CONTENIDO DE SELENIO EN SANGRE DE BOVINOS DE VENEZUELA

I. Zona Central y Portuguesa

E. R. Otaiza V.,
H. Valeri S. y
V. Cumare

Cátedra de Bioquímica
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad Central de Venezuela.
Maracay 2 KO – Apdo. Correos No. 4563
Venezuela

RESUMEN

Se determinaron los niveles sanguíneos de selenio en 776 bovinos todos hembras de diferentes edades, localizados en 28 fincas de la zona central del país (Estados Aragua, Carabobo y Guárico) y del Estado Portuguesa.

Los niveles promedios de selenio detectados varían ampliamente en relación tanto a la distribución geográfica, como a la raza de los animales. Los bovinos del Estado Guárico presentaron el promedio más bajo (0,21 ppm) y los del Estado Potuguesa, el más alto (0,67 ppm). En un lote de animales mestizo cebú de este último Estado, localizados en el Distrito Turén, se detectó el valor promedio de selenio en sangre más elevado: 1,64 ppm, con valores extremos de 1,02 y 3,24 ppm. Se sugiere que esta elevada concentración sanguínea de selenio en animales bajo regímenes de pastoreo libre, puede indicar altas concentraciones del elemento en el suelo o que la disponibilidad del mismo en el forraje es alta. Se concluye, que los animales citados se encuentran en una zona selenífera (Turén), lo cual confirma trabajos de Jaffé et al., realizados en semillas de ajonjolí (Sesamun indicum) procedentes de esa zona y en sangre y orina de escolares de Villa Bruzual, Portuguesa.

Los resultados obtenidos difieren significativamente de la gran mayoría de los valores sanguíneos de selenio obtenidos en países de clima templado (Europa y América del Norte), de animales manejados y explotados en condi-

Recibido: 2-1--1976

ciones muy diferentes a las nuestras. Se discute el papel de estos factores en las diferencias observadas.

Los valores aquí reportados son los primeros publicados en Venezuela para grandes animales de importancia económica.

INTRODUCCION

Es ampliamente conocida la importancia del selenio, no solamente como microelemento esencial, desde que Schwarz y Foltz (1) demostraron en 1957 su efectividad en la prevención de la necrosis hepática en ratas, así como sus estrechas relaciones funcionales con la vitamina E (2– 5), en la prevención de deficiencias de selenio en pollos y ratas (6), sino también como elemento tóxico en nutrición animal (7), causante de la "enfermedad del álcali" en bovinos y ovinos de ciertas zonas de Estados Unidos, provocada por la ingestión de plantas forrajeras de la región con alto contenido de selenio (intoxicaciones aguda y subaguda).

En Venezuela, Jaffé et al. han realizado un trabajo pionero en este tópico: extensos análisis de selenio en semillas (especialmente de ajonjolí) procedentes de varios países (9), al estudiar el valor nutricional de las mismas y su posible aplicación en alimentación humana (10), en alimentos venezolanos (11) y en muestras de orina (12) y sangre (13) de niños escolares de una zona selenífera. Algunos lotes de tortas de ajonjolí examinados por Jaffé et al. eran tóxicos para ratas de experimentación (10), debido a la elevada concentración de selenio en las tortas; se logró ubicar la zona de procedencia del material en el Estado Portuguesa (Turén – Villa Bruzual) (11), importante centro agrícola del país.

Ortíz y Carrasquero (14) analizaron 51 muestras de plantas mayormente silvestres, procedentes de los Estados Lara y Portuguesa, para determinar su contenido de selenio: 28% de ellas presentó una concentración superior a 10 ppm., lo cual las hace potencialmente tóxicas (7) y un 39% acusó un contenido de selenio entre 5 y 10 ppm.

Estos resultados han motivado a iniciar una investigación para determinar los niveles sanguíneos de selenio en bovinos (información de la cual se carece en Venezuela) y su posible influencia sobre las constantes hematológicas, algunas enzimas séricas, electrolitos y las fracciones proteicas del suero, en otras palabras, en el estado de salud del animal, ya que se conocen algunos síntomas de toxicidad por selenio en animales (8, 15). La población bovina es de fundamental significado económico para el país, por ser la pre-

---

Para revisión del selenio como elemento tóxico, consultar la Referencia (7).

mera fuente de proteínas animales para consumo humano.

