



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**DETERMINACION DE MINERALES EN ALGUNOS
ALIMENTOS COMERCIALES PARA PERROS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
ALMA RUTH MIRANDA VALENZUELA

ASESORES: MVZ. DAVID PACHECO RIOS
MVZ. FAUSTO REYES DELGADO
Q. MA. ANTONIETA AGUIRRE G.

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN





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.

CONTENIDO

Página

Resumen	1
Introducción	2
Hipótesis	12
Objetivos	12
Material y Métodos	13
Resultados	14
Discusión	36
Literatura Citada	46

GRAFICAS

Página

Gráfica 1.	Concentración de calcio en alimentos comerciales para perros.....	16
Gráfica 2.	Concentración de fósforo en alimentos comerciales para perros.....	17
Gráfica 3.	Concentración de sodio en alimentos comerciales para perros.....	18
Gráfica 4.	Concentración de potasio en alimentos comerciales para perros.....	19
Gráfica 5.	Concentración de magnesio en alimentos comerciales para perros.....	20
Gráfica 6.	Concentración de hierro en alimentos comerciales para perros.....	21
Gráfica 7.	Concentración de cobre en alimentos comerciales para perros.....	22
Gráfica 8.	Concentración de cinc en alimentos comerciales para perros.....	23
Gráfica 9.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Hi-Pro).....	24
Gráfica 10.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Chuck-Wagon).....	25
Gráfica 11.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Chef-Albondiketas) ..	26
Gráfica 12.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Bonzo).....	27
Gráfica 13.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Eukanuba).....	28
Gráfica 14.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Pedigree).....	29
Gráfica 15.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (SD Mantenimiento) ...	30
Gráfica 16.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Puppy-Chow).....	31

Gráfica 17.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Nutricachorro).....	32
Gráfica 18.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Eukanuba-Puppy).....	33
Gráfica 19.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (Puppy-Performance)..	34
Gráfica 20.	Concentración de macro y micro elementos por alimento (SD Crecimiento).....	35

RESUMEN

MIRANDA VALENZUELA ALMA RUTH. Determinación de minerales en algunos alimentos comerciales para perros. (Bajo la dirección de los MVZs. David Pacheco Ríos y Fausto Reyes Delgado y la Química Ma. Antonieta Aguirre García).

En el presente trabajo se evaluaron los niveles de minerales en alimentos comerciales para perros por los siguientes métodos: Sodio y Potasio por Flamometría (A.O.A.C. 1985). Fósforo determinado por Colorimetría, Método del molibdo vanadato de amonio (A.O.A.C. 1985). Calcio, magnesio, cinc, cobre y hierro se determinaron por absorción atómica (Perkin-Elmer 2380 en el Manual de Técnicas Perkin Elmer 1975). Se analizaron 120 muestras de las siguientes marcas: Cachorros: Puppy Chow, Nutricachorros, Eukanuba puppy, Puppy Performance, Science Diet canine growth. Adultos: Hi-pro, Chuck wagon, Chef albondiketas, Bonzo, Eukanuba adulto, Pedigree, Science Diet maintenance. Para calcio se obtuvo que el 41.6% de los alimentos analizados se encuentran por debajo de las necesidades (solo cubren el 36% de esta) y el 48% restante se encuentra excedido en un rango de 130% a 180% de las necesidades recomendadas por el National Research Council (NRC). Para el fósforo, el 17% de los alimentos solo cubre el 77% de las necesidades, mientras que el 83% restante sobrepasa en un 140% las necesidades. Para el sodio, 16% de los alimentos solo cubre el 54% de las necesidades, el 49% esta en niveles recomendables y el 33% restante tiene un exceso de 200%. Para el potasio el 100% de los alimentos sobrepasan la necesidad desde un 200 a un 300%. En relación al magnesio, el 50% de los alimentos sobrepasan en 250% las necesidades, mientras que el otro 50% la sobrepasa 5 veces. En relación al hierro, el 50% de los alimentos esta por encima de su necesidad en un 300%, el otro 50% esta 500% mas alto que lo recomendado. Para cobre, el 50% de los alimentos analizados sobrepasan en un 200% las recomendaciones y el otro 50% excede en un 400%. En el caso del cinc, se observó que el 25% de los alimentos solo cubren el 90% de las recomendaciones, el 33% se encuentra en rangos aceptables y el 41% restante esta de un 200 a 500% por encima de las recomendaciones dadas por el NRC.

INTRODUCCION

Los animales al igual que los seres humanos, carecen de los procesos bioquímicos adecuados para sintetizar una amplia diversidad de compuestos nutritivos que son necesarios para la formación y mantenimiento de los tejidos, para poder efectuar reacciones metabólicas que permitan sostener la vida. Estos compuestos, que todas las células de los organismos superiores deben obtener preformados del medio que los rodea, junto con un cierto número de elementos minerales reciben el nombre de nutrimentos esenciales. (20,23)

En la actualidad se sabe que un gran número de componentes de la dieta son materiales esenciales para que un animal pueda desarrollar una vida plena y saludable. Los perros en las pasadas décadas han subido un escalón en la sociedad, pasando de ser un animal de compañía a ser un miembro más de la familia. Sus dueños ahora demandan los servicios de un Médico Veterinario, que se pueden comparar con los proporcionados por un Médico humano especialista.(3)

El perro, por ser un animal íntimamente ligado a la convivencia humana, depende más de lo que se le proporciona a lo que puede conseguir por si mismo. Por esto, su dieta se vuelve más restringida (calidad de lo que come) por lo que debe cuidarse que sea una dieta balanceada.(4)

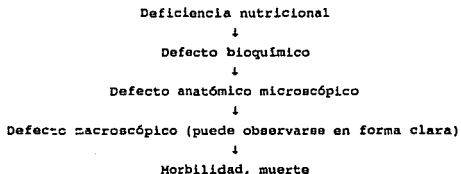
En Estados Unidos de América, se han establecido los requerimientos de nutrimentos indispensables para los perros; esta información se ha vertido en forma de recomendaciones, en publicaciones del National Research Council (NRC), y así poder satisfacer sus necesidades. (21,24)

En la mayor parte de los países Europeos occidentales, Canadá y Estados Unidos se encuentran en el comercio una gran variedad de alimentos que se apegan a las recomendaciones de nutrición y alimentación del NRC. (24)

En países en donde la reglamentación es menos rígida como en México, las normas sobre el contenido nutricional de los alimentos se basa en el Análisis Químico Proximal que incluye: proteína bruta, extracto etéreo, cenizas, fibra bruta y elementos libres de nitrógeno. Pero no son específicos para los nutrimentos relacionados o que son causa común de problemas nutricionales en los animales ya sea de aminoácidos, glúcidos, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales. Esta serie de antecedentes formula la necesidad de verificar el contenido de dichos nutrientes en la dieta. (4,7,10,20,24)

Los minerales son muy necesarios en la dieta del perro y tienen que ver prácticamente con todas las fases de la actividad corporal; los perros no vivirían mucho tiempo con una dieta sin minerales, ya que estos son los reguladores fisiológicos de muchas reacciones y mantienen el balance ácido-básico, presión osmótica, estructura y respuesta tisular. En adición, sirven como activadores y catalizadores dentro del sistema enzimático. Por su interrelación, los minerales siempre deben ser considerados como un grupo y nunca como entidades separadas, por lo que es indispensable cuantificar cada elemento dentro de los minerales esenciales. (4,16,24)

El descubrimiento de la mayoría de los nutrimentos como constituyentes esenciales de la dieta se han llevado a cabo principalmente en animales domésticos y de laboratorio. Sin tener en cuenta cuál sea la clase de nutrimento que hace falta, siempre prevalece la misma secuencia de hechos (5):



Los minerales más importantes en la dieta de los perros y que producen signos clínicos asociados a deficiencia son: Calcio (Ca), Fósforo (P), Sodio (Na), Potasio (K), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn). (4,10,21)

Debido a que los minerales desempeñan papeles diferentes y se requieren en formas y concentraciones distintas, es preciso establecer una clasificación adecuada de los elementos para poder considerarlos más ordenadamente. Para este trabajo se considerarán los siguientes criterios para la clasificación de minerales presentes en animales superiores (Cuadro 1 y 2)

CUADRO 1

CLASIFICACION DE MINERALES POR SU FUNCION BIOLOGICA					
ESENCIALES		PROBABLEMENTE ESENCIALES	FUNCION INCIERTA		TOXICOS
Calcio	Azufre	Flúor	Litio	Plata	Plomo
Fósforo	Hierro	Sílice	Berilio	Cesio	Mercurio
Potasio	Cobre	Titanio	Boro	Bario	Cadmio
Cloro	Cobalto	Vanadio	Escandio	Estaño	
Sodio	Yodo	Cromo	Aluminio	Bismuto	
Magnesio	Cinc	Níquel	Galio	Radio	
Selenio		Arsénico	Germanio	Torio	
Manganeso		Bromo	Rubidio	Uranio	
Molibdeno		Estroncio	Circonio	Antimonio	

(24,27)

CUADRO 2

CLASIFICACION DE MINERALES PRESENTES EN ANIMALES DOMESTICOS							
MACROELEMENTOS		MICROELEMENTOS		ELEMENTOS TRAZA			
Ca	P	Fe	Zn	Cd	B	Rb	Bi
K	Na	Cu	Mo	Se	Co	Cr	Sb
S	Mg	Sr	Br	As	Ni	Li	U
Cl		Si	Cs	Ba	Ti	Ag	Th
		I	Mn	Sn	Be	Ga	Rh
		Al	Pb	Hg	Sc	Zr	

(23,25)

Por diversas razones, los requerimientos nutricionales de los minerales son mas difíciles de definir con exactitud que los nutrientes orgánicos, ya que muchos factores determinan su aprovechamiento. Unos de estos factores son las propiedades fisicoquímicas que tienen los minerales lo cual provoca que tengan una tendencia alta a interactuar entre sí y con otras sustancias, sean o no nutrientes. Dicha interacción puede tener efectos sinérgicos o antagónicos en el organismo y se puede desarrollar en el tracto digestivo cuando se realiza la digestión o durante el metabolismo intermediario. El conocimiento de estos efectos ayuda a prevenir interacciones indeseables y con ellas, la aparición de la llamada insuficiencia mineral secundaria. (24,27)

Se entiende por elementos sinérgicos aquéllos que acrecentan mutuamente su absorción en el tracto digestivo o que cumplen su función metabólica a nivel celular en ayuda conjunta.

