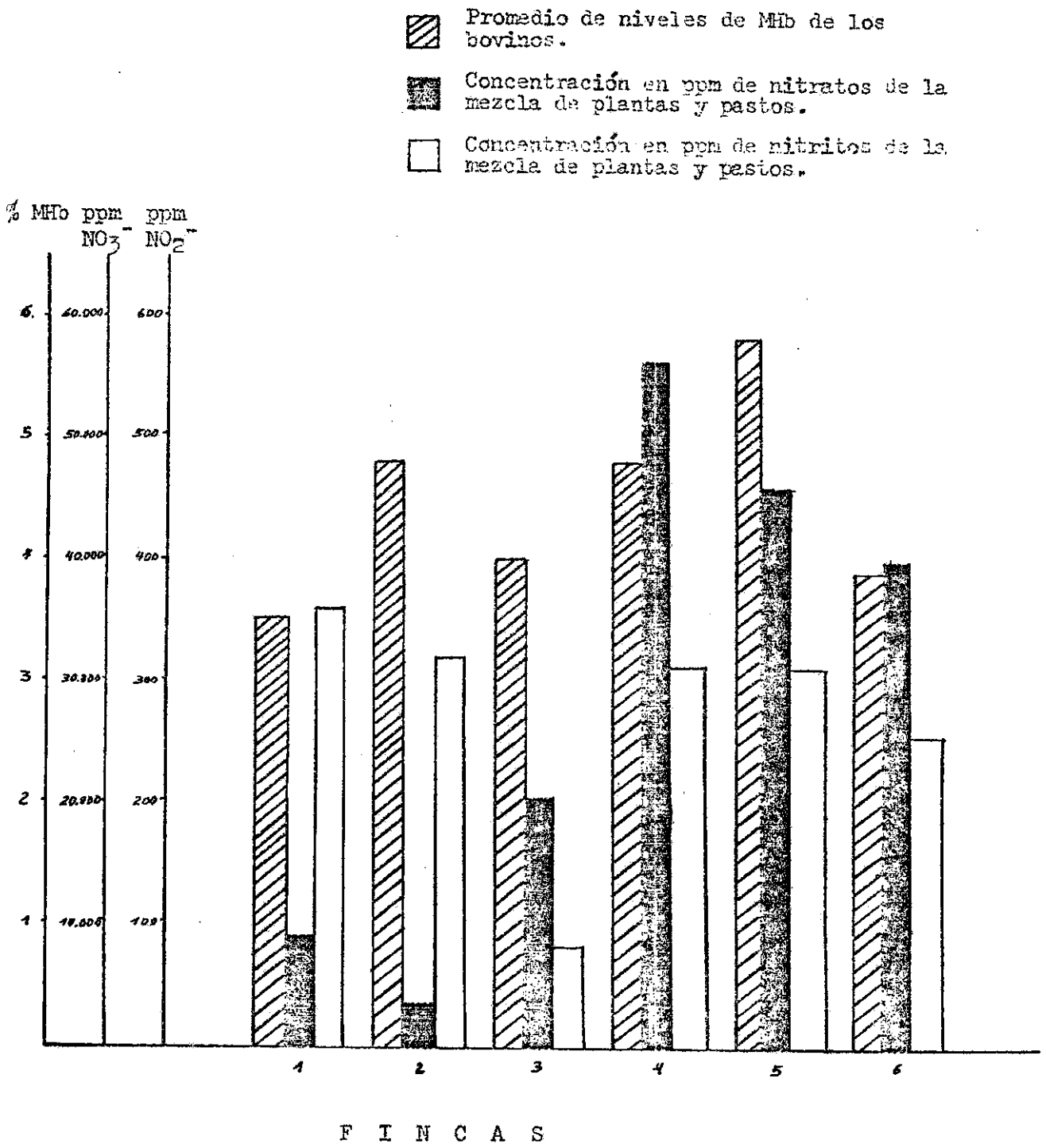

FIGURA 4. Histograma de la relación del promedio de niveles de MHb, concentración de nitratos y concentración de nitritos en plantas y pastos de fincas del Departamento de Córdoba.