La presente investigación tiene por objeto, en una primera etapa, la búsqueda de los niveles sanguíneos de selenio en varias razas de bovinos de algunos Estados ganaderos del país y poder detectar así posibles zonas seleníferas o zonas de carencia del metal, como consecuencia de lo anterior.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de sangre fueron extraídas de bovinos localizados en fincas seleccionadas por distribución estadística, distantes entre sí unos 40 km en promedio, por cada Distrito.

Se escogieron 28 fincas de los Estados Aragua, Carabobo y Guárico (Zona Central del País) y de Portuguesa, con un total de 776 animales, distribuidos de la siguiente manera:

Aragua: Distrito Girardot, área universitaria, 29 animales Mestizo Pardo Suizo, de 4 a 6 años de edad. Hembras.

Carabobo: Distritos Guaraca, Valencia, Puerto Cabello y Carlos Arvelo; 276 animales: 91 Holstein Puro (20 de ellos novillas de 16 – 20 meses de edad) y 185 Mestizo Pardo Suizo. Todos hembras.

Guárico: Distritos Miranda, Mellado, Roscio, Ribas, Zaraza e Infante; 357 animales: Cebú Puro (40), Mestizo Holstein (40), Mestizo Pardo Suizo (98) y Mestizo Cebú (179). Todos hembras.

Portuguesa: Distritos Esteller, Ospino y Turén; 114 animales: Cebú Puro (30), Mestizo Cebú (54) y Mestizo Pardo Suizo (30). Edad: 4 a 6 años. Hembras.

A menos que se indique lo contrario, la edad de los animales osciló entre 3 y 7 años. El muestreo se realizó entre octubre de 1971 y abril de 1972 (Estados Aragua, Carabobo y Portuguesa) y entre septiembre de 1973 y marzo de 1974 (Estado Guárico).

Los animales estaban clínicamente sanos en el momento de la extracción de sangre, libres de enfermedades en los últimos seis meses previos al muestreo y vacunados reglamentariamente: aftosa bivalente("A" y "O"), brucelosis , tuberculosis y vacuna triple (septicemia hemorrágica, edema maligno y carbón sintomático). Su alimentación fue predominantemente a pastoreo en potreros, complementada con minerales, sal, harina de huesos y agua ad libitum (animales de carne) y alimentos concentrados (animales de leche) a razón de 1 kg. de concentrado por cada litro de leche producido, aproximadamente.

A todos los animales se les hizo una sola extracción de sangre

por punción yugular. La muestra se recogió sobre heparina sódica (Lilly).

El selenio se determinó por el método Fluorométrico de Cummings et al. (16), con 2, 3 – diaminonaftaleno, modificado por Mondragón y Jaffé (12, 17). Se ha elegido este método entre los varios posibles (18–21) por su versatilidad, exactitud, reproducibilidad y rapidez. Se empleó inicialmente el fluorómetro Coleman, Modelo 14 y luego, constantemente, el Turner, Modelo 110.

Los resultados obtenidos se agruparon para determinar promedios y desviaciones standard; las diferencias se establecieron mediante la prueba de t. Se realizó análisis de la variancia por razas y por Estado.

RESULTADOS

En la **Tabla No. 1** se presentan los valores promedio de selenio y su desviación standard encontrados en cada uno de los Estados investigados. Se observa, que la mayor concentración promedio corresponde al Estado Portuguesa y la menor, al Estado Guárico; la relación de sus promedios es de uno a tres. El análisis de la variancia y la comparación de medias por la prueba de t, permiten determinar las diferencias significativas por Estados. Se concluyó que las diferencias no son significativas, solamente al comparar las medias de los Estados Aragua y Carabobo (0,783). Las restantes comparaciones resultan ser significativas; en los casos Portuguesa-Guárico y Carabobo- Guárico son, inclusive, altamente significativas ($P < 0,01$). El promedio general resultó ser 0,41 ppm.

