

DETERMINACION DE LOS VOLUMENES PLASMATICO Y SANGUINEO EN BOVINOS JOVENES DE LA SABANA DE BOGOTA *

ANÍBAL RUIZ V., D. M. V.

INTRODUCCION

El fin primordial de esta tesis es contribuir a establecer en nuestro medio constantes biológicas autóctonas de acuerdo a nuestra variada ecología.

Tanto la determinación del volumen sanguíneo como el plasmático son de gran importancia, ya que son elementos fundamentales del volumen acuoso del cuerpo; además, viviendo las células sanguíneas en un medio acuoso, la determinación de los espacios acuosos en el cuerpo son una reflexión de la vida interior de las células y al mismo tiempo una reflexión total del organismo a los ajustes al medio ambiente.

MATERIALES Y METODOS

Las experiencias se realizan en 20 bovinos con edad promedio de 141 días y valores 93 y 177; peso promedio de 121 kilogramos, fluctuando entre 83 y 154; 11 hembras y 9 machos; 18 de raza Holstein

Friesian y 2 Pardo Suiza; 4 hembras de menor edad y peso del grupo, propiedad de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia, estaban en semipastoreo con una alimentación de 8 botellas diarias de leche, pasto kikuyo (*penisetum clandestinum*) y tréboles rojo y blanco en poca cantidad; los 16 animales restantes pertenecen a la granja "Tibaitatá", 7 hembras en completo pastoreo con los pastos anteriores y sin leche; los 9 restantes eran machos en estabulación permanente con una ración de 2.5 kgm. diarios de: maíz molido 23%, cebada molida 25%, torta de ajonjolí 20%, salvado de trigo 25%, harina de alfalfa 5%, y 2% de compuestos minerales y además avena forrajera a voluntad; todos los animales disponían de agua abundante. Las determinaciones de plasma y sangre se efectuaron en el Establo y Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia; los animales eran todos de la Sabana de Bogotá, situada a una altura de

* El presente trabajo corresponde a una variación del original presentado por el doctor Aníbal Ruiz V. como tesis de grado.

2.630 mts. (8.626 pies) sobre el nivel del mar, con temperatura promedio de 13° C y variaciones de 8 a 18° C; trabajos realizados en enero de 1965.

La sustancia usada para las determinaciones de los volúmenes plasmático y sanguíneo fue el Azul de Evans o T-1824 en solución al 1% de la cual se inyectó por vía endovenosa lenta (en la yugular) y a través de una sonda de polietileno en dosis de 0.3 a 0.4 mg. por kilo de peso, removiendo el excedente de colorante de la sonda y la jeringa usadas en cada inyección de colorante con solución salina fisiológica.

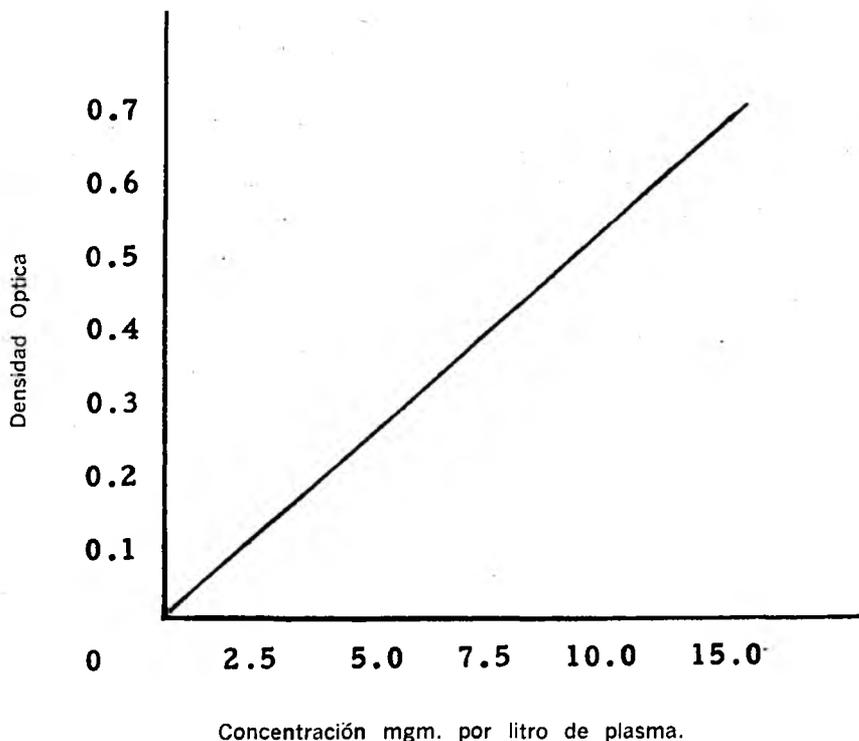
Previamente al paso de la sonda de polietileno a través de la aguja y a la inyección del colorante se tomó una muestra de 150 cc. o más de sangre de cada animal en un recipiente que contenía oxalato de sodio.