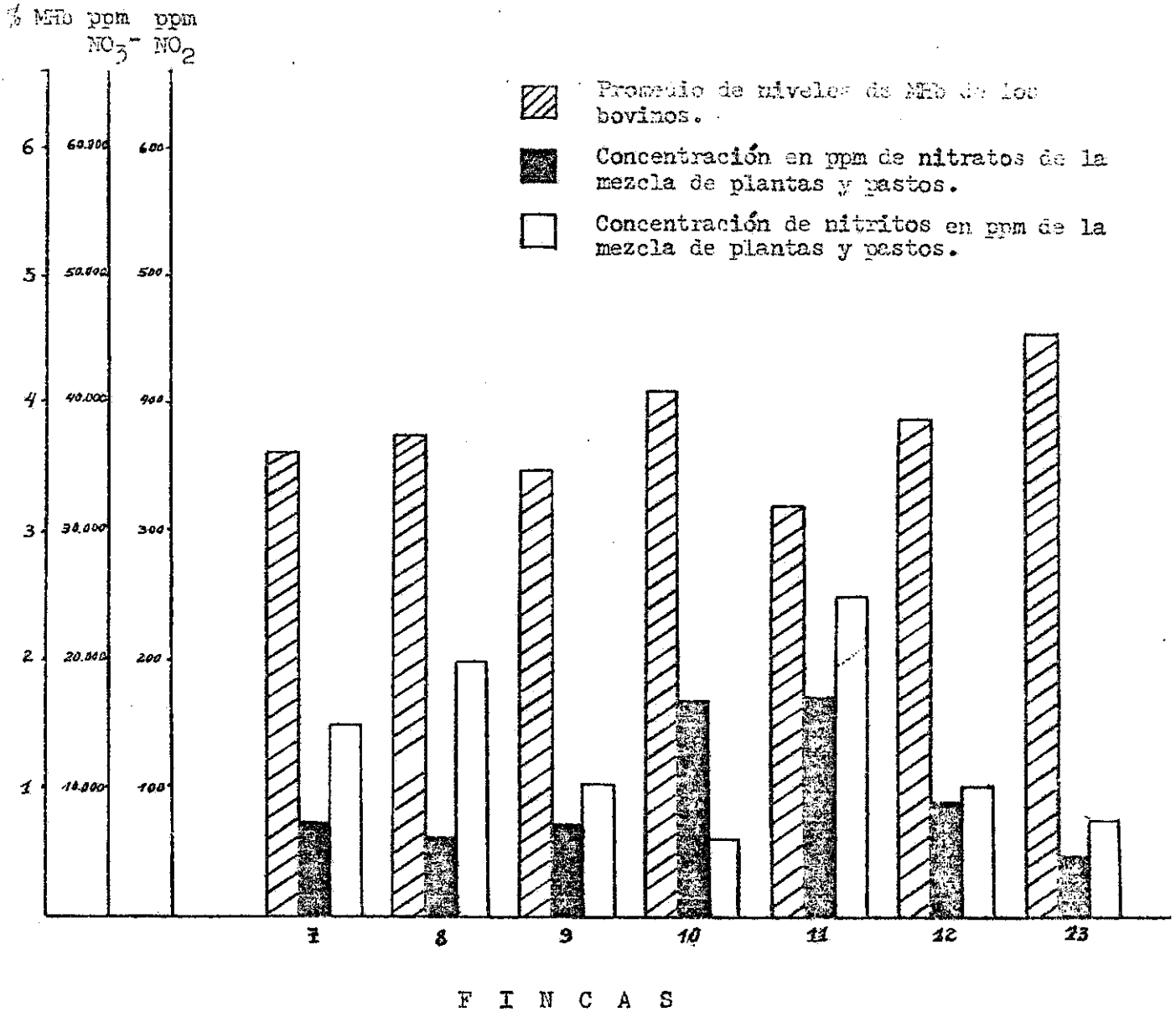

FIGURA 5. Histograma de la relación del promedio de niveles de MHb, concentración de nitratos y concentración de nitritos en plantas y pastos de fincas del Departamento de Sucre.

Tabla 9. Concentración de nitratos y nitritos en aguas de fincas del Valle del Sinú.

Finca	Aguas		Absorción	Concentración	Partes por millón
1	Río Sinú	NO_2	.051	.726	72.6
		NO_3	.430	4.92	2.460
	Charco	NO_2	.016	.230	23.0
		NO_3	.320	3.66	1.830
2	Pozo	NO_2	.066	.9345	93.45
		NO_3	.352	4.03	2.015
	Desague Cultivos	NO_2	.027	.382	38.2
		NO_3	.162	1.85	92.5
3*	Estanque Cemento	NO_2	.016	.227	22.7
		NO_3	.042	.480	480
4*	Jaguey	NO_2	.025	.354	35.4
		NO_3	.094	1.113	1.130
5*	Estanque de H_2O proveniente acueduc. Montería	NO_2	.028	.396	39.6
		NO_3	1107	1.944	1.944
6	Pozo	NO_2	.062	.878	87.8
		NO_3	.325	3.72	1.860

* En NO_3 se evaporaron 50 ml.

