

57  
22/



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ALGUNOS MACRO Y MICROMINERALES EN  
GALLINAZAS Y POLLINAZAS DE LOS  
ESTADOS DE OAXACA Y SONORA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

T E S I S  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
QUE PRESENTA:  
PEDRO CRUZ GALVAN

ASESORES:

- M.V.Z. RENE ROSILES MARTINEZ
- M.V.Z. MA. TERESA QUINTERO MARTINEZ
- M.V.Z. ANTONIO ACEVEDO HERNANDEZ

MEXICO, D. F.

1990





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

	Page
RESUMEN . . . . .	1
INTRODUCCION. . . . .	3
MATERIAL Y METODO . . . . .	45
RESULTADOS. . . . .	47
DISCUSION . . . . .	53
CUADROS. . . . .	56
LITERATURA CITADA . . . . .	62

## RESUMEN

CRUZ GALVAN PEDRO, Determinación de MACRO y MICRO-MINERALES en gallinaza y pollinaza, procedentes de los Estados de Oaxaca y Sonora de la República Mexicana (Bajo la Dirección de los -- M.V.Z. René Rosiles Martínez, Ma. Teresa Quintero Martínez, -- y Antonio Acevedo Hernández).

Esta investigación se desarrolló, en el Departamento de Patología (Laboratorio de Toxicología), y centro de cómputo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Colectándose para tal efecto, un total de 35 muestras de ga -- llinaza y pollinaza de los Estados de Oaxaca y Sonora. Con el objeto de conocer su composición química mineral; dependiendo de la procedencia, tipo de cama y fin zootécnico.

Los minerales a cuantificar fueron: Aluminio, Calcio, Cobre, -- Zinc, Cobalto, Fósforo, Hierro, Magnesio, Manganeso, Potasio, Sodio y Flúor.

La concentración de estos elementos se obtuvo por espectrofotometría de absorción atómica, bajo las especificaciones del manual de operación del fabricante, previa liberación de la -- materia orgánica.

Los resultados obtenidos en esta investigación, expresados en (ppm), fueron los siguientes:

Calcio 59 700, Aluminio 3675.00, Cobre 86.00, Zinc 9.50, Co -- balto 7.00, Fósforo 975.50, Hierro 791.50, Magnesio 50.00, -- Manganeso 165.50, Potasio 8850.0, Sodio 6457.0 y Flúor 263.8

En el análisis de los resultados, se encontró que: Los minera -- les con diferencia estadística ( $P < 0.05$ ), fueron:

Para procedencia: Al, Ca, Fe, Zn, Mn, Cu y P.

y para tipo de cama el: Al y P.

No encontrándose diferencia para el fin Zootécnico.

Dependiendo del nivel que éstos alcancen en la gallinaza y pollinaza se tendrá que calcular su uso en la alimentación animal.

Finalmente, con los resultados de este estudio, se afirma -- que el sustrato llamado gallinaza y pollinaza. Si varía en -- los niveles de Macro y Microminerales con respecto a la va-- riable procedencia y tipo de cama.

## INTRODUCCION

La necesidad del hombre de proveerse de proteínas en su alimentación diaria, ha sido una de las preocupaciones constantes, toda vez que afecta la salud de la población mundial, y básicamente a los países subdesarrollados en los cuales se observa, un marcado desbalance nutricional en relación con los países desarrollados. La población se incrementa a pasos agigantados, obligando al hombre a usar en forma más racional y eficiente los recursos para la alimentación del mismo y de los animales.

La demanda cada vez mayor de los productos de origen animal, ha impulsado la investigación sobre la forma de mejorar y elevar la eficiencia con la que el ganado transforma sus alimentos en productos que el hombre necesita (4)

De tal forma que los bovinos y ovinos, por sus características de rumiantes, están capacitados para convertir los forrajes fibrosos y subproductos de algunas agroindustrias, utilizándose como una buena alternativa, residuos orgánicos como gallinaza y pollinaza como fuente de proteína, transformando éstos en alimentos de gran valor nutritivo para el consumo humano.