Se recogieron muestras de sangre en tubos de ensayo con oxalato de sodio a los 20, 40, 60 y 80 minutos, una muestra por cada tiempo. En la obtención de las muestras se observó el mayor cuidado para evitar hemolisis.

De cada muestra sanguínea obtenida antes de la inyección del colorante se determinó el valor del hematocrito. La sangre restante se centrifugó hasta tener un plasma libre de turbidez, denominándose este plasma como el "blanco". Las muestras de cada animal a los intervalos nombrados se centrifugaron hasta obtener completa limpidez del plasma.

En un fotómetro Leitz con una longitud de onda de 610 milimicrones se determinaron las densidades ópticas de las muestras límpidas de cada animal, comparándolas con el "blanco" correspondiente.

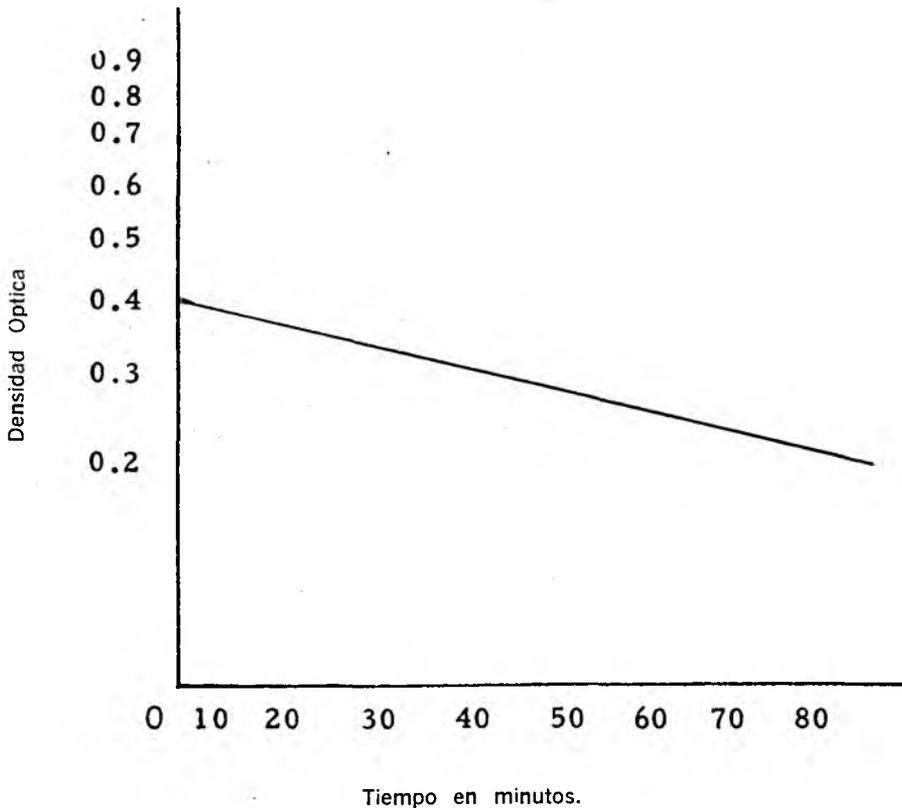
GRAFICA No. 1



Para cada día de experiencias se elaboraron soluciones de concentraciones conocidas de Azul de Evans en plasma sanguíneo de los bovinos correspondientes con el fin de obtener la "curva standard"; las densidades ópticas se determinaron como atrás se explica. Usando la concentración como abscisa y densidad óptica como ordenada se elaboró la "curva standard". (Gráfica N° 1).