Los elementos antagonísticos son aquellos que inhiben su absorción mineral en el tracto digestivo y provocan efectos opuestos en cualquier función bioquímica del organismo. Las interacciones antagónicas que se llevan a cabo en el organismo son resultado de la similitud fisicoquímica, la tendencia a formar complejos y el grado de afinidad a reaccionar con algunas biosustancias. El número de efectos sinérgicos encontrados es mucho menor al de los antagónicos, debido a que estos últimos son de fácil determinación experimental y en la práctica provocan signos típicos de desbalance mineral. (4,24,27)

Cuando la ingesta de minerales es inadecuada, ya sea inferior o superior a las necesidades normales del animal, se desencadenan una serie de signos clínicos y lesiones anatómicas que ponen de manifiesto la importancia de mantener un balance adecuado de minerales en la dieta de animales en general y en este caso particular en el alimento.

A continuación se señalan los niveles recomendados y algunas características como absorción, depósito, ecreción, función, deficiencias y excesos de los siguientes minerales: (2,4,8,10,13,14,15,16,17,18,19,21,23,25,26,27)

1. Calcio: El NRC establece como niveles óptimos en el alimento para perros 11,000 mg/Kg de alimento en Base seca (BS). Para adultos 242 mg/Kg de PV/día y para cachorros 484 mg/kg de PV/día.

Absorción: Intestino delgado.

Depósito : Huesos, tejidos blandos, dientes e hígado

Excreción: Orina y heces

Función : Formación de huesos y dientes
Necesario para la coagulación normal de la sangre
Exitabilidad neuromuscular
Secreción de varias enzimas
Mantener el balance electrolítico

Deficiencias: Cambios progresivos en la paratiroides asociados con hiperparatiroidismo primario, raquitismo, osteoporosis, pérdida de dientes, compresión de vértebras y osteodistrofia. Si persisten las deficiencias puede terminar en tetania, convulsiones, hemorragias, problemas reproductivos y fracturas espontáneas.

Excesos: Inapetencia, decremento de peso, incremento de los niveles requeridos de cinc y muerte.

2. Fósforo: El NRC establece como niveles óptimos en alimento para perros 9,000 mg/Kg de alimento (BS), para adultos 198 mg/Kg de PV/día y para cachorros 396 mg/Kg de PV/día.

Absorción: Intestino delgado

Depósito: Tejidos blandos y forma parte de fosfoproteínas, nucleoproteínas, fosfolípidos, fosfocreatinina.

Excreción: Orina y heces

Función: Formación de huesos
Metabolismo energético
Integridad de membrana celular
Metabolismo de ácidos nucleicos

Deficiencias: Pobre crecimiento, apetito depravado (en

- cachorros). En adultos osteomalacia.
- Exceso:** Disminución de niveles de calcio.
- 3.Hierro:** El NRC establece 60 mg/kg de alimento (BS). Para adultos 1.32 mg/Kg de PV/día y cachorros 2.64 mg/Kg de PV/día.
- Absorción:** Intestino delgado (principal) y estómago
- Depósito:** Hígado, médula osea, bazo (como ferritina y hemosiderina)
- Excreción:** Orina, heces y sudor.
- Función:** Interviene en la degradación de peroxidos. Transporta Oxígeno mediante los compuestos Hem. Parte integral de enzimas: citocromo, catalasa, peróxidasa y lisozima.
- Deficiencias:** Anoxia tisular, anemia macrocítica hipocrómica, decremento en la concentración corpuscular de hemoglobina, mucosas pálidas y debilidad, reducción en la producción de anticuerpos y fagocitos.
- Exceso:** Anorexia, pérdida de peso y disminución en la concentración de albúmina en suero.
- 4.Potasio:** El NRC establece niveles de 6,000 mg/kg de alimento (BS). En adultos 132 mg/kg de PV/día y cachorros 264 mg/kg de PV/día.
- Absorción:** Intestino delgado
- Depósito:** Tejidos en general por ser un componente intracelular.
- Excreción:** Orina, y sudor
- Función:** Participa en la síntesis de proteínas. Mantiene la presión osmótica del equilibrio ácido-básico.
- Deficiencias:** Bajo crecimiento, insomnio, parálisis del cuello y parte delantera del cuerpo, tendencia a la deshidratación y lesiones en corazón, riñon y muerte.

- Exceso:** Deficiencia en el desarrollo, anorexia, ataxia, deficiencias cardiacas y renales.
- 5.Sodio:** El NRC establece 11,000 mg/Kg de alimento (BS). Para adultos 242 mg/kg de PV/día y cachorros 484 mg/Kg de PV/día.
- Absorción:** Intestino delgado
- Depósito:** Fluidos intercelulares, tejido conectivo, piel y bazo.
- Excreción:** Orina en forma de cloruros y de fosfatos, sudor.
- Función:** Mantener presión osmótica del equilibrio ácido-básico.
Control del paso de los nutrientes hacia el interior de las células.
Interviene en el metabolismo del agua en general.
Junto con el cloro, necesario para la producción de ácido clorhídrico gástrico.
- Deficiencias:** Fatiga, inhabilidad para mantener un balance adecuado de agua, retardo en el crecimiento, perdida de pelo y resequedad de la piel.
- Exceso:** Sed extrema, micción intensa, heces líquidas, edema, vomito, cianosis de membranas mucosas, hidropericardio, respiración irregular y muerte.
- 6.Cobre:** Para el se establece 7.3 mg/Kg de alimento (BS). Adultos 0.16 mg/kg de PV/día y cachorros 0.32 mg/Kg de PV/día.
- Absorción:** En el intestino y transportado en el suero como proteína cúprica (ceruloplasmina)
- Depósito:** Masas musculares, médula osea, hígado, riñones y pancreas.
- Excreción:** Heces
- Función:** Parte integral de muchas metalo-enzimas como el citocromo C oxidada, uricasa, tirosinasa, lisil-oxidasa, benicilamina-oxidasa y diamino-oxidasa.

Formación de hemoglobina al ayudar al hierro a incorporarse dentro de ésta e interviene en la maduración de glóbulos rojos.

Contribuye en la pigmentación y queratinización de pelos y faneras.

Deficiencias: Anemia microcítica hipocrómica, deformidad de huesos y fragilidad de estos mismos, decoloración del pelo y crecimiento escaso.

Exceso Crónico: Pérdida del apetito, sed intensa, apatía.

También puede ocurrir: disnea y atrofia muscular.

Exceso Agudo: Náuseas, dolor abdominal, convulsiones, parálisis y muerte.

7.Cinc: Para el se establece 50-100 mg/kg de alimento (BS). Para adultos 1.1 mg/kg de PV/día y cachorros 2.2 mg/kg de PV/día.

Absorción: El cinc penetra en el sistema cuando el pancreas produce una segregación que quela al cinc dentro del lumen intestinal.

Depósito: Piel, pelo, huesos, músculos, hígado, bazo y riñones.

Excrecion: Orina, heces, sudor

Función: Coopera indirectamente en la síntesis de la porfirina.

Intensifica el efecto hormonal de la insulina.

Involucrado como intermediario en la acción de las enzimas, carboxipeptidasas (que hidroliza las proteínas y los peptidos) y la lactato deshidrogenasa (que regula el paso de la glucólisis y la gluconeogénesis).

Actua en la reparación de tejidos

Deficiencia: Alopecia, hiperqueratinización y acantosis, disturbios en el crecimiento, anorexia y emaciación, así como una mala curación de las heridas (deficiencia en síntesis de colageno),

conjuntivitis, queratitis y depósitos de calcio en la pelvis renal. También se puede producir degeneración de testículos, vesícula seminales y glándulas prostáticas y una disminución en la cantidad de esperma presente en el epididimo. En hembras preñadas se han presentado reabsorciones fetales.

