



79  
25  
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "CUAUTITLAN"

DETERMINACION DE CONCENTRACION DE LOS MACROELEMENTOS  
"CALCIO Y FOSFORO" EN EL EXCREMENTO DEL GANADO  
PRODUCTOR DE LECHE DE LA FESC.

# T E S I S

Que para obtener el Título de  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

p r e s e n t a

MIGUEL MENDOZA GALVAN

Director de Tesis:  
Enrique Arista Puigferrat

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, 1985



V N A M



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## C O N T E N I D O

	RESUMEN	PAGINA
I.	INTRODUCCION . . . . .	1
II.	OBJETIVOS . . . . .	12
III.	MATERIAL Y METODOS . . . . .	13
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION . . . . .	15
V.	CONCLUSIONES . . . . .	20
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS . . . . .	21
	A N E X O S . . . . .	24

## RESUMEN

Este trabajo fue realizado en el laboratorio de Nutrición de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM ubicada en Cuautitlán, Edo. de México. Con la finalidad de determinar el contenido de calcio y fósforo del excremento del ganado productor de leche de la unidad de producción de esta institución.

Durante 18 semanas se muestrearon semanalmente directamente del recto de los animales (doce vacas cada vez) utilizando para el muestreo la técnica de Aguirre Manola (1979).

A las cenizas obtenidas del excremento se les determinó Calcio y Fósforo según la Técnica AOAC (1975).

Después de realizados los análisis los resultados fueron comparados con resultados de análisis anteriormente realizados en ranchos circunvecinos tales como: Cuatro Milpas (perteneciente a la misma UNAM), Terremoto, Cantarranas y El Peral mostrando una cierta similitud.

Concentración de Ca = 1.83 y P = .64 para el Rancho Almaraz, en experimentación, para el mismo en 1982 fue (Ca = 2.85 y P = .93; en el Cuatro Milpas se reportó Ca = 1.45

y  $P = .65$ , en el Cantarranas fue  $Ca = 1.55$  y  $P = .90$ , en el Terremoto fue  $Ca = 1.75$  y  $P = .69$ , y en el rancho el Peral - el reporte fue de  $Ca = 1.43$  y  $P = .70$ .

## I. INTRODUCCION.

La importancia de los elementos inorgánicos para la salud y bienestar de los animales ha sido reconocida a través de los siglos, aunque los elementos individuales involucrados fueran desconocidos, no obstante, fue hasta finales del siglo XIX cuando se obtuvieron progresos significativos en la identificación de los elementos inorgánicos que eran esenciales para la vida animal. (Ammerman 1983).

Calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, magnesio y azufre han sido establecidos como nutrientes esenciales en las dietas y tomando en cuenta por un lado las cantidades presentes en el cuerpo animal, y por otro lado las cantidades requeridas frecuentemente se designan como macrominerales o minerales mayores. (Church 1979).

Las investigaciones muestran que el hierro, yodo, cobre, cobalto, manganeso, selenio y zinc también son esenciales pero en menor medida y estos elementos son llamados microminerales o minerales traza. (Ammerman 1983).

Otros minerales como son el cromo, selenio, fluor y molibdeno son esenciales para mamíferos, pero su papel en la

nutrición del ganado no está bien definido. (Hillman 1979).

El progreso de técnicas analíticas para la determinación de elementos inorgánicos, especialmente el desarrollo de la espectrofotometría atómica como una herramienta analítica ha facilitado enormemente la investigación en nutrición de muchos de los elementos inorgánicos. (Ammerman 1983).

Esta información puede proporcionar un mejor conocimiento de los factores que influyen en los requerimientos mínimos. Las necesidades de los tejidos, los máximos niveles tolerables y las interrelaciones metabólicas de los minerales entre sí y de los minerales entre otros nutrientes dietéticos.

La nutrición mineral de los animales domésticos se consideraba de limitada importancia en 1908, anteriormente Armsby (1880), concluyó en su manual de alimentación del ganado, que la práctica de alimentación de animales maduros en mantenimiento o para engorda, rara vez puede encontrarse una falta de las materias minerales necesarias. Estas materias se encuentran, de hecho, en exceso; solamente la sal común en ciertos aspectos es una excepción.

En 1932 se consideraba que el sodio y el cloro (sal común) eran necesarios en muchas situaciones como suplemento alimenticio y que el calcio y fósforo suplementarios (especialmente el fósforo) eran necesitados por animales domésticos bajo ciertas condiciones (Church 1979).