La curva problema se representó en papel semilogarítmico teniendo en la parte logarítmica la densidad óptica que es la ordenada y el tiempo de la toma de cada muestra que es la abscisa en la parte lineal (Gráfica N° II); con estos valores se obtuvo una línea recta que se prolongó a 0 (cero) con este valor se buscó en la "curva standard" la concentración del colorante al tiempo cero.

GRAFICA No. II



T A B L A N º 1

Placa del animal	Raza	Sexo	Edad en días	Peso en kilogramos	Hematocrito venoso			Volumen de plasma en litros	Porcentaje de plasma con relación al peso	Volumen de sangre en litros	Porcentaje de sangre con relación al peso
					Lectura	Corrección X 0,94	Corrección				
F 1242	Pardo Suiza	Hembra	130	105	27.4	25.8	5.70	5.40	7.70	7.30	
F 1246	Holst. Fries.	"	109	77	40.6	38.2	4.60	6.00	7.40	9.60	
F 1241	"	"	153	121	34.5	32.4	6.60	5.50	9.80	8.00	
T 64119	"	Macho	142	130	29.4	27.6	7.30	5.60	10.10	7.80	
T 64124	"	"	134	134	27.5	25.9	8.10	6.00	10.90	8.10	
T 64116	"	"	148	143	28.0	26.3	8.60	6.00	11.60	8.10	
F 1248	Pardo Suiza	Hembra	93	83	34.6	32.5	4.60	5.50	6.80	8.20	
T 64123	Holst. Fries.	Macho	139	123	29.0	27.3	6.60	5.40	9.10	7.40	
T 64117	"	"	148	130	34.0	32.0	6.30	5.00	9.30	7.10	
T 64122	"	Hembra	94	107	33.8	31.8	5.90	5.50	8.70	8.20	
T 64114	"	"	157	118	36.5	34.3	7.30	6.20	11.10	9.40	
T 64120	"	"	146	154	27.4	25.8	9.00	5.80	12.00	7.80	
T 64107	"	"	177	129	28.5	26.8	9.10	6.10	12.40	9.60	
T 64121	"	Hembra	155	111	33.4	31.4	6.20	5.60	9.00	8.10	
T 64127	"	"	132	120	33.2	31.2	6.90	5.80	10.00	8.30	
T 64125	"	Macho	138	105	28.2	26.5	5.40	5.30	7.30	7.00	
T 64113	"	Hembra	160	130	29.3	27.5	6.60	5.10	9.20	7.10	
T 64110	"	"	166	142	33.4	31.4	7.80	5.50	11.40	8.00	
T 64115	"	"	159	129	32.5	30.6	6.20	5.00	8.90	6.90	
T 64109	"	"	137	123	36.3	34.1	6.10	5.00	9.30	7.60	
Promedio			141	121	31.8	30.0	6.80	5.60	9.60	8.00	
Desv. standard						± 3.5	± 1.40	± 0.40	± 1.60	± 0.80	

El volumen plasmático se obtiene dividiendo la cantidad total de colorante inyectado por la concentración del colorante al tiempo cero.

Para el cálculo del volumen sanguíneo se procedió como se explica:

$$V.S. = V. Pl. \text{ en litros}$$

$$(1.00 Ht) \text{ Ls. de Pl } \times 0.94$$

V.S. = Volumen sanguíneo

V.Pl. = Volumen plasmático.

Ht = Hematocrito.

0.94 = Factor de corrección del hematocrito. Este factor se utiliza porque cuando la sangre es centrifugada en un tubo de diámetro uniforme, el grado de unión de las células sanguíneas en la parte inferior del hematocrito es relativo al brazo de la centrífuga, a la velocidad y al tiempo de centrifugación, permaneciendo cierta cantidad de plasma "atrapado" entre estas células. Reynolds, en 1953, determinó este valor para bovinos en 6.0%.

TABLA Nº 1.