Excesos: Decremento de la ganancia de peso, diarreas sanguinolentas, paresia de miembros posteriores y anemias (provocado por la interferencia con el compuesto de hierro porfirina).

8. Magnesio: El NRC establece 400 mg/kg de alimento (BS). Adultos 8.8 mg/kg de PV/día y cachorros 17.6 mg/Kg de PV/día. Sus requerimientos están muy relacionados con los niveles de fósforo.

Absorción: Intestino delgado
Depósito: Huesos, dientes y tejidos blandos.
Excreción: Heces (mayoría) y orina.
Función: Participa como cofactor en el metabolismo celular. Activa el proceso de fosforilación oxidativa.

Interviene en la formación del esqueleto y dientes, así como también actúa en la síntesis de las grasas y temperamento de los animales.

Farmacológicamente actúa disminuyendo la transmisión neuromuscular (contraparte del calcio).

Deficiencia: Anorexia, baja ganancia de peso y bajo desarrollo muscular lo que incluye una pronunciada relajación de músculos y tendones de las piernas. Provoca elevación de niveles de fósforo sérico y decremento de calcio sérico, alteraciones en el transporte de sodio y potasio. Irritabilidad, ataxia en miembros posteriores, convulsiones y muerte.

Exceso: Debilidad muscular, calculos en vías urinarias (urolitiasis) sedación, náuseas y confusión. Hipotensión, parálisis respiratoria y muerte.

Generalmente cualquier deficiencia nutricional será compleja y puede involucrar una combinación de aminoácidos, minerales y vitaminas. Niveles diferentes de los mismos nutrientes producirán diferentes respuestas y grado de respuesta en los perros. Esto convierte el reconocimiento y el tratamiento de los mismos problemas, difícil, especialmente cuando algunos han resultado de sobredosis por el dueño del perro.

Los Médicos Veterinarios son cuestionados por la calidad del alimento que consumen los perros. La pregunta instantánea es: ¿Qué tan bueno es éste alimento para mi perro?. El Médico Veterinario tiene una responsabilidad profesional para contestar a sus clientes dicha pregunta de una manera responsable. Para hacer esto, el Médico Veterinario debe tener la suficiente información sobre el producto para dar una opinión correcta. (5,9,12)

Esta serie de antecedentes formúla la necesidad de verificar el contenido de minerales en alimento completo para perros de tipo comercial.

HIPOTESIS

Los alimentos comerciales para perros, contienen los niveles adecuados de minerales (de acuerdo a las recomendaciones del NRC).

OBJETIVOS

- Determinar la concentración de minerales en algunos alimentos comerciales para perros y compararlos con las necesidades recomendadas por el NRC.

MATERIAL Y METODO

Se recolectaron 5 muestras de cada alimento concentrado y se obtuvieron 100 g. de cada una de ellas. La recolección de las muestras se realizó en bolsas de papel y se tomaron de bolsas recién abiertas y lotes diferentes; se guardaron a temperatura ambiente. Las marcas utilizadas fueron:

	NACIONALES	IMPORTADAS
Cachorros	Puppy chow ¹	Eukanuba puppy ³
	Nutricachorro ²	Puppy performance ⁵ Science Diet canine growth ⁴ (Crecimiento)
Adultos	Hi-pro ¹	Eukanuba adulto ³
	Chuck wagon ¹	Pedigree ⁶
	Chef albondiketas ²	Science Diet maintenance ⁴
	Bonzo ¹	(mantenimiento)

Posteriormente se determinaron los minerales por los siguientes métodos:

*Sodio y Potasio determinados por flamometría (A.O.A.C. 1985) (1)

*Fósforo determinado por colorimetría, Método del Molibdovanadato de amonio (A.O.A.C. 1985) (1)

*Calcio, Magnesio, Cinc, Cobre y Hierro se determinaron por el Método de Espectrofotometría de Absorción atómica. (Perkin-Elmer 2380 manual de Técnicas Perkin-Elmer 1975). (22)

Una vez obtenida la información se procedió a calcular la media y la desviación estandar de cada mineral para posteriormente graficarlo y compararlo con las necesidades especificadas por el NRC. (28)

¹ Purina
⁴ Hill's

² Anderson Clayton
⁵ Natures Recipe

³ IAMS
⁶ Kal Kan Foods

RESULTADOS

Una vez obtenidos los resultados de las 5 muestras de cada alimento, se determinó el promedio y su respectiva desviación estandar. Las concentraciones promedio de cada alimento fueron comparadas en forma de histogramas con los requerimientos del NRC, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Se agruparon en macroelementos: Ca, P, Na, K, Mg.

Para el **Calcio** (gráfica 1), se observo que el 41.6% de los alimentos analizados se encuentra por debajo de las necesidades recomendadas (36% menos de la recomendación), el 33% se encuentra en un rango de 11,000 a 14,000 mg/kg (130%) y el 25% se encuentra en un rango de 17,000 a 20,000 mg/Kg, (181%). El NRC establece una necesidad de 11,000 mg/kg como cantidad mínima deseable para la nutrición del perro.

Para el **Fósforo** (gráfica 2), se observó que el 16% de los alimentos se encuentran en un rango de 7,000 a 8,000 mg/Kg, es decir solo llena el 77% de las recomendaciones de la NRC. El 41.66% se encuentra en un rango de 9,000 a 11,000 mg/kg y el otro 41.66% en un rango de 11,000 a 12,000 mg/kg (140%). Las recomendaciones son de 9,000 mg/kg.

Para el **Sodio** (gráfica 3), se observó que el 16% de los alimentos se encuentran en un rango de 6,000 a 10,000 mg/kg (solo llena el 54%). El 16% se encuentra en un rango de 11,000 a 12,000 mg/kg, 33% de los alimentos se encuentran entre 13,000 a 15,000 mg/kg (136%) y el otro 33% se encuentra entre 18,000 a 23,000 mg/kg, es decir 2 veces más de las recomendaciones dadas por la NRC, que es de 11,000 mg/kg.

Para el **Potasio** (gráfica 4), se observó que ningún alimento esta por debajo de las necesidades establecidas de la NRC que es de 6,000 mg/kg. El 50% de los alimento se encuentra en un rango de 8,000 a 12,000 mg/kg y el otro 50% en un rango de 13,000 a 18,000

mg/kg, es decir que esté mineral esta de 2 a 3 veces más de las recomendaciones.

Para el **Magnesio** (gráfica 5), el 50% de los alimentos se encuentran dentro de un rango de 600 a 100 mg/kg (es decir 2.5 veces más de las necesidades). El 41.6% se encuentra en un rango entre 1,000 a 1,600 mg/Kg (4 veces más) y el 8.3% en un rango de 2,000 mg/kg, es decir 5 veces más de las recomendaciones dadas por la NRC que es de 400 mg/kg

En Microelementos: Fe, Cu, Zn

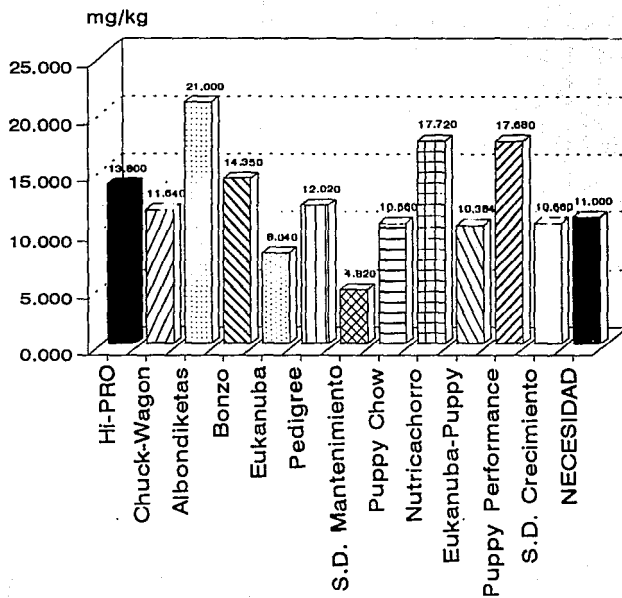
Para el **Hierro** (gráfica 6), se observó que el 50% de los alimentos se encuentra en un rango de 100 a 200 mg/kg (el triple), y el otro 50% dentro de un rango de 200 a 300 mg/kg, estando 5 veces más alto de las recomendaciones dadas por la NRC, que es de 60 mg/kg.

Para **Cobre** (gráfica 7), el 50% de las muestras se encuentran en un rango de 8.5 a 13.6 mg/kg (casi el doble) y el otro 50% dentro de un rango de 24 a 30 mg/kg, que es cuatro veces más de lo marcado por el NRC, que es de 7.3 mg/kg.

Para el **Cinc** (gráfica 8), el 25% de los alimentos se encuentra en un rango de 40 a 50 mg/kg (10% menos de las recomendaciones). El 33% se encuentra en un rango de 100 a 200 mg/kg y el 41.66% en un rango de 200 a 500 mg/kg, es decir de 2 a 5 veces mas de las recomendaciones dadas por la NRC (si tomamos el nivel más alto) que es de 50 a 100 mg/kg.