Tabla 10. Concentración de nitratos y nitritos en aguas de fincas del Departamento de Sucre.

Finca	Aguas		Absorción	Concentración	Partes por millón
7	Jaguey	NO_2	.018	0.255	25.5
		NO_3	1.5	17.15	8.575
8	Caño	NO_2	.019	.269	26.9
		NO_3	.101	1.155	577
9	Represa Artificial	NO_2	.032	.453	45.3
		NO_3	.059	.675	337.5
10	Represa Artificial	NO_2	.067	.949	94.9
		NO_3	.179	2.047	1.083
11*	Represa Artificial	NO_2	.026	.368	36.8
		NO_3	.115	1.315	1.315
12	Jaguey	NO_2	.001	.0142	1.42
		NO_3	.091	1.040	520
13	Jaguey	NO_2	.01	1.1416	14.16
		NO_3	.098	1.120	560

* En NO_3 se evaporaron 50 ml.

Tabla No. 11. Estudio experimental. Variaciones en los niveles de metahemoglobina en bovinos al suministrar oralmente nitratos y nitritos*.

Grupo No.	Bovino No.	MHb normal 48 y 72 Horas de ayuno		I	II	III	IV	V	VI	VII
1.	15	5.34	3.71	9.79	7.87	5.66	7.23	6.16	5.22	5.26
	25	4.51	5.15	10.00	8.59	4.01	4.02	6.61	7.69	4.82
	53	2.86	3.60	9.00	7.11	5.10	6.07	5.24	4.37	3.95
	57	4.18	3.54	8.44	5.81	4.31	4.11	3.85	3.58	4.82
	60	3.10	3.03	8.18	8.00	6.99	6.67	4.69	4.40	6.98
Promedio		4.00	3.81	9.08	7.48	5.21	5.62	5.31	5.05	5.17
2.	12	4.10	3.90	9.58	5.65	5.02	6.59	5.13	2.98	7.46
	26	4.16	3.78	14.05	4.56	6.07	6.08	4.62	5.68	4.23
	28	3.98	2.95	13.36	8.06	7.39	4.98	3.73	4.64	5.31
	50	4.81	3.10	9.32	6.07	2.29	4.74	4.53	3.88	6.25
	56	3.89	3.90	7.10	5.02	3.33	4.00	3.82	1.96	3.17
Promedio		4.19	3.53	10.68	5.87	4.82	5.28	4.37	3.83	5.28
3.	16	5.90	6.90	4.73	4.63	4.58	4.78	4.53		4.71
	51	4.54	4.70	4.67	4.53	4.38	3.11	3.37		3.52
	54	5.24	6.18	5.15	5.08	4.48	4.49	4.64		4.56
	55	8.81	4.92	7.72	6.85	6.69	6.79	6.98		6.33
	62	4.18	4.03	4.18	4.21	5.26	6.36	4.98		5.24
Promedio		5.73	5.35	5.30	5.06	5.08	5.11	4.90		4.87

Tabla 11. *

I. Porcentajes de metahemoglobina luego de 18 horas de haberse suministrado 4 gr de Nitrato de Sodio a cada animal del grupo No. 1 y 0.4 gr. de Nitrito de Sodio a cada animal del grupo No. 2, vía oral.

II. Porcentajes de metahemoglobina luego de 42 horas de haberse suministrado las dosis de Nitrato de Sodio y Nitrito de Sodio del punto anterior.

III. Porcentajes de metahemoglobina luego de 24 horas de haberse suministrado 5.0 gr. de Nitrato de Sodio a cada animal del grupo No. 1 y 0.5 gr. de Nitrito de Sodio a cada animal del grupo No. 2, vía oral y a continuación de la parte I y II.

IV. Porcentajes de metahemoglobina luego de 48 horas de haberse suministrado las dosis de Nitrato de Sodio y Nitrito de Sodio del punto anterior.

V Porcentajes de metahemoglobina luego de 2 horas de haberse suministrado 0.6 gr. de Nitrato de Sodio y 0.7 gr. de Nitrito de Sodio a los grupos No. 1 y No. 2, vía oral y a continuación de los puntos anteriores.

VI. Porcentajes de metahemoglobina luego de 5 horas de haberse suministrado las dosis de Nitrato de Sodio y Nitrito de Sodio del punto anterior.

VII. Porcentajes de metahemoglobina luego de 24 horas de haberse suministrado las dosis de Nitrato de Sodio y Nitrito de Sodio del punto V.