RESULTADOS

Acorde a la Tabla Nº I, los valores promedios fueron:

Edad de los animales en días..	141
Peso en kilogramos	121
Hematocrito venoso corregido.	30.0
Desviación standard de los hematocritos	± 3.5
Volumen plasmático en litros.	6.80
Porcentaje de plasma con relación al peso corporal	5.60
Desviación standard del porcentaje de plasma con relación al peso corporal	± 0.40
Volumen de sangre en litros .	9.60

Porcentaje de sangre con relación al peso corporal 8.00

Desviación standard del porcentaje de sangre con relación al peso corporal ± 0.80

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Como punto de comparación, tomamos las investigaciones de Stahl en 1958, quien con el T-1824 en 17 terneros de 80 kilos de peso en promedio, concluyó que: El valor del hematocrito venoso era de 35.3; el volumen de plasma 6.83 ± 0.2 ; el porcentaje de plasma 8.5; el volumen sanguíneo 8.44 y el porcentaje de sangre 10.56 ± 0.3 ; y de Reynolds en 1953, usando el mismo colorante en 10 hembras bovinas de 2 a 5 años, no gestantes, secas, de la misma raza y con promedio en kilos de 372; encontró los valores promedios del hematocrito venoso, del volumen de plasma, del porcentaje de plasma, del volumen sanguíneo y su porcentaje respectivamente, como: 32.4 ± 1.2 , 14.4, 3.88 ± 1.4 , 21.3 y 5.74 ± 2.1 .

Poniendo los valores de Stahl en primer lugar, luego los de esta Tesis y terceros los de Reynolds, vemos que:

Valor promedio de plasma, 6.83 ± 0.2 , 6.8 ± 1.4 y 14.4, se observa un progresivo descenso para este valor, porque hay que considerarlo con relación al peso del animal; porcentaje del plasma con relación al peso, 8.5, 5.6 ± 0.4 y 3.88 ± 1.4 ; la disminución no requiere explicación; volumen sanguíneo, 8.44, 9.60 ± 1.6 y 21.3, cabe la misma explicación del volumen plasmático; porcentaje de sangre con relación al peso, 10.56 ± 0.3 , 8.0 ± 0.8 y 5.74 ± 2.1 ; notoria disminución y hematocrito venoso corregido, 35.3, 30.0 ± 3.5 y 32.4 ± 1.2 ; estos valores se explican por dos criterios: 1º) Según experiencias de Holman y Creatorex, el número de las

células sanguíneas es mayor en los terneros recién nacidos, disminuyendo la hemoconcentración gradualmente hasta los 18 a 36 meses, cuando el animal es adulto y se regulariza, y 2º) Porque las determinaciones del hematocrito dan lugar a errores inherentes a las técnicas usadas. Refiriéndose el hematocrito venoso corregido del animal de esta Tesis F 1246, cuyo valor es 38.2, cifra que sobrepasa en 3.9% al próximo valor más alto encontrado, quiero aclarar que esa cifra es el promedio de 4 hematocritos y no de 2, que se utilizaron rutinariamente. Podría explicarse por el hecho de ser el animal de menos peso y uno de los más jóvenes.

Revisando la Tabla Nº I, vemos que los valores más altos corresponden a terneros machos alimentados con una ración rica en proteínas y estabulados; y los más bajos a las terneras, excepto el hematocrito venoso, particularmente mencionado con alimentación más precaria y la gran mayoría en pastoreo. La hemoconcentración se explica por el ejercicio de los animales en pastoreo. En bovinos jóvenes de ambos sexos no deben presentarse variaciones en estos valores, en igualdad de raza, alimentación, higiene y cuidados.

Hay que tener en cuenta que los resultados pueden variar, por: a) El color inherente del plasma; b) Por la lipemia; c) Por el colorante residual en repetidas determinaciones; d) Por la presencia en el plasma de hemólisis desapercibida; el error por cualquiera de estos 4 factores puede llegar a $\pm 25\%$. Las 3 primeras causas de error se pueden obviar midiendo directamente la diferencia de la Densidad Óptica entre el Standard y la muestra con colorante; si hay hemólisis en el Standard o en las muestras, es más difícil hacer una segura determinación.

Se pueden también considerar como causas potenciales de error la preparación

del Standard en solución salina en vez de plasma sanguíneo, que es lo correcto. La extravasación parcial al inyectar el colorante, este error se puede evitar con la sonda de polietileno dentro de la vena yugular.