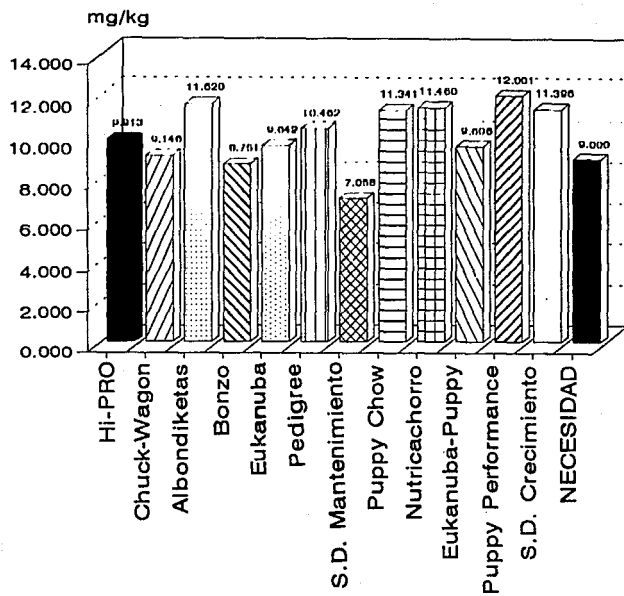
GRAFICA 1

CONCENTRACION DE CALCIO EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA PERRO



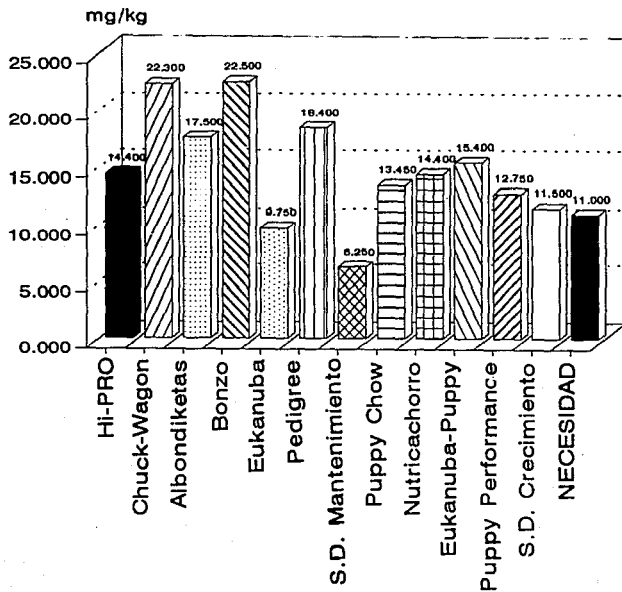
GRAFICA 2

CONCENTRACION DE FOSFORO EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA PERRO



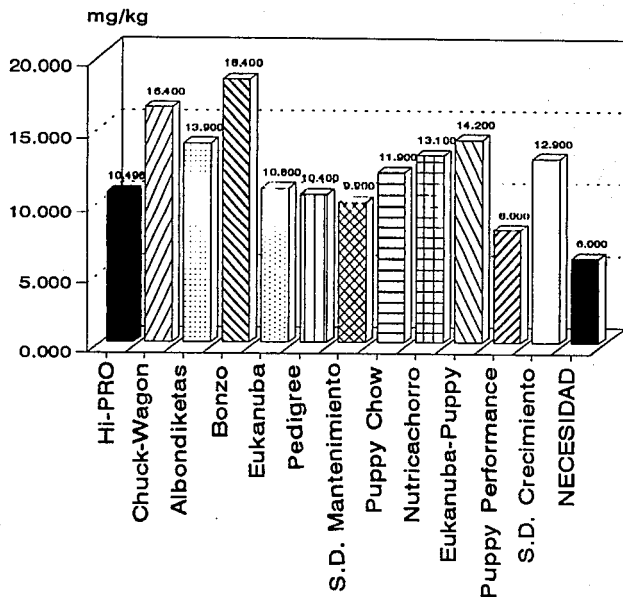
GRAFICA 3

CONCENTRACION DE SODIO EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA PERRO



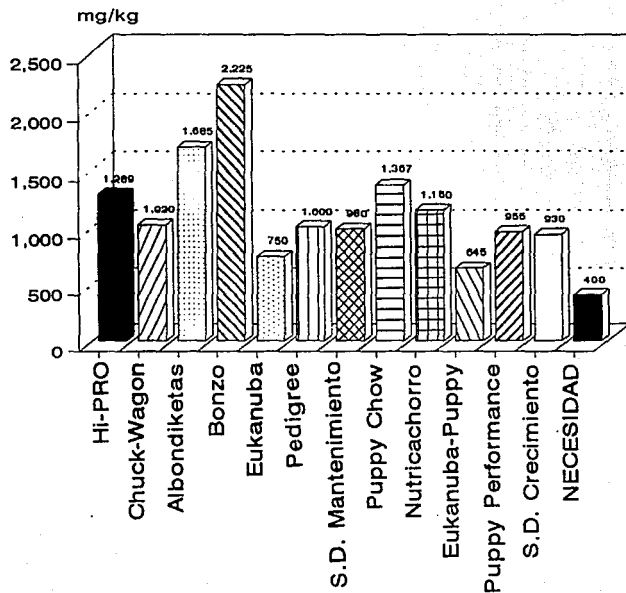
GRAFICA 4

CONCENTRACION DE POTASIO EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA PERRO



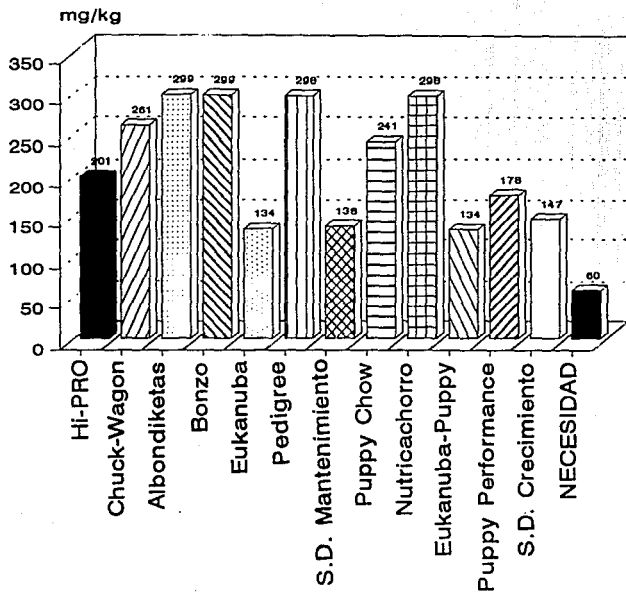
GRAFICA 5

CONCENTRACION DE MAGNESIO EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA PERRO



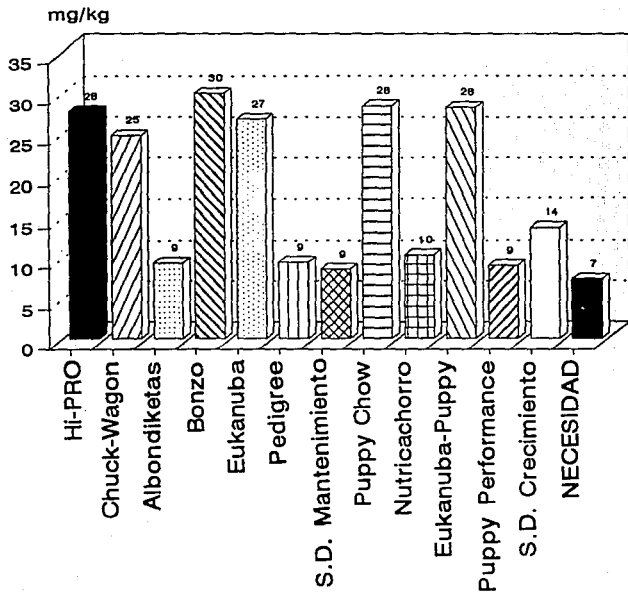
GRAFICA 6

CONCENTRACION DE HIERRO EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA PERRO



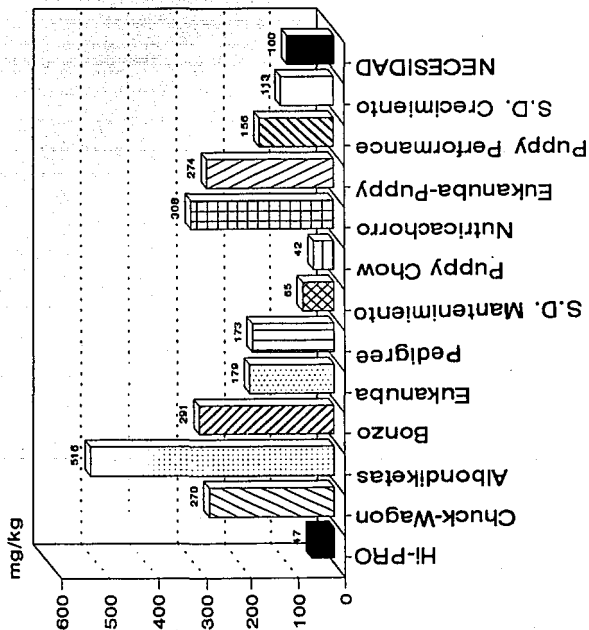
GRAFICA 7

CONCENTRACION DE COBRE EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA PERRO