El contenido de los elementos inorgánicos de los alimentos son muy variables. Los elementos inorgánicos de los forrajes se localizan sobre todo en las hojas, y sus porcentajes disminuyen considerablemente con el estado de desarrollo de la planta, sobre todo para el fósforo. (Guéguen 1981).

La mayor parte de los minerales están contenidos normalmente en los forrajes y granos en suficiente cantidad para satisfacer las necesidades del ganado, siempre y cuando les sean administradas las cantidades adecuadas de dichos elementos. (Hillman 1979).

Esto no sucede cuando los suelos son deficientes en ciertos minerales, o cuando las severas condiciones climáticas afectan la captación de minerales por las plantas. (Maynard 1975).



Deficiencias de minerales o intoxicaciones se observan más frecuentemente en rumiantes en pastoreo, y hay tendencia a que ocurran en ciertas áreas de algunos países.

El tipo de composición de los suelos, abastecimientos de agua, clases de vegetación, clima y diversos factores ambientales les determinan la ocurrencia de problemas nutricionales en una área determinada.

El nivel de producción, así como el genotipo de animal, determinan los requerimientos minerales y la tolerancia de los animales hacia éstos. (Ammerman 1983).

## CALCIO

El calcio, elemento más abundante en el cuerpo, fue primeramente aislado en su forma elemental por Sir Humphrey-Davy en 1808. Pasaron muchos años antes de que Chosant en 1842 y otros investigadores europeos encontraron que el calcio era necesario para el normal crecimiento de los huesos del ganado. (Ammenman 1983).

El calcio se encuentra en el cuerpo en mayor proporción que cualquier otro mineral, y es el principal elemento

en el hueso. Aproximadamente el 98% del calcio se encuentra en el esqueleto y en los dientes; el 2% restante se distribuye en los tejidos blandos y en los fluidos extracelulares. (Church 1979).

Las funciones del calcio comprenden: Excitabilidad muscular, regulación cardiaca, integridad de las membranas transmisión nerviosa, cuagulación adecuada de la sangre, producción de leche y cofactor en los sistemas enzimáticos.

La absorción de calcio ocurre en duodeno y yeyuno. La absorción del duodeno es un transporte activo y se facilita por la vitamina D, mientras que la absorción de calcio en yeyuno es por medio de difusión pasiva. (Ammerman 1983).

El pH intestinal modifica la absorción del calcio pues los fosfatos y los carbonatos de calcio son solubles en medio ácido, e insolubles en medio alcalino, por lo tanto se absorbe más calcio en la parte alta del intestino delgado donde todavía el quimo gástrico no ha sido totalmente neutralizado por los jugos alcalinos del intestino. (Laguna 1967).

La regulación del nivel de calcio en la sangre es controlada por dos hormonas: Hormona Paratiroidea y Hormona Cal

citonina. Cuando el nivel de calcio en la sangre disminuye, la hormona Paratiroidea se produce y estimula la producción de 1-25 dihidroxicolecalciferol que es la forma activa de la vitamina D (Mc. Donal 1978).

El 1-25 dihidroxicolecalciferol aumenta el nivel de -- calcio en la sangre incrementando la absorción intestinal y en conjunción con la hormona Paratiroidea, incrementando la remoción del calcio extraído del esqueleto. La hormona Paratiroidea disminuye la pérdida de calcio en la orina.

Cuando ocurren altos niveles de calcio circulante, se inicia la producción de calcitonina que inhibe la producción de PTH, reduciéndose así la absorción de calcio desde los intestinos y la remoción de calcio desde el esqueleto.

La excreción de calcio ocurre a través de tres rutas: heces, orina y sudor. La mayor de estas rutas de excreción es a través de las heces. La pérdida urinaria es mínima debido a la reabsorción de los riñones. (Maynard 1975).

Las necesidades de calcio están relacionadas con las de fósforo y los niveles de vitamina D. Otros factores que deben tomarse en cuenta incluyen la densidad de la ración --

si la necesidad de calcio se expresa en porcentaje de la ración), función del animal, edad, solubilidad y digestibilidad de la fuente de Ca. (suplementos minerales y forrajes), cantidad de grasa de la dieta y la especie animal en cuestión.

Las recomendaciones en términos de porciento de la dieta en base seca para ganado de leche son las siguientes:-- (NRC, 1978).