En este trabajo de Tesis se pinchó la vena yugular en cada oportunidad que se requería una muestra; en contra de determinaciones hechas en otros países, que puncionan la vena solo una vez, dejando una cánula dentro de la vena para la inyección del colorante y la toma de las muestras necesarias. En un estado de excitación del animal, hay dentro del organismo descargas adrenalínicas que contraen la pulpa esplénica y los vasos sanguíneos, viniendo en consecuencia una hemoconcentración. Hasta no probar en un mismo animal, por determinaciones sucesivas, usando alternativamente sonda permanente y aguja cada vez que se necesite una muestra, no es posible concluir sobre las posibles diferencias numéricas al respecto.

Los valores encontrados podrían variar debido al factor "F", que es la relación existente entre los valores de los hematocritos arterial y venoso, factor que en bovinos no se ha determinado como sí en el hombre y perro.

Se sugiere un factor de corrección para el volumen sanguíneo, que sería agregarle a éste el volumen de sangre de las muestras y la sangre que se pierde al tomarlas. Mi sugerencia la baso en que el volumen sanguíneo se representa en porcentaje al peso del animal; como el animal se pesa antes de tomar las muestras, el volumen sanguíneo de éstas está en el peso con el cual se hizo el cálculo del porcentaje. El factor de corrección del volumen sanguíneo en este trabajo sería de ± 250 cc.; en todas las determinaciones del volumen sanguíneo, incluyendo

el presente, este factor de corrección no se ha tenido en cuenta.

RESUMEN

1º Se determinan los valores de plasma y sangre en bovinos de 3 a 6 meses en la Sabana de Bogotá, con el colorante T-1824.

2º Los valores encontrados fueron: hematocrito venoso corregido, 30.0 ± 1.4 ; volumen plasmático, 6.80 ± 1.40 ; porcentaje de plasma, 5.60 ± 0.40 ; volumen sanguíneo, 9.60 ± 1.60 , y porcentaje de sangre, 8.0 ± 0.8 .

3º El volumen sanguíneo es paralelo al volumen de plasma.

4º En los animales de mayor peso y edad, el valor del hematocrito es menor que en los animales de menor edad y peso; lo mismo que los volúmenes de plasma y sangre.

5º Hay variaciones en el hematocrito y los volúmenes de plasma y sangre, debido a la alimentación.

6º Carecen de estudio comparativo las variaciones del hematocrito y de los volúmenes de plasma y sangre, usando una aguja hipodérmica para las tomas de muestras de sangre y la cánula permanente durante las tomas.

7º Sugiere un factor de corrección para el volumen sanguíneo.

Deseo expresar mis agradecimientos a todas las personas que colaboraron en este trabajo de Tesis, particularmente a los doctores Clarence M. Stowe, Daniel Pacheco P. y Germán Díaz G.; a la Sección de Lechería de la Granja "Tibaitatá"; a mi compañero Lácides Serrano y al señor Pedro García, del personal del Establo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia.

BIBLIOGRAFIA

- BELALCÁZAR C. — Conferencias de Bromatología.
- BEST CH., and TAYLOR N. — *The Physiological Basis of Medical Practice*. Chapter 3. Pages 17 at 19. Seventh Edition. 1961.
- BIANCA W. — *The British Veterinary Journal*. 113: 29, 1957.
- BROWN E., HOOPER J., and WENNES-LAND R. *Annual Review of Physiology*. 19: 231. 1957.
- BUSH J. A., HENSEN W. N., CARTWRIGHT G. E., and WINTROBE M. M. — *American Journal of Physiology*. 181: 9. 1955.
- CLARK C. H., WOODLEY C. H. — *American Journal of Veterinary Research*. 20: 1067. 1959.
- DALTON R., and FISHER E. — *The British Veterinary Journal*. 117: 115. 1961.
- DAVIS J., HOWELL D., and HYATT R. — *American Journal of Physiology*. 183: 263. 1955.
- DESLEIENS L., et DESLEIENS R. — *Bulletin de l'Académie Veterinaire de France*. Tome XXXVII. N° 8. 1964.
- DUKES H. H. — *Fisiología de los Animales Domésticos*. Séptima Edición. Page 18. 56 a 60. 1960.
- EVANS L., STARLING'S. — *Principles of Human Physiology*. Twelfth Edition. Pages 7 and 507 at 509. 1956.
- FULTON H. — *Tratado de Fisiología*. Primera Edición. Page 531-32. 1951.
- GAUER O., HENRY J., SIEKER H., and WENDT W. — *Journal Clinical Investigation*. 33: 287. 1954.
- GOODYEAR A., and JAEGER C. — *American Journal of Physiology*. 180: 69. 1955.
- GREATOREX J. — *The British Veterinary Journal*. 113: 29. 1957.
- GREATOREX J. — *The British Veterinary Journal*. 113: 65. 1957.
- GREATOREX J. — *The British Veterinary Journal*. 113: 469. 1957.
- GREATOREX J. — *The British Veterinary Journal*. 110: 120. 1954.
- GREGENSEN M. I. and RAWNSON R. — *American Journal of Physiology*. 138: 698. 1943.