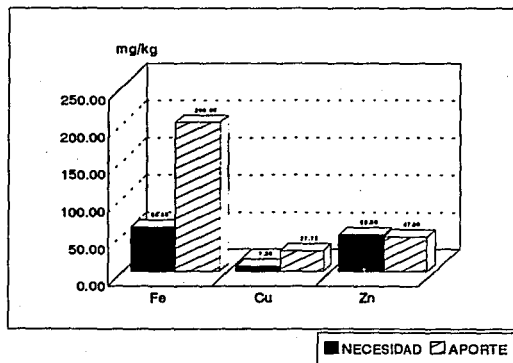
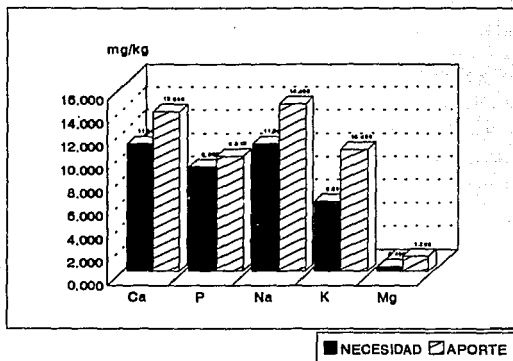


GRAFICA 8

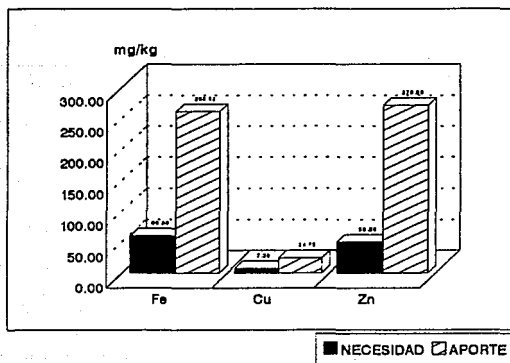
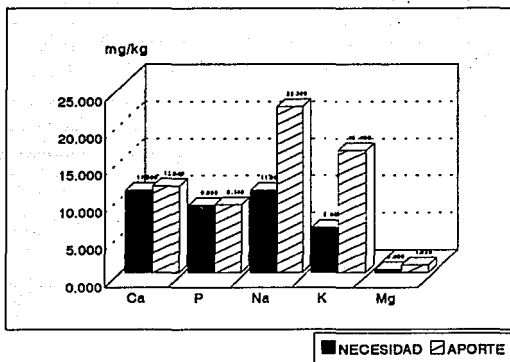
CONCENTRACION DE CINCO EN ALIMENTOS COMERCIALES PARA PERRO



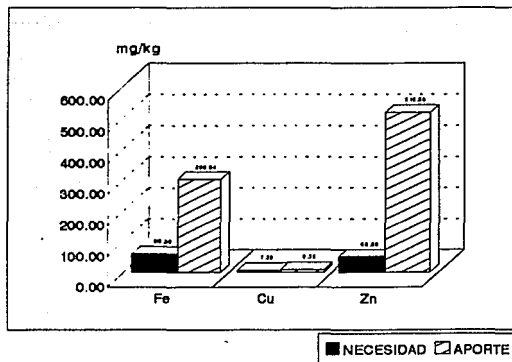
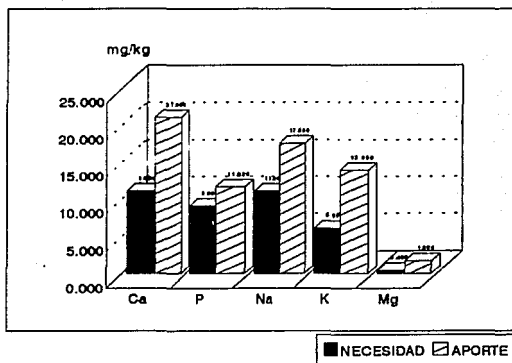
GRAFICA 9
CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
(Hi-Pro)



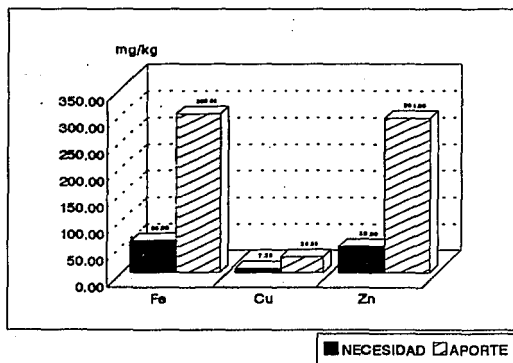
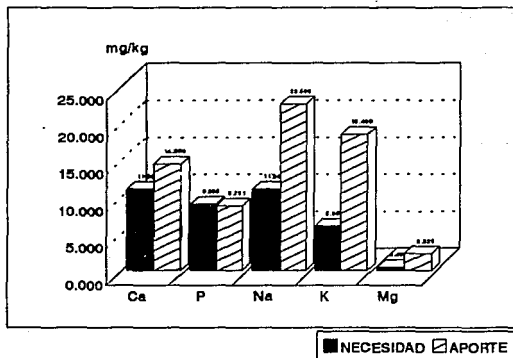
GRAFICA 10
 CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
 (Chuck-Wagon)



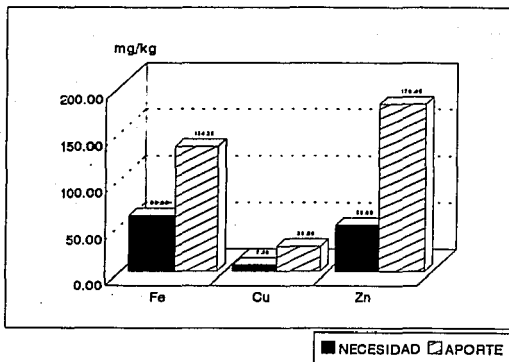
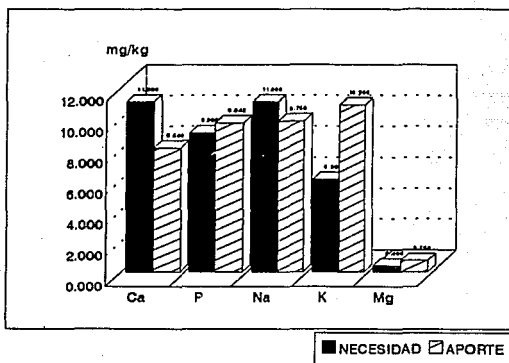
GRAFICA 11
 CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
 (Chef-Albondiketas)



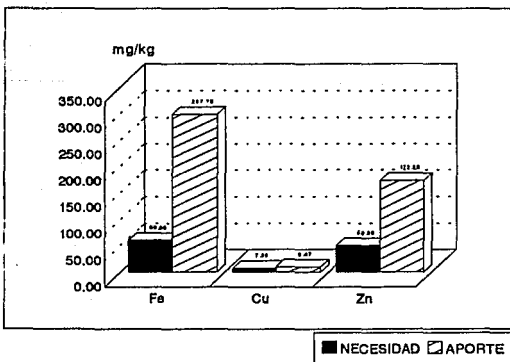
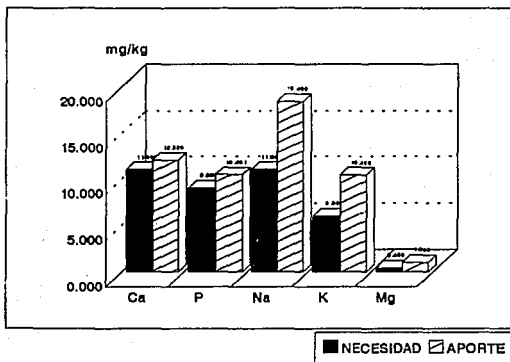
GRAFICA 12
CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
(Bonzo)



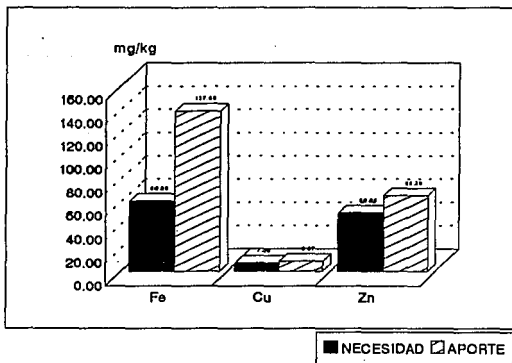
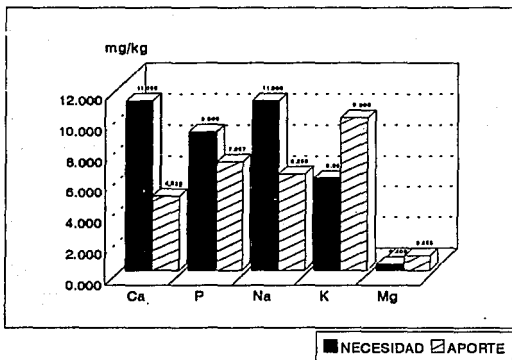
GRAFICA 13
CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
(Eukanuba)