Para precisar más el posible origen de la variancia, se han agrupado en la **Tabla No. 2** los valores promedio de selenio por razas de bovinos, en los cuatro Estados investigados. Se observa, que el valor más elevado corresponde a la raza Holstein Puro (HP) y el más bajo al tipo Mestizo Holstein (MH). El análisis de la variancia

TABLA 1

CONCENTRACIONES PROMEDIO DE SELENIO (ppm) Y NUMERO DE MUESTRAS (n) EN LOS ESTADOS INDICADOS

Estado	n	Se (ppm)
Aragua	29	0,496 ± 0,09
Carabobo	276	0,540 ± 0,16
Portuguesa	114	0,673 ± 0,65
Guárico	357	0,213 ± 0,12

Promedio general = 0,407 ± 0,34

razas y la comparación de medias por la prueba de t ($P < 0,01$) can, que las diferencias son significativas en todos los casos, excepción de las comparaciones Mestizo Cebú (MC) con Mes- Pardo Suizo (MPS) y Cebú Puro (CP) con Mestizo Holstein H). Llama la atención en esta Tabla el valor anormal de la des- ión standard; sin embargo, es explicable debido a un lote de males que resultó con valores de selenio muy altos (ver tam- **Discusión**).

TABLA 2

LORES PROMEDIO DE SELENIO (ppm) EN SANGRE, AGRUPADOS POR RAZAS EN LOS CUATRO ESTADOS EXAMINADOS Y NUMERO DE MUESTRAS (n)

z a	n	Se (ppm)
tein Puro	91	0,683 ± 0,19
Puro	70	0,221 ± 0,14
zo Cebú	40	0,163 ± 0,03
zo Pardo Suizo	341	0,393 ± 0,18
zo Cebú	234	0,420 ± 0,52

En la **Tabla No. 3** se han agrupado los valores promedio de nio encontrados en cada raza estudiada, procedentes de los ro Estados investigados. Esta disposición de los resultados ob- dos, sugiere la conveniencia de realizar un análisis de la varian- más detallado: 1. por razas dentro de un mismo Estado y 2. cada raza en todos los Estados seleccionados.

El resultado del análisis de la variancia por razas en el Estado rico y las pruebas de t, arrojan diferencias significativs sola- te en la comparación de las siguientes parejas de razas: Mestizo (MC) – Mestizo Holstein (MH) y Mestizo Pardo Suizo (MPS) stizo Holstein (MH) ($P < 0,01$). Las demás comparaciones no significativas.

En el caso del Estado Carabobo se ha desglosado la raza Hols- Puro en dos lotes, de acuerdo a la edad de los animales: uno novillas de 16- 20 meses (HP_{nov}) y otro con adultas (HP_{ad}) a 6 años; se han comparado también ellas entre sí. Las dife- as son significativas en los tres casos estudiados.

En el Estado Portuguesa las diferencias no son significativas 56) al comparar las razas Mestizo Pardo Suizo (MPS) y Cebú (CP) y significativas en los demás casos ($P < 0,01$). Se ha es-

TABLA 3

VALORES PROMEDIO DE SELENIO (ppm) EN SANGRE POR CADA RAZA ESTUDIADA, EN LOS CUATRO ESTADOS INVESTIGADOS

Raza / Estado	Holstein Puro (Novillas)	Holstein Puro (Adultas)	Mestizo Cebú	Cebú Puro	Mestizo Pardo Suizo	Mestizo Holstein
Aragua	–	–	–	–	0,496 ± 0,09	–
Carabobo	0,84 ± 0,21	0,64 ± 0,15	–	–	0,47 ± 0,15	–
Portuguesa	–	–	1,08 ± 0,73*	0,26 ± 0,14	0,33 ± 0,12	–
Guárico	–	–	0,22 ± 0,13	0,20 ± 0,08	0,24 ± 0,13	0,16 ± 0,03

* Promedio de dos lotes de animales procedentes de dos zonas diferentes de Portuguesa; un lote resultó con un promedio de selenio de 1,64 ppm y el otro con un promedio de 0,42 ppm de selenio.

diado también la variancia entre dos lotes de animales del mismo tipo (Mestizo Cebú) procedentes de dos fincas diferentes y que arrojaron promedios de selenio muy divergentes: 1,64 y 0,42 ppm; la diferencia es muy significativa. En el primer lote resultaron valores extremos de 3,24 y 1,02 ppm. Igualmente significativa es la diferencia resultante de la comparación de los animales del tipo en cuestión (Mestizo Cebú) entre los Estado Portuguesa y Guárico.