Crecimiento -----	0.40%
Borros maduros -----	0.24%
Vacas gestantes -----	0.37%
Producción de leche -----	0.43-0.6%

Las deficiencias de calcio causan raquitismo en el ganado joven y osteomalasia en el ganado adulto. En los terneros se manifiesta por retraso en el crecimiento, articulaciones dolorosas y agrandadas. (Maynard 1975).

En los casos de deficiencia comprobada de calcio en vacas adultas, estas se encuentran gordas y con apetito normal, pero los huesos son frágiles y las fracturas frecuentes, el crecimiento, la producción de leche y las funciones de reproducción se hallan afectadas. (De Alba 1971).

Una demanda mayor de calcio en el parto, puede ocasionar parálisis puerperal, enfermedad metabólica aguda, caracterizada por parálisis que se inicia en el tren posterior que ataca a la vaca recién parida o cuando inician la lactancia sobre todo si son buenas productoras.

Clinicamente se encuentra una disminución del nivel de calcio en la sangre. Esta hipocalcemia es una causa directa de la parálisis.

Esta condición puede ser debida al porcentaje de calcio ingerido previamente o la función paratiroidea.

Prolongadas dietas altas en calcio producen osteopetrosis, que es un engrosamiento de la corteza del hueso.

El NRC(1980) indica el nivel máximo de calcio tolerable que es un 2% de la dieta de materia seca.

## F O S F O R O

El fósforo fue aislado primeramente de la orina humana 1669 por Brandt, un alquimista alemán. Gahn 1969, un químico consideró al fósforo como un componente esencial del esqueleto en 1769. Grandes cantidades de fósforo fueron obtenidas de las cenizas de hueso en 1771 por Scheele. Estas tempranas obtenciones, indicaron la importancia potencial en fósforo en humanos y animales. (Ammerman 1983).

El fósforo tiene funciones múltiples, pues interviene en la fosforilación de todas las fuentes de energía del cuerpo, además forma parte integral de muchas de las pro---

teinas y es de especial importancia su papel en el ácido ribonucleico portador de los elementos de la herencia. (De Alba 1971).

Los fosfolípidos afectan la permeabilidad de la célula y ayudan a la transmisión nerviosa como componente de la vainamielina. (Frandsen 1976).

Los fosfatos juegan también un importante papel en el mantenimiento del equilibrio ácido-básico y en el poder tamponante. (Guéguen 1981).

La absorción del fosfato tiene lugar principalmente en:

La absorción del fosfato tiene lugar en los dos últimos tercios del intestino delgado, pero puede ocurrir también en los estómagos. (Jarrige 1981).

La absorción del fosfato es un proceso de energía dependiente que es afectado por la fuente de fósforo, pH intestinal, edad del animal y la ingestión de otros nutrientes incluyendo lactosa, grasa, calcio, Fe, Al, Mn, K., (Ammerman 1983)

Chen(1974) citado por Guéguen (1981) reportó que la absorción del fosfato es estimulada por 1-25 dihidroxicolecalciferol indicando que la vitamina D tiene un importante papel en la absorción del fósforo.

El exceso de fósforo, es excretado principalmente por el riñón y viene acompañado por una pérdida de sodio y potasio.

(Ammerman 1983).

Las necesidades del fósforo recomendadas por el NRC para ganado de leche (1978), en porciento de materia seca son:

Crecimiento-----	0.26 %
Toros maduros -----	0.18 %
Vacas gestantes -----	0.26 %
Producción de leche -----	0.31-0.4 %

La adecuación de las recomendaciones depende por supuesto de la relación Ca-P, de la disponibilidad de las de fósforo, la presencia de factores en el dieta que pueden interferir con la utilización del fósforo, la utilidad del animal y la cantidad de alimento consumido individualmente. (Church 1979).

En la carencia del fósforo los síntomas son: deseo --pervertido de masticar huesos y lamer pedazos de madera y metal (Pica), emaciación y anorexia. En casos avanzados endurecimiento de las articulaciones. El hueso permanece relativamente fuerte y resistente a las fracturas. (de Alba 1971).

En hembras, una deficiencia de fósforos puede causar o se ha asociado a ancestros, bajas tazas de concepción y reducida producción de leche. (Blood 1976).

El exceso de fósforo puede causar muchos desórdenes en el esqueleto (osteomalasia, osteoporosis e Hiperparatiroi

dismo secundario). El exceso de fósforo ha sido también implicado en cálculos urinarios, reducido calcio sérico (hipocalcemia) y fósforo sérico aumentado (hiperfosfatemia). --- Ammerman 1983).