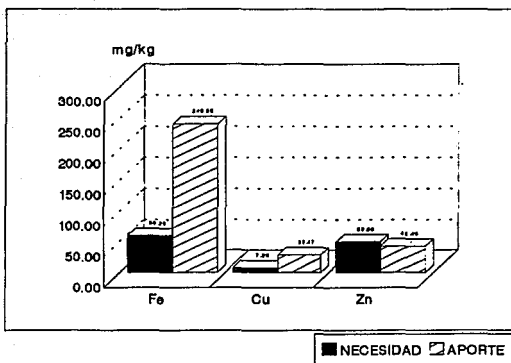
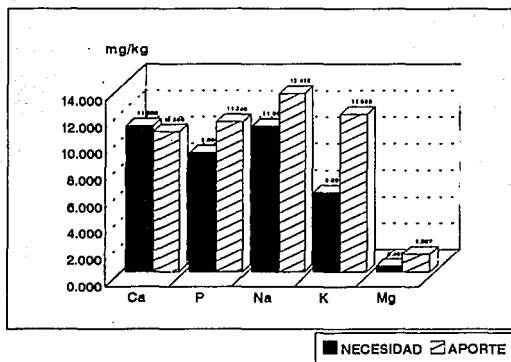
GRAFICA 14
CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
(Pedigree)



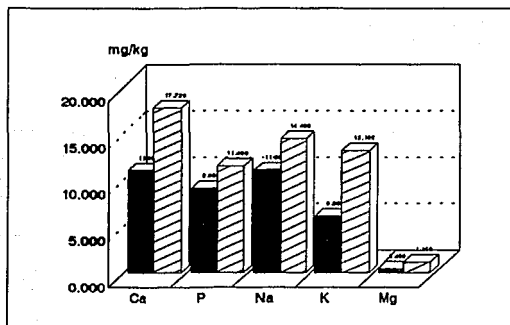
GRAFICA 15
 CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
 (S. D. Mantenimiento)



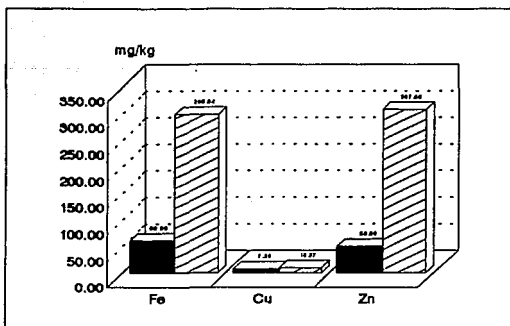
GRAFICA 16
 CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
 (Puppy-Chow)



GRAFICA 17
CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
(Nutricachorro)

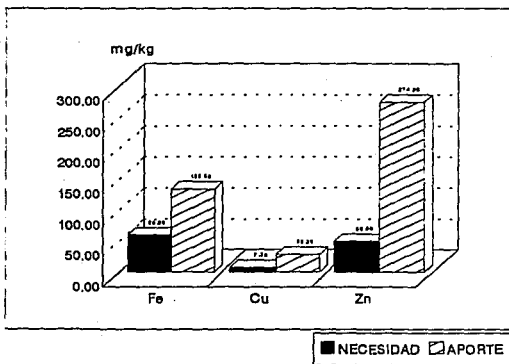
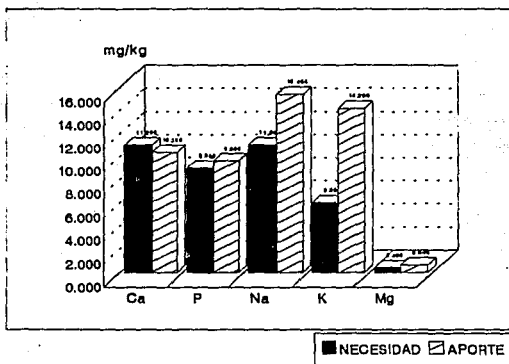


■ NECESIDAD ▨ APORTE

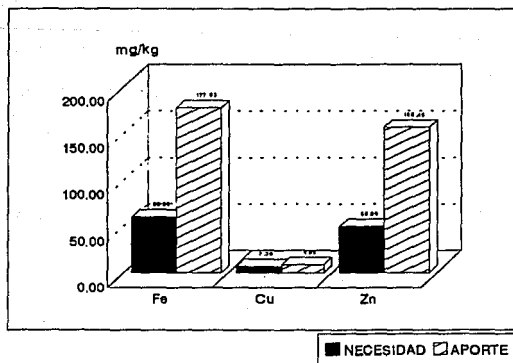
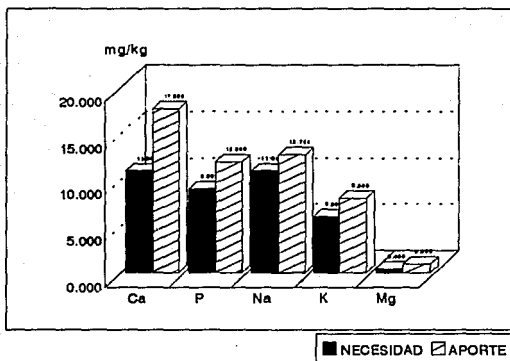


■ NECESIDAD ▨ APORTE

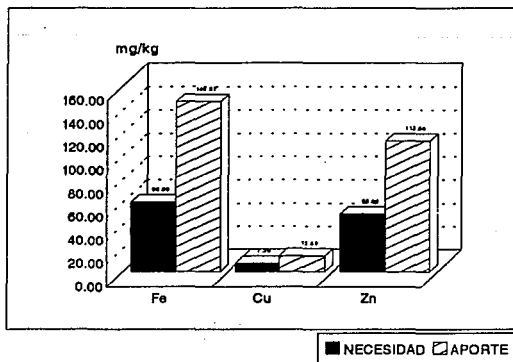
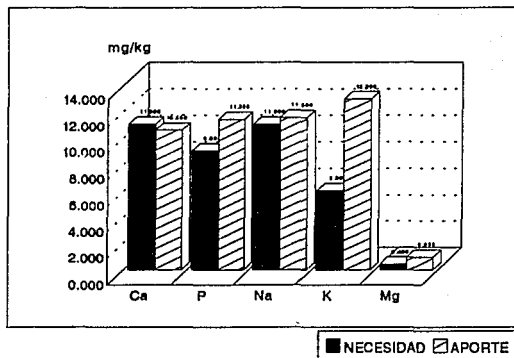
GRAFICA 18
CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
(Eukanuba-Puppy)



GRAFICA 19
CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
(Puppy-Performance)



GRAFICA 20
 CONCENTRACION DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS POR ALIMENTO
 (S. D. Crecimiento)



DISCUSION

Al analizar las cantidades de minerales presentes en diferentes alimentos, se debe recordar lo siguiente:

Más del 70% de la materia inorgánica del organismo está formada de calcio y fósforo. Estos dos elementos se discuten juntos ya que su metabolismo está íntimamente relacionado. El suministro inadecuado de cualquiera de ellos en la dieta limita el valor nutritivo de ambos. Un alimento que contenga 10 partes de calcio por una de fósforo disminuye la eficiencia de asimilación del fósforo, aun cuando este último se encuentre presente en la cantidad suficiente. El mismo hecho ocurrirá cuando la relación sea inversa.

Cantidades excesivas de calcio o de fósforo interfieren en la absorción del otro. Concentraciones altas de calcio tiene un efecto antagonista con el P, Zn, Mn, Na, Cu, Fe, K y Mg. La hipercalcemia puede influir para que se presenten síndromes tales como: calcinosis de los riñones o corazón y nefrolitiasis siempre y cuando existan cofactores para su absorción como la vitamina D.

La hipercalcemia total atribuible a una mayor cantidad de complejos calcio-proteína, puede acompañar a la hiperproteinemia. La hipercalcemia deprime la actividad cardíaca y conduce a fallo respiratorio y cardíaco. Lo anterior es debido a que los iones cálcicos aumentan la energía y duración de la contracción miocárdica.

El exceso de calcio es regulado hormonalmente y excretado por orina y heces en forma de: Ca divalente, fosfatos, cloruros, compuestos biliares, oxalatos y jabones. (16,24,27)

El magnesio está íntimamente asociado al calcio y al fósforo, tanto en distribución como en su metabolismo. Cabe mencionar que existe un antagonismo entre el Mg y el K, sin embargo el antagonismo mas importante del Mg es el que se establece con el calcio y fósforo. Bajos niveles de fósforo en la dieta, con la presencia de un exceso de magnesio, da como resultado pérdidas de calcio del organismo, lo que no ocurre cuando el fósforo es

suficiente. Por el contrario un exceso de calcio acentúa los signos de una deficiencia de magnesio cuando este se encuentra por debajo de los requerimientos mínimos necesarios.

El fósforo puede contrarrestar el efecto nocivo de un exceso de magnesio y a su vez puede acentuar los signos de una deficiencia de este elemento.