---- Grupo No. 1
-.-. Grupo No. 2
____ Grupo Control

I. Suministro de 4.0 gr. de NO_2Na a cada animal del grupo No. 1 y 0.4 gr. de NO_2Na a cada animal del grupo No. 2.
II. Suministro de 5.0 gr. de NO_3Na a cada animal del grupo No. 1 y 0.5 gr. de NO_2Na a cada animal del grupo No. 2.
III. Suministro de 0.7 gr. de NO_2Na y 0.6 gr. de NO_3Na a cada animal de los grupos No. 1 y No. 2.

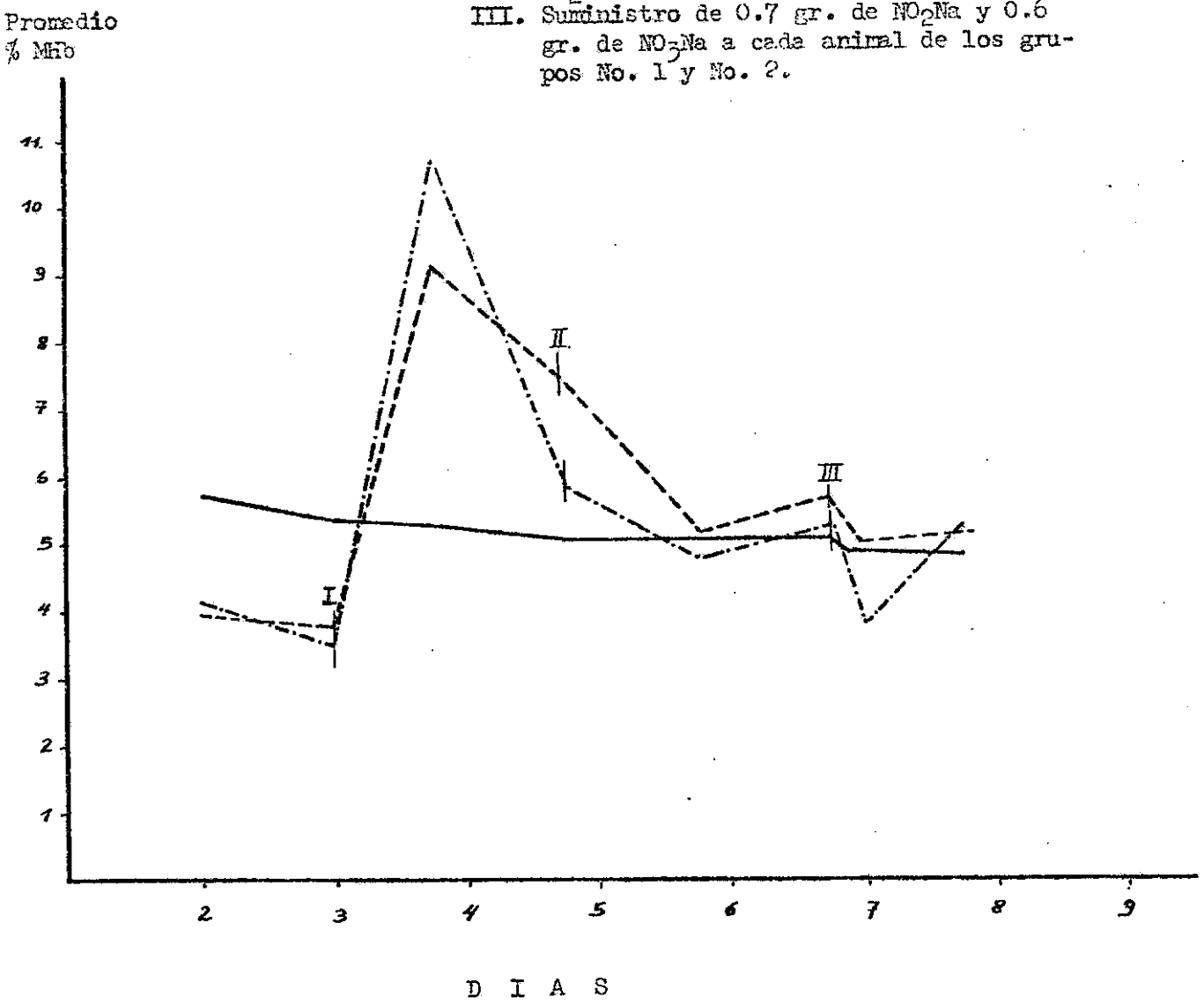

FIGURA 6. Estudio Experimental. Variaciones de los niveles de MHb en bovinos, después de administración de NO_2Na y NO_3Na.

Tabla 12. Estudio Experimental. Hematocrito, Hemoglobina y Urianálisis en los días 1, 2 y 9.