#### PRODUCCION DE HECES EN MEXICO.

La cantidad de heces producida en México fue estimada en términos de 36 millones de cabezas de ganado que producen 72 millones de Kg. de heces diarias (2 Kg./día animal base seca), lo que representa una producción anual de 26.28 millones de tons. siendo esta cifra la que coloca a las heces entre los subproductos orgánicos de mayor volumen. (Palacios, 1982).

#### COMPOSICION DE LAS HECES DE BOVINO.

La composición de las heces está influenciada por varios factores: tipo de la ración y su digestibilidad, la edad del ganado y el estado general del animal.

Un animal de 450 Kg. de peso corporal produce aproximadamente 37.5 Kg. de heces y orina equivalente al 8.4 % de su peso; de esta cantidad aproximadamente el 84 % es de humedad y el 16% restante son sales minerales y materia orgánica. Esta materia orgánica a su vez, se compone de sólidos volátiles biodegradables y no biodegradables y por sólidos no volátiles. (Palacios, 1982).

La composición química de las heces de bovino encontrada por varios autores, fue recopilada por Albiñ, 1971.



## II.- OBJETIVOS.

Se planteo este trabajo por la necesidad de conocer la concentración de calcio y fósforo de las heces de los -- animales con la idea de:

a).- Buscar la utilización de este subproducto en la alimentación del ganado, conociendo su aporte de estos -- dos importantes elementos.

b).- Implantar dentro del laboratorio de Nutrición una metodología de trabajo para la obtención de elementos -- inorgánicos mayores (calcio y fósforo) que sirvan a la comu nidad universitaria y extrauniversitaria.

### III.- MATERIAL Y METODOS

Se muestrearon semanalmente (cada lunes) las heces con el fin de conocer la concentración de contenido de calcio y fósforo tomando la muestra directamente del recto de los animales (doce vacas cada vez) en producción.

Para el muestreo se empleó la técnica de Aguirre-Manola (1979) citada por Morfin, (1981).

A las heces se les determinó humedad parcial en una estufa de aire forzado a 55°C durante 48 horas; posteriormente se molió en un molino de Willey hasta pasar por una criba de 2 mm. se pesaron dos gramos de muestra, los cuales fueron colocados en un crisol de porcelana y se procedió a su incineración en una mufla a 550-600°C durante 3 horas.

A las cenizas obtenidas de las heces se les determinó Ca y P según la técnica de AOAC (1975), citada por Tejada (1983) y Morfin (1981).

La determinación de calcio está basada en la precipitación del ion calcio, como oxalato de calcio; el cual se hace reaccionar con el ácido sulfúrico para obtener ácido oxálico, substancia que se oxida a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O con permanganato de potasio (Morfin, 1981).

El método para determinar fósforo se busca en la reacción del fósforo restante en forma de fosfatos con una solución de molibdato de amonio y metavanadato de amonio -

para formar un complejo de fosfo-molibdovanadato de amonio-  
de color amarillo. El desarrollo del color se mide en un -  
Espectrofotómetro (Sosa 1979).

#### IV. - RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados obtenidos dentro del experimento se muestran en los cuatro cuadros que a continuación se describen.

En el cuadro No. 1 podemos observar las concentraciones de fósforo del excremento de los bovinos lecheros de la FES-C, para las 18 semanas de muestreo y con doce repeticiones para cada muestra, observándose que estos valores se mantuvieron constantes en términos generales durante las 18 semanas de experimentación.

Vease cuadro No. 1 en la página  
siguiente

CUADRO No. 1 DETERMINACION DE FOSFORO EN EXCREMENTO DE BOVINO.

LECHERO EN LE PES. CUAUTITLAN

SEMANA.	MUESTRA (1) % T	MUESTRA (2) % T	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	mgP/10 <sup>-3</sup>	mgP/10 <sup>-3</sup>
1	68	68	0.1675	0.1675	.0017	.0017
2	69	70	0.1612	0.1549	.0016	.0017
3	67	70	0.1739	0.1549	.0017	.0015
4	66	65	0.1805	0.1875	.0018	.0019
5	68	69	0.1675	0.1612	.0017	.0016
6	62	66	0.2076	0.1805	.0021	.0018
7	64	66	0.1938	0.1805	.0019	.0018
8	54	55	0.2676	0.2596	.0027	.0026
9	57	55	0.2441	0.2596	.0024	.0026
10	65	67	0.1871	0.1739	.0019	.0017
11	66	66	0.1805	0.1805	.0018	.0018
12	69	68	0.1612	0.1675	.0016	.0017
13	66	66	0.2076	0.2076	.0021	.0021
14	69	66	0.1612	0.2076	.0016	.0021
15	60	64	0.2218	0.1938	.0022	.0019
16	61	64	0.2147	0.1938	.0021	.0019
17	60	61	0.2218	0.2147	.0022	.0021

A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> = REPETICION DE LA MUESTRA.