Para el tipo Mestizo Pardo Suizo el análisis de la variancia y la comparación de las medias por la prueba de t, indican que la diferencia es no significativa únicamente en el caso Aragua- Carabobo ($t = 0,92$ para $P < 0,01$).

El estudio de la variancia de la raza Cebú Puro entre los Estados Guárico y Portuguesa no es significativa.

DISCUSION

Considerados en una forma global, se observa que los niveles promedios de selenio en sangre, encontrados en los bovinos examinados, varían no solamente en relación a la distribución geográfica (**Tabla No. 1**) , sino también en cuanto a la raza de los animales (**Tabla Nos. 2 y 3**).

Sin embargo, el análisis más cuidadoso de los resultados indica el efecto de otros factores. En este aspecto, especial atención merecen los animales del tipo Mestizo Cebú localizados en los Estados Guárico y Portuguesa, los que arrojaron, respectivamente, concentraciones promedio de 0,21 y 1,08 ppm (**Tabla No. 3**); la prueba de t indica diferencias muy significativas entre ambos Estados.

La diferencia es aún significativa entre dos lotes diferentes de animales Mestizo Cebú procedentes de dos zonas diferentes del Estado Portuguesa, que resultaron, en promedio, con 1,64 y 0,42 ppm. (Ver pié de leyenda, **Tabla No. 3**); la concentración de selenio de ese primer lote es la más alta obtenida hasta ahora, con valores extremos de 3,24 y 1,02 ppm. La alimentación de los bovinos de estos dos lotes, era esencialmente a pastoreo libre y eran manejados y explotados en las mismas condiciones.

Lo anterior lleva a concluir, que en el caso de los dos lotes de ganado Mestizo Cebú del Estado Portuguesa, la diferencia no es debida a sexo o edad y más que a raza, se debe a la probable ingestión de pastos con elevado contenido de selenio (puesto que se trata de animales del mismo sexo y raza y aproximadamente de la misma edad promedio).

El nivel promedio de selenio encontrado (1,64 ppm) y la exclusión de otros factores, indican que los animales se encuentran en una zona selenífera: Distrito Turén del Estado Portuguesa.

Los animales del otro lote estaban ubicados en el Distrito Esteller.

Esto viene a confirmar los trabajos de Jaffé et al. realizados en semillas de oleaginosas (11), y en orina (12) y sangre (13) de niños escolares de Villa Bruzual, con la conclusión de que Turén es una zona selenífera.

Hay que hacer notar también que los animales lecheros Holstein Puro, del Estado Carabobo, presentaron el más alto nivel sanguíneo de selenio (novillas con 0,84 ppm y adultas con 0,63 ppm) después de los del Estado Portuguesa; estos animales se alimentaron también con concentrados (Ver Materiales y Métodos; los animales jóvenes consumieron menos suplemento), en cuya preparación se emplea, entre otros componentes, torta de ajonjolí, con la gran probabilidad de provenir de la zona selenífera de Portuguesa (11), principal zona de cultivo del ajonjolí en Venezuela. El contenido de selenio de este tipo de tortas, analizadas por Jaffé et al. (11), siempre resultó muy elevado.Las zonas de cultivo de ajonjolí en Portuguesa son las mismas. Se podría pensar en la eliminación de selenio a través de la leche, lo que conduciría a un descenso del nivel sanguíneo del mismo. Esta suposición es avalada por el resultado obtenido en las hembras arriba citadas: mayor concentración sanguínea de selenio en las novillas Holstein Puro que aún no producen leche y menor (en un 25%) en las adultas, que se encuentran en plena producción lechera. Basados solamente en el menor consumo de concentrado por los animales jóvenes, se debiera esperar un nivel sanguíneo de selenio menor que en los adultos; precisamente lo contrario se ha obtenido. Lamentablemente, no se realizaron determinaciones de selenio en la leche de esos animales.