Por lo tanto, la nutrición animal, día a día juega un papel importante, toda vez que representa un elevado porcentaje en el costo total de la producción (1, 25)

El interés de buscar nuevas fuentes de alimento para bovinos y ovinos que debido a sus características de rumiantes, pueden obtener los nutrientes necesarios para su mantenimiento, producción y reproducción, a partir de ingredientes de bajo costo. Siendo estos ingredientes:

Esquilmos agrícolas o agroindustriales, los cuales pueden ser transformados en alimentos de alto valor biológico, como son-

la carne y la leche (5, 15)

De tal forma que la utilización del sustrato llamado gallinaza y pollinaza, ha sido una de las alternativas a seguir en la alimentación de los rumiantes; ingredientes que han permitido sustituir parcialmente a los cereales de la dieta común de éstos (3, 13, 18, 30)

La gallinaza y pollinaza, son subproductos de las explotaciones avícolas, compuestas de heces y orina de las aves, mantenidas ya sea en piso o en jaula, teniendo éstas diferentes usos.

La composición de la gallinaza y pollinaza, varía dependiendo de varios factores como son:

Porcentaje de humedad en la gallinaza y pollinaza, método de almacenamiento, temperatura y composición de la dieta del ave (15, 18, 24, 30)

La gallinaza y pollinaza se compone de:

a) Productos de desechos metabólicos, como son:

Hormonas y productos de detoxificación, como ácido úrico entre otros.

b) Material que no fué digerido, y por lo tanto no se absorbió a través del tracto digestivo, incluyendo en este caso: Minerales, celulosa, lignina, queratina y pequeñas cantidades de esteroides, así como ácidos grasos y lactosa (2, 6, 8, 14, 24, 30, 37)

La gallinaza usualmente contiene: De 10 a 20% de humedad, de 25 a 32% de proteína cruda (solo 12 a 15% de proteína verdadera), de 15 a 22% de fibra cruda, considerándose como un concentrado proteínico voluminoso, con un desventajoso contenido de cenizas (15 a 20%), lo cual limita su valor energético.

Cabe señalar que la gallinaza es extremadamente rica en Calcio y Fósforo (8.8 a 2.5%), de alta disponibilidad; poco más del 50% de nitrógeno no proteínico presente, está formado por

ácido úrico.

El valor energético de la gallinaza es de (2.0 a 2.4 Mcal.) de energía digestible para los ovinos, haciéndola aproximadamente equivalente a un heno de buena calidad (25)

La proteína cruda de la gallinaza, tiene un 53% de digestibilidad cuando representa la principal fuente de proteína en raciones adecuadas para ovinos. Sin embargo, otros trabajos han asignado valores de digestibilidad para la energía y la proteína de 60 y 70% respectivamente (25)

La gallinaza administrada a los ovinos en la ración como -- fuente proteínica, se observó que el crecimiento, produjo ganancias de peso de 90%, iguales que las obtenidas con panta de soya.

La gallinaza y pollinaza, no solo mantendrá, sino que mejorará las ganancias de peso de hatos en zonas cuya productividad forrajera es baja en la época de sequía (25)

Cabe señalar, que el uso de la gallinaza y pollinaza como -- ingrediente de las raciones para rumiantes, trae consigo -- riesgos, ya que se ha comprobado la presencia de microorganismos patógenos, medicamentos, exceso de minerales y pesticidas, que podrían hacer riesgoso el uso de estas en la alimentación animal y para la salud del hombre (25, 33)

En el cuadro ( A y B ), se muestran los valores de la composición química de la gallinaza hallados por diversos investigadores en cuanto al contenido de aminoácidos y minerales.

En la presente investigación, se determinaron 12 minerales del material no digerido de las aves, siendo estos:

ALUMINIO, CALCIO, COBRE, ZINC, COBALTO, FOSFORO, HIERRO, -- MAGNESIO, MANGANESO, POTASIO, SODIO y FLUOR.