T = TRANSMITANCIA.

En el cuadro No. 2 podemos observar las concentraciones de calcio del excremento de los bovinos lecheros de la FES-C, para las 18 semanas de muestreo y con doce repeticiones para cada muestra, observándose que estos valores se mantuvieron constantes en términos generales durante las 18 semanas de experimentación.

CUADRO No. 2 DETERMINACION DE CALCIO EN EXCREMENTO DE BOVINO LECHERO DE LA FES. CUAUTITLAN.

SEMANA	MUESTRA (1) ml de $KMnO_4$	MUESTRA (2) ml de $KMnO_4$
1	2.7	2.6
2	3.1	3.1
3	2.7	- -
4	2.6	2.6
5	3.0	2.9
6	2.9	2.7
7	3.0	2.2
8	2.8	3.0
9	1.7	1.7
10	1.9	1.5
11	1.5	2.0
12	1.8	2.0
13	2.4	2.3
14	1.9	2.0
15	1.7	1.7
16	1.9	1.8
17	2.3	3.0
18	2.3	2.3

El cuadro No. 3 expresa en porcentajes la concentración de calcio y fósforo durante las 18 semanas de experimentación así como el porcentaje promedio y su desviación estandar.

CUADRO No. 3 VALORES DE CALCIO Y FOSFORO PARA EL EXCEMENTO DE -- BOVINO LECHERO (FES-C.) DATOS EXPRESADOS EN BASE SECA 1.

SEMANA	CALCIO		FOSFORO	
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
1	2.09	2.05	.561	.561
2	2.45	2.45	.528	.495
3	2.09	--	.561	.495
4	2.05	2.05	.594	.627
5	2.37	2.29	.561	.528
6	2.29	2.09	.693	.594
7	2.29	2.09	.693	.594
8	2.21	2.37	.891	.858
9	1.34	1.34	.792	.858
10	1.50	1.18	.693	.561
11	1.18	1.58	.693	.594
12	1.42	1.58	.528	.561
13	1.90	1.82	.693	.693
14	1.50	1.58	.528	.693
15	1.34	1.34	.726	.627
16	1.50	1.42	.693	.627
17	1.82	2.37	.726	.693
18	1.82	1.82	--	--
	1.81			0.64
	0.4029			0.10

El Cuadro No. 4 presenta los valores de calcio y fósforo para nuestro trabajo experimental y la comparación con dos determinaciones de los mismos elementos que incluyen al mismo Rancho-Almaraz (1982) y al Cuatro Milpas perteneciente a la U.N.A.M.

MUESTRAS		REFERENCIA 1			REFERENCIA 2					
REFERENCIAS		RANCHO ALMARAZ (1982)			RANCHO 4 MILPAS			RANCHO ALMARAZ EXPERIMENTAL		
DETERMINACION										
Ca ( % )		2.85			1.45			1.81	0.4029	
		%	D.S.	C.V.	%	D.S.	C.V.	%	D.S.	C.V.
P ( % )		.95			.65			.63	0.10	

CUADRO No. 4 CUADRO COMPARATIVO ENTRE LOS RANCHOS CIRCUNVECINOS CON EL RANCHO ALMARAZ, EN CUANTO A LOS VALORES EXPERIMENTALES EN LA DETERMINACION DE CALCIO Y FOSFORO.

D.S. = DESVIACION STANDARD.  
D.V. = COVARIANZA.



V.- CONCLUSIONES.

1.- Los resultados obtenidos pueden servir junto con otros análisis paralelos (químico proximal) para realizar -- trabajos experimentales de alimentación de ruminantes en en-- gorda.

2.- Los porcentajes de calcio y fósforo obtenidos en tran entre los rangos presentados por diferentes autores den tro de la literatura nacional e internacional.