A pesar de que los niveles sanguíneos de selenio son relativamente altos, no se observó ninguna alteración aparente de las constantes hematológicas, química sanguínea, enzimas y proteínas séricas de los animales estudiados (22, 24), ni síntomas de toxicidad. Para ilustrar esta significativa observación, se han agrupado en la **Tabla No. 4** algunos parámetros sanguíneos de varias razas de bovinos, localizados en varios Estados del país, en relación al nivel sanguíneo de selenio. Esos valores promedios se encuentran dentro de los rangos obtenidos en bovinos en Venezuela, por este grupo de trabajo (22- 26). Además, los animales estaban clínicamente sanos para el momento de la toma de la muestra. Jaffé et al. (13) han llegado a conclusiones semejantes al examinar a 111 niños escolares en Villa Bruzual, Turén. Indican los autores, que los niveles de selenio encontrados en la sangre (0,81 ppm) no constituyen un peligro serio y hacen incapié en que pueden existir otros síntomas clínicos y bioquímicos no estudiados en su oportunidad y que podrían indicar trastornos no detectados por la metodología empleada. En nuestro caso, la posibilidad anotada por Jaffé (13) es igualmente válida, más aún cuando en Venezuela apenas se conocen los

TABLA 4

VALORES COMPARATIVOS DE ALGUNOS PARAMETROS SANGUINEOS DE VARIAS RAZAS DE BOVINOS EN FINCAS DE LOS ESTADOS CARABOBO, GUARICO, LARA Y PORTUGUESA, EN FUNCION DEL NIVEL DE SELENIO EN SANGRE

Estado	Carabobo		Guárico	Lara	Portuguesa
Raza	HP	MPS	MPS	MPS	MC
Selenio (ppm)	0,84	0,47	0,23	0,33	1,64
Hemoglobina (g/100 ml)	12,3	10,5	11,8	10,53	12,7
Hematíes (millones/mm^3)	6,68	6,36	6,90	6,81	7,3
Hematocrito (%)	37,0	33,0	41,0	33,03	42,0
SGOT (U.F./ml)	56,0	56,5	86,0	50,38	60,8
SGPT (U.F./ml)	14,0	18,0	17,0	16,41	19,0
Fosfatasa alcalina (UBL/ml)	1,90	1,82	2,90	2,55	2,89
Úrico (mg/100 ml)	16,0	17,0	19,0	13,4	7,8
Creatinina (mg/100 ml)	1,51	1,60	2,10	1,9	2,20

MC: Mestizo Cebú
MPS: Mestizo Pardo Suizo
HP: Holstein Puro

valores "normales" de química sanguínea, hematología, enzimas y proteínas séricas, etc., para grandes animales de explotación económica y sometidos a nuestras condiciones reales de manejo y explotación (22- 25).

Malformaciones y excesivo crecimiento logitudinal en cascos de bovinos, fueron observados por los autores (26) en varios ejemplares de un lote de animales de ceba en una finca cercana a Tocuyito, Estado Carabobo. Sin embargo, su nivel sanguíneo de selenio relativamente bajo (no reportado en este trabajo), no permitió extraer conclusiones acerca de una posible relación entre nivel sanguíneo del selenio y las deformaciones de los cascos. Tampoco se pudo conocer la procedencia exacta de los animales. Cascos deformados forman parte del síndrome de la "enfermedad del álcali" (3).