Los cuales por su función única, desde el punto de vista de la nutrición, y debido a que no participan como fuente de -



energía, se consideran esenciales ya que cumplen funciones específicas y múltiples en el organismo animal como son:

- 1.- Intervienen en el funcionamiento y desarrollo del sistema óseo.
- 2.- Forman parte de la hemoglobina.
- 3.- Son cofactores de reacciones enzimáticas.
- 4.- Intervienen en el equilibrio ácido-básico.
- 5.- Ayudan en el mantenimiento de la presión osmótica.
- 6.- Intervienen en la permeabilidad de las membranas celulares.
- 7.- Intervienen en la irritabilidad tisular.
- 8.- Intervienen en la concentración de iones hidrógeno.
- 9.- Forman parte de los compuestos orgánicos como proteínas y lípidos que componen músculos, órganos y otros tejidos suaves del cuerpo (8, 13, 18, 19, 21, 24, 37)

Por lo tanto, las dietas deficientes o muy ricas en minerales, determinan generalmente cambios en el funcionamiento -- del organismo animal o bien en la concentración de minerales presentes en los tejidos y fluidos orgánicos, que llegan a ser inferiores o superiores a los límites tolerados por el organismo. Observándose trastornos estructurales, y alteración de las funciones fisiológicas con duración variable dependiendo del mineral de que se trate, así como de su toxicidad, duración de la deficiencia, sexo y edad del animal ( 8, 13, 18 )

Todas las células, tejidos y fluidos del organismo, contienen minerales en cantidades variables y en diferentes formas químicas.

El 80-85%, de toda la materia mineral o cenizas del organismo animal, se encuentra localizada en el tejido óseo, el cual está formado principalmente por sales de calcio y fósforo; y en cantidades menores de otros minerales como magnesio.

Este tejido contiene el 90%, de todo el calcio, el 80-85% de todo el fósforo y el 70% del total de magnesio (11)

Sin embargo cabe señalar, que la mayoría de los minerales, se encuentran distribuidos de manera uniforme en todo el organismo, dentro de los límites aceptados, para la conservación normal y la integridad estructural y funcional de los tejidos del organismo. Regulando de esta forma el crecimiento, la producción, la reproducción y la salud de los animales (18)

En los rumiantes, la utilización de micronutrientes, han presentado un significativo aumento de peso por animal, asimismo se ha observado mayor producción de carne por hectárea, a un costo mínimo y sin complicar sus condiciones de manejo (25)

La inclusión de micronutrientes a la sal común, ha dado buenos resultados, ya que puede incrementar la producción de carne en más de un 10% (5, 25)

La adición de micronutrientes al ganado, además de alimentarlos con pastos fertilizados, presentan efectos más significativos, con incrementos de ganancia de peso mayores al 20%, la práctica de la suplementación periódica crea hábitos en el ganado para acudir a determinadas áreas del rancho o potrero; como son saladeros entre otros (5)

El exceso o deficiencia de minerales en suelos y forrajes, han sido considerados como responsables de la baja producción y problemas reproductivos de los rumiantes en pastoreo en los trópicos.

Los signos clínicos que se observan generalmente por deficiencia de minerales son:

Enfermedades extenuantes, pérdida de peso, despigmentación del pelo, desórdenes de la piel, aborto no infeccioso, diarrea, anemia, pérdida de apetito, anomalías de los huesos, tetania, pica y baja fertilidad (29)

Las concentraciones de minerales en forrajes depende de la interacción de varios factores, entre los cuales se incluyen el suelo, la especie forrajera, el estado de madurez, el rendimiento, el manejo de los pastizales, fertilización y clima (32)

Por lo anterior, es importante que los minerales sean integrados a la dieta de los animales en cantidades adecuadas, ya que un exceso insuficiencia ó ausencia, ocasionarán problemas metabólicos importantes conduciendo generalmente su efecto, a enfermedades carenciales e inclusive a intoxicaciones (29)

#### ALUMINIO

El Aluminio (Al), tiene como número atómico 13, y peso atómico 26.97, su nombre proviene del latín alumen (alumbre), el aluminio ocupa el tercer lugar en abundancia sobre la corteza terrestre, encontrándose en la naturaleza en forma combinada como óxido ó silicatos.

Gran parte de los suelos agrícolas, contienen silicatos de aluminio, así como minerales en arcillas que se han formado por la acción de los agentes atmosféricos (17)

La esencialidad del aluminio aún no ha sido comprobada en los animales domésticos.

Sin embargo se ha observado que estimula, algunos sistemas enzimáticos que están involucrados con el metabolismo del succinato.