Una hipomagnesemia puede provocar desde una debilidad muscular, cálculos en vías urinarias, hipotensión o desencadenar una parálisis respiratoria y muerte. Estos signos se presentarán de acuerdo al tiempo y a los niveles de calcio y fósforo en la dieta. (16,17,24,27)

En el caso del sodio, la forma en que se administra dietéticamente este ion es como cloruro de sodio (NaCl). Cuando su administración en la dieta es mínima, el cuerpo realiza un ajuste por medio del cual se suspende la excreción urinaria de sodio y de cloro. Por el contrario, una alta ingestión produce una gran excreción y, por consiguiente, aumentan las necesidades de agua. La toxicidad se presentará dependiendo fundamentalmente de la disponibilidad de agua que tenga el individuo. Es importante señalar que cuando hay un aumento de Na en la dieta y el animal presenta alguna enfermedad renal y/o hiperadrenocortisismo puede provocarse una hipertensión. El exceso de sodio es excretado en forma de iones de Na, cloruros y fosfato sódico por orina y heces.

La hiperpotasemia causa dilatación cardíaca. Cuando el K extracelular alcanza 3 veces el valor normal, se produce bloqueo cardíaco. El corazón se mantiene en diástole. El exceso es excretado por orina y heces en forma de K^+ , fosfatos y uratos. Existe un antagonismo entre el K, Na y Cl. Una ingesta excesiva de K, empobrece al sodio y al cloro del cuerpo. Cuando hay niveles inadecuados de cualquiera de ellos, los signos de la deficiencia se agravan si se proporciona un exceso del otro. (11,16,17,27)

En lo que respecta al hierro la absorción esta controlada cuantitativamente por los requerimientos orgánicos, al reducirse los depósitos del hierro o incrementarse la eritropoyesis se

favorece la absorción del mismo; mientras que en presencia de depósitos adecuados de este mineral, la absorción disminuye. Se ha encontrado que la ingestión de cantidades altas de P y Zn, reducen la disponibilidad del hierro (Fe). (14,15,27)

La disponibilidad del cobre (Cu) esta influenciada por la forma química administrada, siendo los sulfuros menos disponibles que los carbonatos, óxidos o sulfatos. En general el cobre es absorbido deficientemente, siendo absorbido y retenido solo de un 5 a 10 % del cobre total ingerido. Cuando hay deficiencia de este mineral la absorción del hierro decrece, disminuye el contenido de Fe total en el organismo y se reduce su movilización en los tejidos. (14,15,27)

La absorción del Zn es muy poco eficaz, por lo tanto el requerimiento dietético es mucho mayor que los requerimientos metabólicos. La forma química del Zn y otros factores en la dieta afectan notablemente su absorción. El Zn compete con el Ca, P, y Cu por los puntos de quelación en la molécula de albúmina, quien es la que saca a los minerales de la membrana plasmática para transportarse posteriormente, por lo que niveles altos de estos minerales influirán en los niveles de absorción del cinc.

Cuando el Zn se encuentra por debajo de los niveles requeridos durante un período prolongado, puede producirse alopecia, engrosamiento o hiperqueratinización de las células endoteliales de la piel. (16,19,27)

De acuerdo a lo anterior, se puede resumir para cada alimento lo siguiente:

Hi-Pro (gráfica 9):

Se puede observar que tanto el calcio como el fósforo se encuentran en niveles aceptables, ya que aunque rebasan un poco las necesidades, se sigue manteniendo una relación de 1.5:1 (requerimiento mínimo 1:1).

El sodio (Na) se encuentra un 13% más de su necesidad, pero no representará problema alguno mientras el animal tenga un suministro adecuado de agua.

El potasio (K) excede 73% a su requerimiento, la literatura cita que se producen daños cardiacos cuando el exceso es 3 veces mayor al requerido. Sin embargo el organismo es capaz de excretar el excedente de este mineral por vía renal y heces.

El magnesio (Mg) se encuentra 3 veces más de lo requerido, por lo tanto se debe considerar que este exceso puede repercutir en la absorcion tanto del calcio como del fósforo a nivle intestinal, debido a que compiten por los mismos receptores. Lo anterior puede llegar a tener consecuencias desfavorables para el animal, siempre y cuando este alimento sea su unica fuente de calcio y fósforo.

El Fe, aunque esté 3 veces arriba de las necesidades, hay que recordar que la absorcion está controlada por los requerimientos del organismo de tal forma que, los excedentes de este mineral dificilmente provocaran intoxicación.

El problema mayor que se observa en éste alimento es el exceso de Cu y la deficiencia de Zn. Se debe recordar que el Cu y el Zn presentan un marcado antagonismo, por lo que se puede presentar signos tales como alopecia, hiperqueratosis, anorexia y otros que son caracteristicos de una deficiencia de Zn.

Chuck-Wagon (gráfica 10):

En este alimento los niveles de Ca y P son los óptimos, lo que provoca que el exceso de Mg no sea de importancia.

El exceso de Na puede ser peligroso siempre y cuando el animal no tenga un suministro de agua adecuado como ya se menciona.

El K se encuentra 2.5 veces arriba de los requerimientos marcados por el NRC. Si bien es cierto que este exceso puede llegar a provocar algunas alteraciones cardiacas, también lo es, el que gran parte de este excedente es excretado por el organismo, provocando que la presencia de dichas alteraciones sea difícil.

Debido a que el Zn se encuentra 2 veces por encima de sus requerimientos, puede llegar a provocar una deficiencia de Cu, ya que este último se encuentra solamente cubriendo los requerimientos minimos establecidos para él.

Chef-Albondiketas (gráfica 11):

El Ca y el P se encuentran en una relación 2:1 por lo que se encuentra en niveles aceptables.

El Na se encuentra 59% arriba de las necesidades, por lo que al igual que los otros alimentos, mientras el animal tenga una fuente de agua disponible no habrá peligro.

Para el K debemos tomar las mismas consideraciones que en el alimentos anterior, ya que sus niveles son muy similares.

El Mg se encuentra al doble de la necesidad, pero debido a que el Ca y P se encuentran en niveles aceptables no se presentará un antagonismo entre estos.

El Zn está elevado 5 veces por lo que puede haber problemas en la absorción de Cu, Ca y P. En este caso el más afectado es el Cu, ya que este se encuentra en los niveles normales (pero los demás están en exceso) y, como compiten por los sitios de quelación, el Cu se absorberá en menor cantidad pudiéndose observar a largo plazo signos de deficiencia tales como: anemia microcítica hipocrómica, deformidad de huesos, decoloración de pelo y faneras.

Bonzo (gráfica 12):

El Ca y P están en una relación aceptable. El Na y el Fe presentan los mismos problemas que los demás alimentos pero se recalca que para el Na, siempre y cuando exista la presencia de agua no habrá problemas de intoxicación.

El K está 3 veces más de lo recomendado, esto puede provocar una dilatación cardíaca y posteriormente un bloqueo. Debe recordarse que estos problemas se presentarán siempre y cuando este alimento sea la única fuente de nutrientes.

El Mg se encuentra elevado, en este caso puede ser de gran ayuda ya que es un antagonista del K y puede disminuir el nivel de absorción del este evitando los problemas mencionados.

El Cu y el Zn están elevados pero debido a esto no hay efecto antagonico entre ellos.

Eukanuba (gráfica 13):

Está ya recalcado el antagonismo que existe entre Ca, P y Mg. En este caso el calcio no llena los requerimientos (falta 30%). El P se encuentra en niveles aceptables (107%), pero el Mg está en exceso (187%). Aunque se vea una discrepancia muy marcada entre estos minerales, no hay problemas ya que cuando el P está en niveles adecuados y el Mg elevado no provoca la pérdida de calcio del cuerpo aunque el Ca esté bajo. Si el P hubiere estado abajo de los requerimientos, los signos de deficiencia de calcio se presentarían.

El K y Fe aunque están elevados no representan peligro para el animal por las razones antes mencionadas.

Donde si hay problema es entre Zn y Cu, ya que aunque el Zn está bien el exceso de Cu puede empobrecer la absorción de Zn y mostrará signos de deficiencia.

Pedigree (gráfica 14):

Los niveles de Ca y P son los adecuados, mientras que los niveles de Mg están al doble de lo requerido. Esto no representa mayor problema por lo que se ha venido mencionando referente a estos elementos.

No obstante que el Na está por abajo de los requerimientos, el organismo tiene la capacidad de realizar un ajuste por medio del cual se suspende la excreción urinaria de este ion, manteniendo así las concentraciones necesarias.

El Cu se encuentra por debajo de las necesidades mientras que el Zn está al doble de los requerimientos. Esto puede provocar que los iones de cobre absorbidos no cubran las necesidades, presentándose así signos por deficiencia de este mineral.

S.D. Maintenance (gráfica 15):

Este alimento puede presentar ciertos problemas, debido a que el Ca y el P están por debajo de las necesidades y el Mg está 2.4 veces más del requerimiento, puede provocar pérdidas de calcio del cuerpo con sus consecuencias: cambios progresivos en la

paratiroides asociados con hiperparatiroidismo primario, raquitismo, osteoporosis, etc.

En cuanto al Na, K y Fe no representan problema alguno para el animal. El Zn y el Cu están en niveles aceptables.

Puppy-Chow (gráfica 16):

La relación Ca, P y Mg existente, provoca que no haya una deficiencia o exceso de estos minerales.