No existe bibliografía venezolana acerca del selenio en sangre de bovinos. La literatura consultada (27- 33) indica valores sanguíneos de selenio inferiores a 0,1 ppm, en bovinos ubicados en zonas de clima templado: vacas en Suecia con 0,046 ppm (27) y 0,030 ppm (28) en promedio; terneros en Canadá (29) , de 0,031 a 0,069

ppm; terneros con 0,031 ppm (30) y novillos (31) entre 0,032 y 0,059 ppm en Inglaterra; animales en Escocia (32) con selenio entre 0,051 – 0,113 ppm y en Estados Unidos (33) con 0,064 ppm. Los bovinos lecheros localizados en el Estado Guárico, arrojaron un valor promedio de 0,21 ppm (el más bajo conseguido, ver Tabla No. 1), que es dos veces superior al límite máximo de la referencia (32) y aproximadamente cuatro veces mayor al promedio de todos los valores de la literatura arriba citados.

Es conveniente enfatizar en las condiciones climáticas, de manejo y explotación de esos animales, completamente diferentes a las nuestras, a lo cual se pueden atribuir las amplias diferencias encontradas. El promedio global de selenio en los 776 animales aquí reportados, resultó ser de 0,41 ppm, lo cual cuadruplica al límite máximo arriba anotado. Excepcional en este aspecto es el valor de 0,4 ppm obtenido por Bisbjerg et al. (34) en vacas sanas de Dinamarca, determinado por activación neutrónica y que resulta idéntico al promedio global aquí reportado. Sin embargo, el promedio indicado por Bisbjerg (34) se refiere a base seca; en base húmeda es de 0,08 ppm.

El régimen alimenticio del animal es esencial. Es conocido el hecho de que el contenido de selenio en sangre y otros tejidos de rumiantes (29, 33, 35 – 38), varía de acuerdo a los cambios en la ingestión del elemento. No es aventurado suponer en nuestro caso que altas concentraciones de selenio en sangre de animales bajo régimen de pastoreo libre, sugieran igualmente , altas concentraciones de selenio en suelo o que la disponibilidad del mismo en el forraje es alta. Esto permite afirmar, que los animales de Turén se encuentran en una zona selenífera.

Es muy deseable obtener información simultánea de las concentraciones de selenio en el sistema animal-planta-suelo, cuyas relaciones son muy estrechas, tal como se ha demostrado en Nueva Zelandia (39). Hasta el presente no se han podido realizar estudios sistemáticos del suelo; sin embargo, algunas muestras vegetales tomadas de la zona de Turén (26) (donde los animales presentaron una concentración sanguínea de selenio de 1,64 ppm), han arrojado valores de selenio de 3 ppm (base seca).

Sería también conveniente realizar el muestreo sistemático de un mismo lote de animales, durante un ciclo climático completo en zonas que hayan arrojado elevadas concentraciones de selenio. Esto se hará en otra etapa del programa.

SUMMARY

Selenium Blood Levels in Cattle from Venezuela.

I. Central Zone and Portuguesa State.

Whole blood concentrations of selenium were determined in 776 dairy

and calves from 28 farms located in three States (Aragua, Carabobo and Guárico) of the central zone of Venezuela and in Portuguesa State.

Selenium levels largely varied according to both the geographic distribution and animals breed. Cattle from Guárico State showed the lowest average concentration (0.21 ppm) and those from Portuguesa the highest one (0.67 ppm). A group of animals from Turén (a District of Portuguesa State) showed the highest average concentration (1.64 ppm, range 1.02 to 3.24 ppm). Concentrations of this magnitude in animals under grazing conditions could be related to high levels of selenium either in the soil or in the pasture. It is concluded that such animals are localized in a seleniferous zone (Turén).

It must be noted that Jaffé et al. (op. cit.) found high levels of selenium in sesame seeds (Sesamum indicum) from this area and in blood and urine samples of children from Villa Bruzual, a little town of Turén.

The results of this work significantly differ from those obtained in other countries (of Europe and North América), where animals are managed under conditions very different from those of the tropical areas like Venezuela. The role this factor is discussed.

This is the first report on blood levels of selenium in large animals of economical importance in Venezuela.