Asimismo, interviene en la velocidad del crecimiento en las aves, se cree también que es importante en la respuesta inmunológica, ya que algunos de sus compuestos son coadyuvantes efectivos, y que junto con el hierro, incrementan su concentración en el bazo y médula ósea durante la respuesta inmune.

La concentración del aluminio, varía en los tejidos dependiendo de la actividad biológica.

Este elemento se acumula en el tejido óseo regenerativo.

En los animales domésticos, se han detectado vestigios en el hígado, corazón, cerebro y sangre.

La absorción en grandes dosis de este mineral, dificulta la absorción de fósforo, provocando la disminución de fosfatos plasmáticos y óseos con manifestaciones de raquitismo (11, 29, 35)

Cuando por accidente se provoca intoxicación por aluminio, se manifiesta principalmente como una deficiencia de fósforo formando un complejo no absorbible en el intestino.

La toxicidad crónica de este elemento, provoca la disminución en la eficiencia alimenticia en pollos. Asimismo, provoca reducción de la absorción de fósforo en los ovinos.

Los signos clínicos primarios, que se observan por deficiencia de fósforo, son el resultado de una toxicosis aguda de aluminio, observándose en el animal debilidad, tetania y muerte, afectando generalmente a las aves.

Cabe señalar, que el nivel máximo de aluminio tolerable por los bovinos y equinos, es aproximadamente de 100 ppm.

Este mineral, no se adiciona a la dieta de los animales, ya que la experiencia ha demostrado que el ganado bovino y ovino que pasta, ingieren este elemento en cantidades suficientes, cubriendo así sus posibles deficiencias (1, 27)

#### CALCIO

El Calcio (Ca), tiene como número atómico 20, y peso atómico 40.08, el calcio es el quinto elemento por orden de importancia en la litósfera, y forma al 3.47% de las rocas primarias, así también el agua de mar contiene sales de calcio disueltas.

Los huesos de todos los animales, estan forzados en gran parte de fosfato de calcio, así como de carbonato de calcio, -- siendo este elemento necesario en la dieta del individuo y de los animales.

En la sangre de los animales y el hombre, se encuentran pequeñas cantidades de sales de calcio, las cuales intervienen en la coagulación de la sangre, en la contracción muscular, función cardiaca, excitabilidad neuromotora y equilibrio ácido - básico. Así como en el mantenimiento correcto del pH de la -- sangre (9, 17)

Se acenta, que la relación nutricional adecuada calcio-fósforo, depende de tres factores básicamente; encontrandose interrelacionados en el organismo:

- 1.- Suficiente aporte de cada elemento
- 2.- Equilibrio correcto entre ellos y
- 3.- La presencia de vitamina D.

Los forrajes de leguminosas, y los productos de origen animal, son ricos en calcio-fósforo, así como la harina de sub-productos de las aves, harina de carne y hueso, harina de negcado, pulpas de cítricos, heno de alfalfa, heno de trébol, neleza de caña, salvado de trigo, pasta de ajonjolí y leche en polvo entre otros.

Como fuente suplementaria de calcio, se tiene el carbonato de calcio, roca fosfórica, fosfato dicálcico, ortofosfato de calcio (9)

La capacidad del animal, para utilizar el calcio y el fósforo dependerá de la cantidad de vitamina D que éste reciba, de -- tal forma que las raciones con abundante vitamina D, influyen en menor ó mayor grado para estos minerales. Por lo tanto, en cuanto mas vitamina D contenga la ración, mejor será la utilización de ambos minerales.

Una de las funciones mas importantes del calcio es su participación en la coagulación de la sangre, así como en la -- transformación de la protrombina a trombina, y más importante aún a nivel muscular, ya que interviene en la contracción cardiaca y excitabilidad neuromuscular. Asimismo, interviene en la activación de enzimas y secreción hormonal.

El factor mas importante de equilibrio para el calcio es la calcitonina, hormona secretada por la glándula tiroides, la cual interviene en el metabolismo del calcio. Si la paratiroides fuera extirpada, su actividad se suspendería, y bajaría el nivel de calcio en la sangre, provocando hipocalcemia y tetania en el animal.