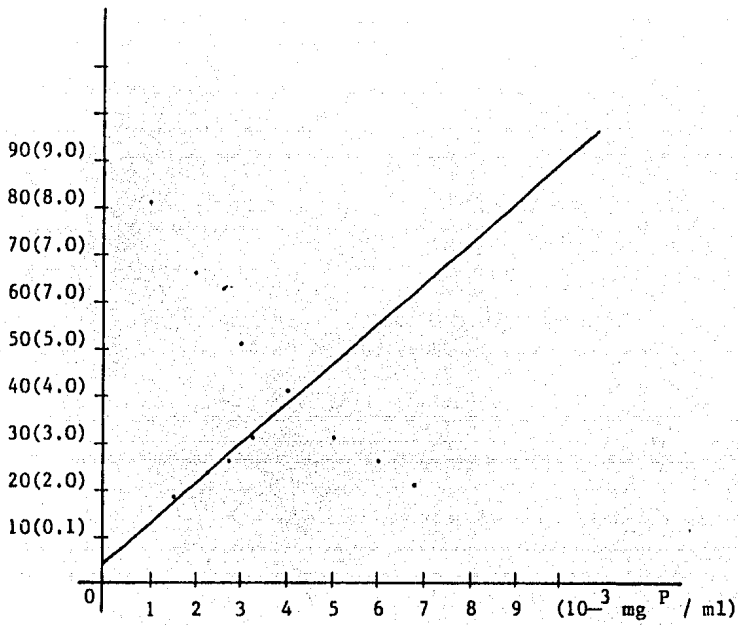
3.- La metodología utilizada para la determinación - de estos dos elementos puede ser utilizada como guía para la elaboración de las prácticas docentes, en la FES- CUAUTITLAN.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Ammerman, D.C. Goodrich, R.D., 1983, Advances in mineral nutrition in ruminants, Journal of animal science vol. 57 and suplement 2, American Society of Animal science. U.S. A.
- 2.- Arevalo, N.J.R. "Utilización del estiércol de bovino, cerdo y aves en la nutrición, F.M.V., UNAM 1975.
- 3.- Blood, D.C. Henderson, J.A., 1976, Medicina Veterinaria, 4a. edición, Editorial Interamericana, México, D.F.
- 4.- Church, D.C., 1979, Digestive Physiology and nutrition of ruminants, vol. 2, Second edition, O y B. Books U.S.A.
- 5.- De Alba, J., 1971, Alimentación del ganado en América Latina, 2a. edición, Editorial la prensa médica Mexicana, México, D.F. México.
- 6.- Fradson, R.D., 1976, Anatomía y Fisiología de los Animales domésticos, 2a. edición, Edit. Interamericana, México, D.F.
- 7.- Guéguen, L. Lamand, M. 1981, Alimentación de los rumiantes Institute National de la Recherche Agronomique, --- INRA, cap. V, Ediciones Mundi Prensa, Madrid España.

- 8.- Hillman, D. 1979. Basic dairy cattle nutrition, Department of science, Michigan state University U.S.A.
- 9.- Jarrige, R. Guéguen, L. Vermorel, M. 1981. Alimentación de los rumiantes, Institut National de la Recherche -- Agronomique, INRA. cap. VII, Ediciones Mundi Prensa, - Madrid España.
- 10.- Laguna, J. 1977. Bioquímica, 2a. edición, editorial la Prensa Médica Mexicana, México, D.F.
- 11.- Maynard, A.L. Loosli, K.L., 1975. Nutrición Animal 3a. edición, editorial Hispano Americana, México, D.F. --- México.
- 12.- Mc Donald, L.E. 1978, Reproducción y Endocrinología -- Veterinarias. 2a edición, Editorial Interamericana México, D.F. México.
- 13.- Morfin, L.L. 1982, Manual de Bromatología, FESC. UNAM-Cuautitlán, Edo. de Méx., México.
- 14.- N.R.C., 1977. Nutrient requirements of dairy cattle, - fifth revised edition No. 3, National Academy of sciences. Washington, D.C.U.S.A.
- 15.- N.R.C. Nutient requeriments of dairy cattle, fifth revised edition. No. 3, National Academy of science. Washington, D.C. U.S.A.

- 16.- Tejada de Hdez. I. 1983. Manual de laboratorio para -- análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patronato de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México, A.C. (PAIEPEME) INIP.-- SARH. México.
- 17.- Sosa de Pro, E. 1979. Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal. Chapingo, México.
- 18.- Palacios Ortíz Amos "Análisis de las características nutritivas del estiércol de bovino y su posible uso en la alimentación animal., F.M.V., UNAM. 1982.



$10^{-3}$ mg P/ml	% T	A
1	80	0.097
2	63	0.201
3	51	0.292
4	40	0.399
5	32	0.495
6	27	0.569
7	22	0.658

(  $A=2-\log T$  )