		Hemático		Urianálisis*								
Grupo	Día	Hematocrito	Hemoglobina	pH	Proteína	Aspecto Físico	Densidad	Bacterias	Células Epitel.	Piocitos	Leucocitos	Cristales
1	1	35.	10.8	8.2	30-100	Turbio	1.035	++	+	-	-	++
	2	35.4	10.8	8.6	30-100	Turbio	1.035	++	+	-	-	++
	9	36.	11.1	6.6	-	Crist.	1.002	+	esc.	+**	-	+
2	1	37.9	11.4	8.1	30-100	Turbio	1.032	++	+	++	+	++
	2	37.8	11.4	8.4	30-300	Turbio	1.032	++	+	++	+	++
	9	37.3	11.1	5.8	-	Crist.	1.003	+	esc.	-	+	+
3	1	34.4	11.4	8.1	0-300	Turbio≠	1.031	++	++	++	+	++
	2	32.9	10.8	8.6	0-300	Turbio≠	1.034	++	++	++	+	++
	9	32.3	9.8	7.3	-	Ambar	1.018	+	+	-	-	+

* Glucosa, bilirrubina, sangre oculta y eritrocitos, dieron resultados negativos en todos los análisis.

** Animal No. 53 habiéndo sido negativo en los dos primeros análisis, resultó positivo al noveno día (14-15 piocitos por campo).

\+ 0-4 células por campo
++ 8-12 células por campo
\- Negativo
esc. Células escasas
≠ Ligeramente Turbio

El promedio del pH pasó de alcalino a ácido en los dos grupos que fueron sometidos al tratamiento de nitratos y nitritos. En el grupo control, el pH disminuyó ligeramente pero permaneció dentro de la alcalinidad (Tabla).

El análisis de orina de las dos primeras muestras tomadas a todos los animales demostró trazas de proteína hasta de 300 mg. en todos los grupos; al final del experimento, en todos los animales, excepto 1 del grupo No. 1, la presencia de proteína fué negativa. Nunca fueron detectados glucosa, bilirrubina y sangre oculta. La acetona, solo en un animal del grupo No. 2 dió niveles moderados en los dos primeros análisis de orina; en el último análisis, la acetona resultó negativa en todos los animales. El recuento de bacterias, células epiteliales y cristales en los dos primeros análisis, fueron altos, pero tendieron a disminuir en el último análisis. Los piocitos que se presentaron en algunos animales, disminuyeron en todos ellos, menos en el No. 53 del grupo No. 1, en que habiéndo sido negativo al comenzar el experimento, al final de este presentó de 14 a 15 piocitos por campo (Tabla).

4.4.4. Temperatura rectal: no hubo ninguna variación durante el experimento, permaneciendo todos los animales en límites normales.

4.4.5.Condiciones ecológicas: En el Departamento de Córdoba la temperatura ambiental promedio fue de 26.10°C. y la humedad relativa fue de 84.70% durante el mes de agosto en que se realizó esta investigación. En tanto que en el Departamento de Sucre la temperatura promedio fué de 27.47°C y la humedad relativa de 81.47%. Durante este mismo tiempo en los dos Departamentos se registraron fuertes lluvias.

5. DISCUSION

5.1. DETERMINACION METAHEMOGLOBINA

De las 323 muestras de sangre de bovinos analizadas en los Departamentos de Córdoba y Sucre se observa que la mayoría de ellos (95.66%), sobrepasan los niveles mínimos normales de metahemoglobina, descrita por Mark y Zimmer (23). También se ha observado que mas del 21% de las muestras, tienen niveles de metahemoglobina por encima del 5%, que según los mismos autores (23) son niveles suficientes para desarrollar síntomas respiratorios. Si estos niveles de metahemoglobina persisten por tiempo prolongado pueden causar lesiones orgánicas ( ).

Los resultados obtenidos en las fincas de la Costa Atlántica son muy diferentes a los encontrados por Baquero y García (2) en bovinos de la Sabana de Bogotá, en los cuales determinaron un promedio de 1.30% de metahemoglobina, en animales que consumían pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum).

Se debe tener en cuenta que mas del 95% de las muestras sanguíneas fueron tomadas a hembras, las cuales diariamente son movilizadas para ser ordeñadas. Aunque la mayoría de veces, las vacas pastaban en los mismos potreros que los novillos de ceba, en ninguna de las fincas permitieron que estos fueran movilizados por temor a que algunos "cayeran"

Es posible, que los animales en constante ejercicio se adapten progresivamente para metabolizar el principio tóxico que les produce el síndrome.

Es importante anotar que los altos niveles de metahemoglobina, obran como antídoto contra el ácido cianhídrico (HCN) (13, 31), al cual se le atribuye ser el causante de producir la "Caída del Ganado" (1, 14, 26).