Asimismo, esta hormona controla el contenido de calcio en -- la sangre disminuyendo la tasa de movilización en los huesos y como consecuencia reduce la concentración en la sangre (1)

Una de las enfermedades provocadas por deficiencia de calcio en el bovino, es la llamada fiebre de leche, la cual se presenta en vacas altas productoras, las cuales generalmente -- se mantienen estabuladas. De hecho el problema se presenta -- en vacas del 3/o. al 4/o. parto, y a la edad de 4 a 9 años, -- en el pico maximo de producción.

Este problema se presenta seguramente, debido a que la lacta -- ción trae consigo, necesidades elevadas de calcio, así como de energía y proteínas.

Para cubrir estas necesidades de calcio, se recomienda inclu -- ir calcio adicional a los concentrados preparados a base de -- cereales para vacas en lactación.

La signología que presentan los bovinos por deficiencia de -- calcio son:

Dejan de ruminar, al caminar lo hacen en forma de "S", presen -- tan temblor muscular generalizado, bajan de peso, se hechan -- sobre su pecho, las pupilas se les ven dilatadas, el hocico --

se observa seco, no defecan, entre en estado de coma y muere. Esta signología, se debe a la falla en los mecanismos homeostáticos de la glándula paratiroides, la cual es incapaz de -- mantener los valores normales de calcio en la sangre al inicio de la lactación, lo que provoca una gran demanda de calcio procedente de la sangre que se pierde con la leche.

Los porcinos y las aves, son especies que padecen con mayor frecuencia la deficiencia de calcio-fósforo que de otros minerales, por lo que es necesario suplementar en la dieta estos elementos, cubriendo así su posible deficiencia. La cual se presenta generalmente en estas especies debido al tipo de raciones que consumen, las cuales son a base de cereales, que son pobres en estos minerales.

Cabe señalar, que estas especies necesitan cantidades elevadas de calcio para su crecimiento (1)

La deficiencia de calcio provoca hipocalcemia, la cual afecta a los ovinos, al final de la lactación, momento en el que está implicado el metabolismo del calcio y magnesio.

El equino, generalmente no es afectado por la deficiencia de este mineral, sin embargo cuando llega a presentarse en equinos jóvenes, por consumo de concentrados a base de cereales, presentan la enfermedad conocida como osteofibrosis, observándose pérdida de peso, como consecuencia de la deficiencia de calcio-fósforo.

La signología generalmente se observa en vacas altas productoras de leche, y depende de la intensidad y duración de la deficiencia de calcio-fósforo en la ración.

En terminos generales la signología que presentan los animales por deficiencia de calcio son:

Disminución del crecimiento, baja en la producción de leche y huevo, desiendo la fertilidad, se observan anomalías en huesos y dientes, disminuye el apetito, poca que es la tendencia

a consumir madera, tierra, huesos e incluso carne; y si está se encuentra infectada con el germen anaerobio *Clostridium botulinum*, y ha formado sus toxinas, durante el proceso de putrefacción, el animal puede ingerir suficiente cantidad de esta potente toxina, y provocar una grave enfermedad e incluso la muerte (27)

Las manifestaciones clínicas, mas notables por deficiencia de calcio son:

Articulaciones abultadas y dolorosas, huesos deformados, dorso arqueado; en el porcino se llega a observar parálisis del tren posterior así como fracturas en los huesos largos (17,-35)

La prevención de la deficiencia de este elemento, consiste en fertilizar los suelos o cultivos, a base de fosfatos.

Otra forma de cubrir la deficiencia, es administrando a los animales, dietas pobres en calcio y ricas en fósforo antes del parto, ya que se cree que este elemento, estimula la producción endógena de la hormona paratiroidea, antes que se inicie la lactación (28, 35)

Asimismo, se propone una dosificación masiva de vitamina  $D_2$  de 5 a 7 días antes del parto, ya que la acción de la vitamina D, es reemplazar la acción de la hormona paratiroidea para movilizar calcio durante el período crítico del parto.