BIBLIOGRAFIA

1. Schwarz, K., y C.M. Foltz. Selenium as an integral part of factor-3 against dietary necrotic liver degeneration. **J. Amer. Chem. Soc. 79**, 3292 (1957).
2. Muth, O.H., J.E. Oldfield, L.F. Remmert and J.R. Schubert. Effects of selenium and vitamin E on white muscle discase. **Science, 128**, 900 (1958).
3. Proctor, J.F., D.E. Hogue y R.G. Warner. Selenium, vitamin E and linseed oil meal as preventatives of muscular dystrophy in lambs. **J. Animal Sci. 17**, 1183 (1958).
4. Hogue, D.E., J.F. Proctor, R.G. Warner y J.K. Loosli. Relations of selenium, vitamin E and an unidentified factor to muscular dystrophy (stiff lambor white muscle disease) in the lamb. **J. Animal Sci. 21**, 25 (1962).
5. Ewan, R.C., C.A. Baumann y A.L. Pope. Effects selenium and vitamin E on nutrional muscular distrophy in lambs. **J. Animal Sci. 27**, 751 (1968).
6. Mathias, M.M., W.H. Allaway, D.E. Hogue, M.V. Marion y R.W. Gardner. Value of selenium in alfalfa for the prevention of selenium deficiencies in chicks and rats. **J. Nutrition 86**, 213 (1965).
7. Olson, O.E., **Selenium as a toxic factor in animal nutrition**. Proc. Georgia Nutrition Conf. p. 68 (1969).
8. Rosenfeld, Irene y O.A. Beath. **Selenium: Geobotany, Biochemistry, Toxicity and Nutrition**. Academic Press, New York y Londres (1964).
9. Jaffé, W.G., J.F. Chávez y M.C. de Mondragón. Contenido de selenio en muestras de semilla de ajonjolí (sesamum indicum) procedentes de varios países. **Arch. Latinoamer. Nutr. 19**, 299 (1969).
10. Jaffé, W.G., J.F. Chávez y B. de Koifman. Estudios preliminares sobre la

toxicidad de muestras de ajonjolí con alto contenido de selenio. Arch. Venez. Nutr. 14. 7 (1964).

11. Jaffé, W.G., J.F. Chávez y M.C. de Mondragón. Contenido de selenio en alimentos venezolanos. **Arch. Latinoamer. Nutr. 17**, 59 (1967).
12. Mondragón, M.C.de y W.G.Jaffé. Selenio en alimentos y en orina de escolares de diferentes zonas de Venezuela. **Arch. Latinoamer. Nutr. 21**, 185 (1971).
13. Jaffé, W.G., M. Ruphael D., M.C. de Mondragón y M.A. Cuevas. Estudio clínico y bioquímico en niños escolares de una zona selenífera. **Arch. Latinoamer. Nutr. 22**, 595 (1972).
14. Ortiz P., D.S. y A. Carrasquero R. Investigación sobre posibles zonas seleníferas en Venezuela. **Agron. Tropical. 18**, 369 (1968).
15. Jaffé, W.G., M.C. de Mondragón, M. Layrisse y A. Ojeda. Síntomas de toxicidad de selenio orgánico en ratas. **Arch. Latinoamer. Nutr. 22**, 467 (1972).
16. Cummings, L.M., J.L. Martin y D. Magg. An improved method for the determination of selenium in biological material. **Anal. Chem. 37**, 430 (1965).
17. Comunicación privada de los autores Mondragón, M.C. y W.G. Jaffé.
18. Dye, W.B., E. Bretthauer, H.J. Seim y C. Blincoe. Fluorometric determination of selenium in plants and animals with 3,3"- diaminobenzidine. **Anal. Chem. 35**, 1687 (1963).
19. Cheng, K.L. Determination of traces of selenium-3,3o- diaminobenzidine as selenium (IV) organic reagent. **Anal. Chem. 28**, 1738 (1956).
20. Gutenmann, W.H. y D.J. Lisk. Determination of selenium in Oats by oxygen flask combustion. **Agric. Food. Chem. 9**, 488 (1961).
21. Ewan, R.C., C.A. Bowmann y A.L. Pope. Determination of selenium in biological material. **Agr. Food Chem. 16**, 212 (1968).
22. Rosa, S. di M. de. **Valores hematológicos y de la química sanguínea en bovinos de los Estados Carabobo y Guárico**. Trabajo de Ascenso - Cátedra de Bioquímica, Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV, Maracay, Venezuela (1976).
23. Otaiza V., E. Valeri, H., Cumare, V. En preparación.
24. Valeri, H., E. Otaiza V., V. Cumare, C. Velo, S. Rosa, P. Magnífico, S. Glatstein, P. Colvee y E.B. Mejía. Influencia del selenio en los valores hematológicos, química sanguínea y enzimáticos en bovinos lecheros de Venezuela. **Acta Cientif. Venez. 23**, 25 (1972) - Supl. No. 1.
25. Línea de trabajo de los autores.
26. Datos no publicados de los autores.
27. Jönsson, G., P. Lindberg, G. Nordström y B. Pehrson. Selenium content in whole blood and musculature in conjuction with parturient paresis and the downer syndrome in cows. **Acta Vet. scand. 10**, 104 (1969).
28. Jacobsson, S.O., S. Lidman y P. Lindberg. Blood selenium in a beef herd