El Na, K, y Fe no representa ningún problema por lo que ya se explicó en los pasados alimentos.

El Zn solo llena el 34% del requerimiento mientras que el Cu esta 4 veces más de lo necesario. Es de suma importancia corregir este desbalance, ya que el Cu puede acentuar las deficiencias del Zn y provocar signos visibles.

Nutricachorros (gráfica 17):

Los niveles de Ca y P son los adecuados y a pesar del exceso del Mg, no se puede hablar de algún problema.

El Na, K y Fe no presentan peligro para la vida del cachorro.

Este alimento, al contrario que el anterior, presenta una deficiencia de Cu mientras que el Zn se encuentra 3 veces más de los niveles requeridos, lo cual puede provocar signos de deficiencia de Cu.

Eukanuba Puppy (gráfica 18):

A pesar de que tanto el Ca como el P se encuentran ligeramente por debajo de las recomendaciones, estos guardan entre sí, una relación que se puede considerar como la adecuada. Por lo cual sería difícil que se presentaran signos de deficiencia.

El Na, K y Fe no presentan problema alguno para la vida del animal.

El Zn y Cu están en exceso (ambos, al doble de lo requerido) por lo que no se manifiesta un antagonismo.

Puppy Performance (gráfica 19):

A simple vista, de acuerdo a los resultados, se podría decir que si bien todos los minerales se encuentran por arriba de las necesidades recomendadas como mínimas, la relación entre ellos permite suponer que no se presentarán problemas de ningún índole.

S.D. Growth (gráfica 20):

El Ca sólo llena el 96% de los requerimientos mientras que el P tiene 126%. Este desbalance puede acarrear problemas a largo plazo, ya que el exceso de P puede acentuar las deficiencias del Ca.

El Mg a pesar de estar elevado no causa daño alguno ya que el P está en niveles adecuados.

El Na, K y Fe al igual que alimentos anteriores a pesar de estar un poco elevados no causan peligro.

El Cu y Zn aunque los dos sobrepasan los niveles (al doble de lo recomendado) no habrá antagonismo debido a que los gradientes de concentración entre ambos siguen siendo los mismos.

Es de gran importancia para los Médicos Veterinarios conocer la calidad del alimento que consumen las mascotas, ya que como se observó, la deficiencia o exceso de algún nutrimento por períodos prolongados puede producir trastornos graves.

De las 12 marcas comerciales de alimento concentrado para perros que se analizaron (Puppy chow, Nutricachorros, Eukanuba Puppy, Puppy performance, Science Diet canina growth, Hi-pro, Chuck wagon, Chef albondiketas, Bonzo, Eukanuba adulto, Pedigree, Science Diet maintenance), se determinó que el 100% de los alimentos se encuentran altos en magnesio, potasio, hierro y cobre. El 41.6% de los alimentos fue bajo en calcio, mientras que el 48% restante esta por encima de sus requerimientos. Para el fósforo, el 17% esta abajo de las necesidades y el 83% esta por encima de estas. En sodio, 16% de los alimentos están bajos y el 84% excede las necesidades, y para Cinc, el 26% de los alimentos fueron bajos y el 74% presentaron exceso.

Con todos los datos anteriores podemos decir que es muy raro que se presenten signos visibles de deficiencias o excesos de ciertos minerales; esto puede deberse a varios factores tales como:

* Muy pocos perros se alimentan exclusivamente de croquetas, ya que la mayoría recibe aparte de estas, alguna otra fuente de alimentos (arroz, verduras, carne de res y pollo, etc) y otros simplemente no consumen el alimento concentrado.

* Aunque un alimento tenga deficiencias o excesos de un mineral, este desbalance debe de ser muy grande o presentar un antagonismo con otro, que a su vez debiera estar con un exceso o presentar una deficiencia para que el efecto antagónico se lleve acabo y esto siempre y cuando el animal consuma la misma dieta por periodos prolongados.

La mayoría de los alimentos para perros están formulados para ser completos, es decir, cubrir todas las necesidades fisiológicas que el organismo requiere de acuerdo a lo establecido por el NRC.

Sin embargo al analizar algunos alimentos para perros se encontrarón excesos y deficiencias, en este caso particular de minerales, que prodrían deberse a factores tales como:

- 1) Un inadecuado o incompleto conocimiento de la nutrición de perros.
- 2) Perdidas y/o disminución de la disponibilidad durante el procesamiento y almacenamiento del alimento.
- 3) Errores en la formulación del alimento.
- 4) Errores en la Premezcla de minerales.
- 5) Uso de materias primas inadecuadas.
- 6) Variación en la composición química de los alimentos.

Por lo anterior la Industria que produce estos alimentos debe poner mayor atención en su control de calidad, así como también determinar antes el contenido de minerales en las materias primas utilizadas, a fin de complementar con el uso de una premezcla

mineral exclusivamente aquellos minerales deficitarios de acuerdo a las necesidades de los perros.

Tambien deberá realizar una actualización de los estándares de acuerdo a los ajustes en las necesidades de minerales que la investigación recomienda continuamente.

LITERATURA CITADA

1. Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis. 15th ed. Ass. of Off. Anal. Chem.. Washington D.C. (1985)
2. Barrette Daniel: Calcium and Phosphorus for Cats and Dogs. Can. Vet. J. 29 751-752 (1988)
3. Barrette Daniel: Feeding older cats and dogs. Can. Vet. J. 31 784-785 (1990)
4. Catcott Earl J.: Canine Medicine. American Veterinary Publications Inc. U.S.A. 1978
5. Church D.C. and Pond W.G: Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa. México. 1987
6. Czarnecki-Maulden Gail L.; Deming Judit and Izquierdo Julia V.: Evaluation of practical dry dog foods suitable for all life stages. J. of the Am. Vet. Med. Ass.. (5): 583-589 (1989)
7. Delfín L. Roberto: ¿Qué hace usted, nutre o alimenta a su perro?. Cuadriservicio Vepe de Purina. 14 (2): 3-5 (1992)
8. Hazewinkel H.A.W.: Nutrition in relation to Skeleton growth deformities. J. of small An. Practice. 30 (11): 625-630 (1989)
9. Hilton John W.: Potential Nutrient deficiencies in pet foods. Can. Vet. J. 30 (7): 599-604 (1989)
10. Hintz, H.F.: Dietary management of Puppies. Vet. Technican. 19 (3): 69-74 (1989)

11. Kirk R.W. and Bistner S.I.: Manual de Urgencias Veterinarias. 3a ed. Salvat Edit. México (1991)
12. Mc.Donald, E. and Greenhalgh L.: Animal Nutrition. 2nd ed. Long man Group Limited. Great Britan. 1973
13. Merino N.; Rodriguez Ma. E.; Torres O. y Figueredo J.M.: Osteodistrófia Hipertrófica en Cachorros de la raza Pastor Aleman y Doberman. Rvta. Cub. Cienc. Vet.. 19 (4): 305-307 (1988)
14. Mohrman, K.R.: Anemias Nutricionales. Cuadriservicios Vepe de Purina. 7 (2): 4-5 (1985).
15. Mohrman, K.R.: Elementos Traza. Cuadriservicios Vepe de Purina. 12 (4): 8-13 (1990)
16. Mohrman, K.R.: Necesidades Nutricionales del Perro. Cuadriservicios Vepe de Purina. 6 (6):1-4 (1984)
17. Mohrman, K.R.: Magnesio para perros y gatos. Cuadriservicios Vepe de Purina. 11 (3): 6-8 (1989)
18. Mohrman, K.R.: Sodio, Cloro y Potasio. Cuadriservicios Vepe de Purina. 11 (2): 5-9 (1989)
19. Mohrman, K.R.: Cinc. Cuadriservicios Vepe de Purina. 11 (5): 6-8 (1989)
20. Mugford, R.A.: The influence of nutrition on canine behavior. J. of small An. Practice. 28 (11): 1045-1055 (1987)
21. National Research Council: Nutrient Requeriments of Dogs. National Academy of Sciences. Washington, D.C. (1974)

22. Perkin-Elmer: Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. U.S.A., Perkin-Elmer Co. (1982)
23. Pinniger R.S.: Jone's Animal Nursing. 2nd ed. American Veterinary Publications. Great Britan. 1976
24. Ruiz Estrada J.L.: Niveles de Minerales en alimentos secos para perros por el Método de absorción atómica. Tesis de Licenciatura, Fac. de Med. Vet. y Zootec. de la U.N.A.M. México D.F. (1988)
25. Saneck R.K.; Corbin, J.E. and Forbes, R.M.: Extracutanecus histologic changes accompanying cinc deficiency in pups. Am. J. of Vet. Res. 46 (10) 2120-2123 (1985)
26. Torrance, A.G. and Nachreiner R.: Intact Parathyroid Hormone Assay and Total Calcium Concentration in the Diagnosis of Disorder of Calcium Metabolism in Dog. J. of Vet. Internal Med. 3 (2): 86-89 (1989)
27. Underwood, E.J.: Trace elements in human and animal nutrition. 4th. ed. New York, U.S.A.: Academic Press. (1977)
28. Wayne, Daniel W: Bioestadística. 3a ed. Limusa México. 1990