También merece citarse la gran importancia que juegan los niveles de metahemoglobina en la producción de aborto y esterilidad (21, 31), hecho este que aún no ha sido estudiado en la Costa Atlántica, a pesar del elevado número de casos de infertilidad y aborto.

5.2. NITRATOS Y NITRITOS EN PASTOS Y PLANTAS

Del material vegetal analizado, se encontraron concentraciones de nitratos mediana a altamente tóxicos para rumiantes de acuerdo a las apreciaciones de Garner (13) y Radeleff (31).

El pasto guinea (Panicum maximum) y el Cansaviejo (Mascagnia concinna) considerados como unos de los principales causantes de la "Caída del Ganado", concentran algunas veces nitratos en cantidades tóxicas para rumiantes (21, 31) (Tabla).

En la mayoría de las fincas, se comprobó una relación directa entre la concentración de nitratos y nitritos en la mezcla de pastos y plantas con la cantidad de metahemoglobina hallada en los animales que pastaban en ella (Tablas ,) (Fig. ,). En las fincas No. 1 y No. 2 del Departamento de Córdoba y en las fincas No. 7, 8 y 9 del Departamento de Sucre, en donde la metahemoglobina y los nitratos no guardan verdadera relación, se vé compensada por la concentración de nitritos (Fig. ,). La finca No. 13 es la única que se aparta verdaderamente de estos planteamientos.

Es importante tener en cuenta, que los porcentajes de metahemoglobina obtenidos representan la ingestión de nitratos y nitritos de 24 a 48 horas antes, por lo que la mezcla de pastos y plantas fue tomada el mismo día de la recolección de muestras de sangre.

Hay que tener en cuenta, que durante el tiempo que se realizó este trabajo, predominaron las lluvias, especialmente en el Departamento de Sucre, lo cual se ha considerado como una causa de la disminución en la concentración de nitratos y nitritos en las plantas, lo mismo que en las aguas (4, 21, 28, 31).

En la finca No. 5 en el Departamento de Córdoba, en donde se obtuvieron los más altos porcentajes de metahemoglobina en los animales, se

pudo observar que los potreros presentaban pastos secos, ocasionado por sobrepastoreo. Allí la mezcla compuesta de pasto Angleton (Andropogum nodosus), Pajón o Maciega (Paspalum virgatum)y Yerba Agria (Paspalum fasciculatum), resultó con contenido de nitratos de 4.68 gr./100 gr.m.s., el cual es muy alto.

5.3. NITRATOS Y NITRITOS EN AGUAS

Todas las aguas analizadas en las 13 fincas son potencialmente tóxicas para los animales, por contener cantidades mayores de 10 partes por millón de nitritos ( ); y la mayoría también lo son por contener nitratos en cantidades superiores a 1.500 p.p.m. Debe considerarse importante el factor dilución debido a la precipitación fluvial acentuada durante la época del experimento, especialmente en el Departamento de Sucre.

En las fincas No. 1 y No. 2 del Departamento de Córdoba, en donde se hallaron bajas concentraciones de nitratos y nitritos en la mezcla de plantas, los análisis de agua de las mismas fincas dieron mayores concentraciones de estas sales que el resto de las muestras tomadas en este Departamento y esto compensaba la baja concentración de nitratos y nitritos en los vegetales para la producción correspondiente de metahemoglobinemia.

A pesar de que las cantidades de nitratos y nitritos que se encontraron en material vegetal y aguasde las fincas estudiadas, son considerados letales en la literatura conocida (4, 13, 21, 31), se puede apreciar en estos medios que los animales aún sobreviven, lo cual hace pensar que han adquirido cierta resistencia a los tóxicos. Esto sin embargo no quiere decir que en un momento dado las cantidades de metahemoglobina asciendan en la sangre y desarrollen la sintomatología de la intoxicación, como ocurre durante el ejercicio y en época de sequia (13, 31).

5.4. ESTUDIO EXPERIMENTAL

5.4.1. Metahemoglobina: entre el primer día de ayuno y el segundo día, se observa que los niveles de metahemoglobina tienden a bajar, lo cual está relacionado con la dieta estricta de plantas, pastos y aguas que hacen descender los niveles de metahemoglobina.

Luego de suministrar 5 gr. de nitrato de sodio y 0.4 gr. de nitrito de sodio a los animales de los grupos No. 1 y No. 2 respectivamente, se pudo observar un aumento en los niveles de metahemoglobina de casi tres veces mayor a los niveles iniciales antes del suministro. Siendo la dosis de nitrito diez veces menor que la de nitrato, los niveles de metahemoglobina en el grupo No. 2 son un poco más alto que los del grupo No. 1, lo cual confirma las aseveraciones (13, 31) de que los nitritos

son más tóxicos que los nitratos.