affected with muscular degeneration. **Acta Vet. scand. 11**, 324 (1970).

29. Jenkins, K.J., M. Hidiroglou, J.M. Wauthy y J.E. Proulx. Prevention of nutritional muscular distrophy in calves and lambs by selenium and vitamin E additions to the maternal mineral supplement. **Can J. Anim. Sci. 54**, 49 (1974).

30. Boyd, J.W. Blood Selenium and propionic acid. **Vet. Rec. 96**, 458 (1975).

31. Allen, W.M., W.H. Parr, P.H. Anderson, S. Berret, R. Bradley y D.S.P. Patterson. Selenium and the activity of glutathion peroxidase in bovine erythrocytes. **Vet. Rec. 96**, 360 (1975).

32. Trinder, N., R.J. Hall y C.P. Renton. The relation between the intake of selenium and vitamin E on the incidence of retained placentae in dairy cows. **Vet. Rec. 93**, 641 (1973).

33. Perry, T.W., W.M. Beeson, W.H. Smith y M.T. Mohler. Effect of supplemental selenium on performance and deposit of selenium in blood and hair of finishing beef cattle. **J. Animal Sci. 42**, 192 (1976).

34. Bisbjerg, B., P. Jochumsen y N.O. Rasbech. Selenium content in organs, milk and fodder of the cow. **Nord. Vetrinärmed. 22**, 532 (1970).

35. Cousins, F.B. y I.M. Cairney. Some aspects of selenium metabolism in sheep. **Aust. J. Agric. Res. 12**, 927 (1961).

36. Kuchel, R.E.y R.A. Buckley. The provision of selenium to sheep by means of heavy pellets. **Aust. J. Agric. Res. 20**, 1099 (1969).

37. Lindberg, P. y S.O. Jacobsson. Relationship between selenium content of forage, blood and organs of sheep, and lamb mortality rate. **Acta Vet. scand. 11**, 49 (1970).

38. Oldfield, J.E., W.H. Allaway, H.H. Draper, D.V. Frost, L.S. Jensen, M.L. Scott y P.H. Wright. Selenium in nutrition. **Nat. Acad. Sci.**, Washington, D.C. (1971).

39. Andrews, E.D., W.J. Hartley y A.B. Grant. **N. Zealand Vet. J. 16**, 3 (1968).

Este trabajo fue realizado con aporte económico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT - Proyecto No. S 1 – 0463) y del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (Proyectos No. s/n junio de 1972 y 00881 marzo de 1974).

Nuestro agradecimiento:

Al Dr. W. G. Jaffé, del Instituto Nacional de Nutrición, Caracas, por la introducción en el tema y su constante y valioso apoyo en la realización del trabajo.

Al. Dr. O. Verde S., Cátedra de Bioestadística, Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV, por la valiosa colaboración tanto en la

planificación estadística del trabajo como en cálculos y numerosas discusiones.

Al Sr. H. Wolter, asistente técnico de esta Cátedra, por su participación junto al primer autor, en la realización de los análisis de selenio.