Además de las formas descritas, lo mas recomendable es la aplicación de inyecciones intravenosas de borogluconato de calcio; para ello se mezclan 85 g., de gluconato de calcio - 10 g., de ácido bórico con agua hervida, recomendándose además, incluir 20 g., de sulfato de magnesio en la solución -- inyectable (1, 35)



## COBRE

El Cobre (Cu), tiene como número atómico 29 y peso atómico 63.57, el cobre se conoció con el nombre de (aes cyprium), -- y de aquí se derivó la palabra latina cuprum, de donde procede el inglés cooper, en alemán kupfer, en francés cuivre y -- en español cobre (17)

El cobre es un mineral esencial para la formación de la hemoglobina. Asimismo, para la hematopoyesis y el crecimiento. Este mineral, forma parte de dos enzimas claves en el metabolismo aeróbico, citocromo oxidasa y superóxido dismutasa.

El cobre tiene como función intervenir en la formación de -- glóbulos rojos; su presencia favorece la absorción de hierro a nivel de intestino.

La presencia de cobre en las amino-oxidasa, explica la necesidad de este en la formación normal de elastina en la aorta y el resto del sistema cardiovascular.

Asimismo, el cobre como componente de la enzima citocromo -- oxidasa es requerido para la mielinización normal del cerebro y de la médula espinal (12)

Se acepta que el cobre, es un mineral importante en el organismo, toda vez que interviene en la formación de la hemoglobina, y en la maduración de los eritrocitos; interviene además a nivel celular en el metabolismo del hierro.

El cobre en el organismo, interviene en varias funciones básicas como son:

Forma parte de varias metalo-enzimas, como la citocromo-C -- oxidasa, uricasa, tironasa, lisil-oxidasa, y diamino-oxidasa siendo su presencia fundamental en la actividad osteoblástica, así como en la formación de colágeno y de la elastina.

Asimismo, facilita la absorción de hierro, participa en la formación de hemoglobina e interviene en la síntesis de queratina, para el crecimiento de pelo y lana (9)

El nivel adecuado de cobre para bovinos y ovinos en la ración es de 4.5 mg/kg., para porcinos el nivel es de 6 mg/kg., y para equinos el nivel aproximado, es de 5.8 mg/kg., señalando que la presencia de niveles elevados de molibdeno, provocan que el requerimiento de cobre se eleve hasta tres veces más -  
 (9)

Cabe señalar que el cobre, no es un componente de la hemoglobina, y se encuentra como hemocuprina en las células sanguíneas.

Las manifestaciones de la deficiencia de cobre, depende de la especie animal de que se trate, de la edad, del sexo. Así como de la duración de la deficiencia e incluso del medio ambiente en el que se encuentre el animal.

La deficiencia de cobre provoca generalmente anemias en las diferentes especies como son:

En porcinos y ovinos provoca anemia de tipo, hipocrómico microcítico, arqueamiento de las extremidades posteriores, debilidad al nacimiento y raquitismo.

En las aves provoca anemia de tipo normocrómico normocítico -  
 (29)

En los bovinos y ovinos, provoca anemia de tipo hipocrómico macrocítico, decoloración del pelo y crecimiento anormal de la lana.

En corderos se presenta la enfermedad conocida como ataxia de los recién nacidos provocada por deficiencia de cobre; asimismo, en equinos, caninos, porcinos y aves provoca alteraciones óseas.

Cuando los corderos son afectados por deficiencia de cobre, presentan dos tipos de ataxia, la común que afecta animales al nacimiento, y la forma retardada, cuyos síntomas aparecen unas semanas después del nacimiento, observándose incoordinación de las extremidades posteriores, marcha envarada y vaci-

Lento, así como debilidad en el tercio posterior.

Los cordones y cebritos que llegan a usar atáxicos generalmente mueren (1)

La despigmentación también conocida como acromotriquis, es provocada por la deficiencia de este elemento en todas las especies animales, lo cual se debe a la pérdida de la capacidad para transformar la tirosina en melanina; la transformación esta determinada por la polifeniloxidasas, la cual contiene cobre, afectando el rizado de la lana en las ovejas — (4)

Los porcinos son generalmente tolerantes al exceso de cobre, seguido de bovinos, en tanto los ovinos son poco tolerantes a cantidades elevadas de este mineral.

La intoxicación por cobre se presenta en animales, provocando hemólisis e ictericia seguida generalmente de muerte del animal.