- GREGERSEN M. I. — *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 23: 423. 1938.
- GREGERSEN M. I. and STEWART J. D. — *The American Journal of Physiology*. 125: 142. 1939.
- GREGERSEN M. I. — *Medical Physiology*. Chapter 15. Pages 266 at 282. Phylip Bard Editor. Eleventh Edition. 1961.
- GREGERSEN M. I. and RAWSON A. — *Physiological Review*. 39: 307. 1959.
- GREGERSEN M. I., GIBSON J. J., and STEAD E. A. — *American Journal of Physiology*. 113: 54. 1935.
- HILTON J., KANTER D., HAYS D., BOWEN E., GOLUB J., KEATING J., and WÉGRIA R. — *The Journal of Clinical Investigation*. 34: 732. 1955.
- HOLMAN H. H. — *The British Veterinary Journal*. 112: 91. 1956.
- HOUSSAY B. ET AL. — *Human Physiology*. Section One. Second Edition. Pages 13 at 18. 1955.
- LABORATORIES WARNER - CHILCOTT. — *For Determination of Circulating Blood*. Volume Evans Blue (T-1824).
- LEESON D., and REEVE E. B. — *American Journal of Physiology*. 115: 129. 1951.
- MEDWAY W., and KARE M. — *Poultry Science*. Vol. XXXVIII. Nº 3. May. 1959.
- MORROS SARDÁ J. — *Elementos de Fisiología*. Séptima Edición. Páginas 348-49. 1956.
- O'BRIEN W., HOWEE D., and CROSBY W. H. — *Journal Applied Physiology*. 11: 110. 1957.
- PATON N., and ORR J. B. — *Essentials of Physiology for Veterinary Students*. Third Edition. Pages 501 at 503. 1920.
- PARCE L., and NEWNANN E. — *The Journal of Clinical Investigation*. 33: 1546. 1955.
- RAVDIN I. S., WALKER J. M., and RHOADS J. E. — *Annual Review of Physiology* 15: 165. 1953.
- RAWSON A. R. — *American Journal of Physiology*. 138: 1938.
- REYNOLDS M. — *American Journal of Physiology*. 173: 421. 1953.
- RUCKEBUSCH Y., RUCKEBUSCH M., et BOST J. — *Bulletin de la Société des Sciences Vétérinaires et de Médecine Comparée de Lyon*. Nº 2. Pag. 64. 1960.
- SCHALM O. — *Veterinary Hematology*. Chapters 1-4. 1961.
- SCHREIBER S., BAUMAN A., YALOW, and BERSON S. — *The Journal of Clinical Investigation*. 33: 578. 1954.
- SCHULTZ A., HAMMARSTEN J. F., HELLER B. I., and EBERT R. V. — *The Journal of Clinical Investigation*. 32: 107. 1953.
- SEKER H., GAUER O., and HENRY J. — *The Journal of Clinical Investigation*. 33: 572. 1954.
- STAHL P. R., and DALE H. E. — *American Journal of Physiology*. 193: 244. 1958.
- STOWE C. M., PACHECO D., DÍAZ G., RUIZ A. y SERRANO L. — *Rev. Fac. Nal. Vet. y Zoot. U. Nal.* 128: 5. 1965.
- STOWE C. M. — *Comunicaciones personales*.
- SURTSHIN A., HOELTZENBEIN J., and WHITE L. — *American Journal of Physiology*. 180: 612. 1955.
- The Merck Index of Chemical and Drugs*. Sixth Edition. Pages 423-24. 1952.
- VANDER A., MALVIN R., WILDE W., LAPIDES J., SULLIVAN L., and MAC MURRAY V. — *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. 99: 323. 1958.