A las 48 horas después del suministro de los tóxicos se observó el descenso de los niveles de metahemoglobina, lo cual nos indica que los sistemas enzimáticos de los animales , regulan la producción de metahemoglobina tratando de mantener los niveles bajos, lo cual confirma la adaptación metabolica de los animales en esta región. Al aumentar a continuación las dosis de nitrato de sodio (5.0 gr) al grupo y nitrito de sodio (0. 5 gr.) al grupo No. 2 se observó que a las 24 horas, en cambio de aumentar la metahemoglobina está disminuyé en forma notoria en los dos grupos; esto puede indicar que los mecanismos enzimáticos están trabajando en mayor proporción para tratar de mantener el equilibrio homeostático de la metahemoglobina en la sangre, probablemente por el estímulo causado por la primera dosis. A la última dosis de 0.7 gr. de nitrito de sodio y 0.6 gr. de nitrato de sodio a ambos grupos, se notó el descenso de los niveles de metahemoglobina de 2 a 5 horas post-administración muy posiblemente debido al efecto de la segunda dosis, discutida anteriormente, para luego aumentar a las 24 horas. Esto parece indicar que los animales responden a las dosis de nitratos y nitritos, no dejando aumentar exageradamente los niveles de metahemoglobina, pero si las dosis persisten, los niveles de metahemoglobina disminuyen en un principio y luego aumentan para mantenerse elevados.

5.4.2. Uriamálisis: la orina concentrada y de aspecto turbio, se debía a la rigurosa dieta a que fueron sometidos los animales. Estos animales habían sido movilizados el año anterior, por lo cual era de esperar que se presentara proteínas en algunas orinas. Las bacterias, cristales y piocitos se hicieron mas patentes por la misma concentración de la orina. La gravedad específica de la orina, disminuyó en los animales tratados con nitratos y nitritos llegando a niveles subnormales. Esta hipostenuria puede ser explicada en base a que los nitritos actúan sobre la musculatura lisa de las arterias, produciéndo a nivel renal un aumento en el volumen de filtración (21).

6. RESUMEN

Se investigaron los niveles de Metahemoglobina en 323 bovinos mediante la técnica de Evelyn Malloy modificada, 39 muestras de pastos y plantas y 15 muestras de aguas para determinar concentraciones de nitrato y nitritos por la técnica descrita en el A.O.A.C. (1965). Se efectuó un estudio experimental en bovinos cebú (Bosindicus) mediante sangre entre 24 y 32 meses de edad, a los cuales se les sometió a dieta previa durante 48 horas.

A un grupo se le suministró vía oral, 4.0 y 5.0 de Nitrato de sodio, al segundo grupo Nitrito de sodio 0.4 y 0.5 gr. El tercer grupo no recibió ningún tóxico y se dejó como control.

En los grupos primero y segundo las dosis fueron con intervalos de 48 horas y luego una tercera dosis de 0.7 gr. de Nitrito de Sodio y 0.6 gr. de Nitrato de Sodio. Durante 9 días se determinaron los niveles de Metahemoglobina y en tres ocasiones se efectuaron urianálisis.

De las 323 muestras de sangre, se observó que el 95.66% sobrepasan los niveles mínimos normales de Metahemoglobina y más del 21% tenían Metahemoglobina por encima del 5% que son suficientes para producir síntomas respiratorios.

Del material vegetal analizado, se encontraron concentraciones de Nitratos mediana a altamente tóxicos para rumiantes, especialmente en Pasto Guinea (Panicum maximum) Pajón (Paspalum virgatum) Bledo liso (Amaranthus dubius), Bledo espinoso (Amaranthus spinosus), Pasto Angleton (Andrapongon nodosus), Anamú (Petiveria alliacea) y Cansaviejo (Mascagnia concinna). A pesar de las concentraciones altas de Nitratos, los animales pastan sin presentar ningún sintoma clínico; pero se estableció que existe una relación directa entre las concentraciones de pastos, plantas (mezcla) y aguas, con los niveles de Metahemoglobina en bovinos que pastan en esas regiones.

En el estudio experimental, se demostró que las dosis de Nitratos y Nitritos, estimulan inicialmente los mecanismos enzimáticos de defensa de los animales al tóxico, pero al incrementar las dosis, estos mecanismos se hacen insuficientes y los niveles de Metahemoglobina se elevan.

7 . BIBLIOGRAFIA

1 . BANCO GANADERO . BOGOTA . 1984 . Investigación sobre el problema conocido en Sabanas de Bolívar con el nombre de "Caída de los Ganados" . Carta Ganadera (Colombia) . 16 p.