El ovino ha presentado toxicidad por cobre, que consumían una ración que contenía 25-50% de gallinaza. El contenido de cobre en la gallinaza fué de 195 ppm., como resultado de altos niveles de cobre en la alimentación de los pollos y gallinas.

El contenido en el hígado fué de 97.1 y 109.1 ppm., respectivamente.

Las ovejas sufren la intoxicación al acumularse el cobre paulatinamente a nivel de hígado, reportándose que 1000 ppm., desencadenan la signología (2)

Como puede observarse, estas deficiencias ó excesos, tienen una considerable importancia práctica, ya que se ha observado, en bovinos alimentados con sustitutos de leche en polvo con 115 ppm., de cobre, observándose signos clínicos típicos de intoxicación crónica por este elemento, provocando hemoglobinuria e ictericia (1)

La signología que presentan los rumiantes por deficiencia de cobre son:

Ataxia, queratinización, deficiencia de lana, fibrosis del miocardio así como diarrea persistente.

La acumulación de cobre en el hígado, puede prolongarse por varias semanas ó meses, sin que aparezcan signos clínicos, - pero si se extralimita su acumulación se provoca su liberación hacia el torrente sanguíneo provocando intensa hemólisis e ictericia seguida de la muerte.

Existen pruebas diagnósticas, para determinar los niveles de cobre, utilizándose para ello, hígado y sangre, ya que constituyen los criterios mas utilizados y satisfactorios para diagnosticar, la deficiencia de este elemento en los animales.

El hígado es el organo principal que almacena cobre, sin embargo se deberá tomar en cuenta algunas variables como son: Edad, especie, tipo de alimentación, toda vez que estas alteran el contenido de cobre, y así poder llegar a un buen diagnóstico.

Otra prueba diagnóstica, para determinar la deficiencia de cobre es observar los niveles presentes en el pelo de los bovinos, ya que valores menores de 8 ppm., suponen una ingestión deficiente de este elemento.

La deficiencia de cobre se previene, fertilizando el suelo ó pastizales con 5.7 kg., de sulfato de cobre por hectáreas. Así también se ponen bloques de sal, en lugares apropiados para lamer, que contengan 1% de sulfato de cobre, que el animal consume voluntariamente.

El molibdato amónico y el sulfato sódico, previene la intoxicación crónica por cobre en ovejas alimentadas en estabulación (35)

El cobre se suplementa hasta 250 ppm., en la ración para por

cinco como promotor de crecimiento antimicrobiano efectivo - y económico en las dietas de alimento iniciador y crecimiento. Este nivel de cobre se altera cuando se administra en forma conjunta 100 ppm., de Zinc y 100 ppm., de Hierro en la ración (9, 20)

En caso de suplementar cobre en la ración para rumiantes, se recomienda utilizar sales micromineralizadas con un contenido de 0.25 a 0.50% de sulfato de cobre (8, 9)

Se acepta que los requerimientos de cobre para el porcino es de 4 a 6 ppm., y la toxicidad por cobre en el mismo es de 425 a 750 ppm., siendo aminorada con la suplementación de 150 ppm., de Zinc y 150 ppm., de Hierro (20)

#### ZINC

El Zinc (Zn), tiene como número atómico 30, y peso atómico - 65.38, es un metal de color blanco plata, y de estructura cristalina hexagonal. El zinc se encuentra en la naturaleza en forma de sulfato.

Asimismo, se presenta en pequeñas cantidades en las rocas ígneas, calculándose su abundancia en 0.013% de la corteza terrestre (17)

Las funciones del zinc en el organismo son importantes, ya que es componente esencial de numerosas enzimas presentes en los tejidos animales, destacando entre ellas la fosfatasa alcalina, anhidraza carbónica, procarboxipeptidasa. Asimismo existe un complejo zinc insulina en las células para almacenar y liberar a la insulina de acuerdo al requerimiento del organismo (28, 29)

El zinc en el organismo se encuentra en el hígado, riñón, huesos, páncreas, testículo y piel (29)

Aunque sus funciones aún no están determinadas, se ha observado que su presencia previene la presentación de la psoriasis en el porcino (8, 9)

De hecho la parakeratosis se evita cuando se suplementa zinc a raciones a base de grano-proteína vegetal, asimismo, se ha observado que mejora la inmunocompetencia (20)

La función del zinc en el organismo, es de vital importancia toda vez que actúa como cofactor de enzimas, en la síntesis de proteínas así como en el metabolismo de los hidratos de carbono, mejora el crecimiento, interviene en el mantenimiento y buen estado de pelo y lana de los animales (9)

Cabe señalar que el zinc, interactúa con el calcio y cobre en el organismo.