2 . BAQUERO, J. y H. GARCIA . 1978 . Determinación de niveles de metahemoglobina en bovinos de la Sabana de Bogotá . Tesis M.V. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria, 56 p. (mecanografiada) .

3 . BENJAMIN, M. M. 1987 . Compendio de Patología Clínica Veterinaria . Traducción de la 2a. ed. Inglesa. Méjico, Continental . p.p. 5 - 107 .

4 . BLOOD, D.; J. A. HENDERSON . 1985 . Medicina Veterinaria . Traducción de la 1a. ed . Inglesa . Méjico, Interamericana . pp 867 - 883 .

5 . CANTAROW, A.; B. SCHEPARTZ . 1962 . Bioquímica . Traducción de la 2a. ed. Inglesa . Méjico, Interamericana . pp 110 - 112 .

6 . CARDENAS, J.; C. REYES y J. COLL . 1972 . Tropical Weeds . Malezas Tropicales . Bogotá, Italgraf . V. 1 .

7 . COLES, E.H. 1968 . Patología y Diagnóstico Veterinarios . 1a. ed. Méjico, Interamericana . pp. 130 - 131 .

8 . CORREA, W.; FEO, J. C. y BARRETO H.E. 1971 . Intoxicación de bovinos y equinos por el Tanner Grass (Brachiaria sp.) Informaciones Veterinarias No. 15. Laverkusen, Alemania, Bayer . pp. 28 - 30 .

9 . DEL RIO, I. 1970. Anotaciones sobre toxicología. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria. pp. 56 - 68 . (Mimeografiada).

10 . DEL CAÑIZO, J. 1964. Plantas tóxicas para el ganado

en oraderas y pastizales. Madrid, Bravo Murillo. pp. 17 - 1[illegible] .

11 . DUKES, H. H. 1967. Fisiología de los animales domésticos. 3a. ed. Madrid, Aguilar. 345 p.

12 . GANON, A. 1971. Manual de Fisiología Médica . Traducción de la 4a. ed. Inglesa. Méjico, Manual Moderno . 431 p.

13 . GARNER, R. 1970. Toxicología Veterinaria. Traducción de la 3a. ed. Inglesa. Madrid, Acribia. pp. 114 - 118 .

14 . GOMEZ , E. 1971. Mascagnia concinna, Morton, planta tóxica al ganado vacuno. Tesis M.S. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 48 p. (Mimeografiada)

15 . HAWK, P. B. 1954. Practical Phisiological Chemistry. 3 th. ed. New York, McGraw-Hill. pp. 164 .

16 . HORLOITZ, W. 1965. Official methods of analysis of the association of official agricultural chemists.

Board, Washington. 522 p .

17 . HUTYRA, F.; J. MAREK y R. MANNINGER. 1968. Patología y Terapéutica especiales de los animales domésticos. Traducción de la 11 ed. alemana. V. 2 .

18 . JUBB, K. V.; and P. C. KENNEDY. 1963. Pathology of Domestic Animals. New York, Academic Press. pp. 278 - 279 .

19 . KARK, R. M. et al. 1963. Manual Práctico de Urianálisis. 2a. ed. Méjico, Prensa Mejicana. 99 p.

20 . KINGSBURY, J. M. 1964. Poisoning plants of the United States and Canada. New York, Prentice-Hall 38 p.

21 . LEAVELL, B. Y C. THORUP. 1967. Hematología Clínica. 2a. ed. Méjico, Interamericana. pp. 30 - 31 .

22 . MANUAL MERCK. 1970. El Manual Merck de Veterinaria. Traducción de la 3a. ed. Inglesa. Rahway, E. U. Merck. pp. 813 - 815

23 . MARK, D. E. and A. ZIMMER. 1957. Atlas of Chemical Laboratory Procedures. New York, McGraw - Hill. V. 1. pp. 112 - 114

24 . MORA, G. R. 1940. Contribución al estudio de las plantas tóxicas en Medicina Veterinaria. Rev. Med. Vet. Colombia 63 : 5-38

25 . PAEZ, G.; L. BUSTAMANTE Y J.C. GONZALEZ. 1964. Plantas tóxicas para el ganado en algunas regiones de Colombia. Tesis Quim. Farm. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. Fac. de Quim. Farm. 121 p.

26 . PEREZ, E. 1953. Plantas útiles de Colombia. 3a. ed. Madrid, Rivadeneira. 816 p.

27 . MORGAN, H. C. 970. The use of colorimeters in che-

33 . WEST, E. S. and W. R. TODD. 1961. Texbook of Biochemistry. New York, McMillan. 1423 p .