El zinc es un mineral esencial para los mamíferos y aves, su deficiencia provoca en el animal, disminución del crecimiento así como anomalías funcionales y estructurales de la piel; afecta además la función sexual masculina; en el porcino en crecimiento y desarrollo se ha observado que provoca parakeratosis caracterizándose por hiperqueratinización de las células epiteliales (9)

En los porcinos la deficiencia de este elemento provoca diarrea, vomito, desganado generalizado, cicatrización lenta de las heridas, disminución del crecimiento, disminución de la conversión alimenticia, llegando incluso a producir la muerte.

Al igual que en el cerdo, en el ternero, también causa parakeratosis (8)

La deficiencia de este mineral, causa en corderos anorexia, pica; tienen tendencia a consumir su propia lana, disminuye el crecimiento, disminuye la conversión alimenticia.

Se ha demostrado que los requerimientos de zinc para el ganado productor de carne es de 20-30 mg/kg., de ración seca, en los ovinos y porcinos el requerimiento es de 50 mg/kg., de zinc en alimento seco.

Y el requerimiento mínimo de zinc en la dieta para los rumiantes ha sido establecida entre 50 y 100 ppm., dependiendo de

la edad, sexo, velocidad de ganancia de peso, tipo de la dieta y nivel de calcio y cobre en la ración. Un nivel de 2000 ppm., de zinc en la ración se considera tóxico para porcinos en crecimiento.

En pollitos, la deficiencia de este elemento provoca dermatitis (hiperqueratosis), así como baja en la conversión alimenticia, observándose además, emplume deficiente y acortamiento con adelgazamiento de los huesos largos.

En gallinas se observa, disminución de la incubabilidad.

Una ingestión elevada de calcio, impide la utilización apropiada de zinc, provocando así su deficiencia. Para lo cual se deberá administrar niveles adecuados de calcio-zinc en la ración.

La dermatitis, las lesiones cutáneas, la alopecia, son características de una deficiencia de este mineral en todas las especies. Señalando que estos signos también se presentan por deficiencia de cobre.

Para evitar en los ruminantes deficiencia de este elemento, se instalan bloques de sal en lugares adecuados para lamer, así como mezclas minerales que contengan de 1 a 2% de zinc (4) Cuando a las aves se les administra en la ración de 35 a 40 ppm., de zinc, no presentan signos clínicos por deficiencia de este mineral.

Asimismo, cuando a los terneros se les administra de 3 a 18 ppm., de zinc en la ración no muestran signos de deficiencia (17, 35)

El cordero necesita de 3 a 18 ppm., de este elemento, para su crecimiento normal. Y de 18 a 33 ppm., para conservar normal su concentración de zinc en el suero.

Cantidades superiores a 1000 ppm., de zinc administrada durante varias semanas a los animales, provocan intoxicación. Observándose disminución del apetito, disminución del crecimiento, llegando en ocasiones a observarse artritis e incluso he-

morragias internas, provocando mortalidad elevada.

Niveles de 4 a 8000 ppm., de zinc en los porcinos, generalmente les provoca la muerte.

Los concentrados proteínicos de origen animal, son ricos en zinc, no así los concentrados de origen vegetal, la pasta de ajonjolí, la harina de pescado, la harina de carne contiene - de 80 a 120 ppm., suministrando un buen nivel de zinc (28)

Las aves y los porcinos que consumen raciones a base de concentrados de origen animal, generalmente no enferman por deficiencia de este elemento.

El porcino cubre sus necesidades de zinc, si se le administra en la ración de 45 a 50 ppm., en forma de óxido, carbonato ó sulfato.

Asimismo, se previene una deficiencia de zinc, fertilizando - los pastizales a razón de 5 a 8 kg., por hectárea de sulfato de zinc cada 2 ó 3 años.

Cabe señalar que el zinc, proporciona una buena protección -- en los porcinos en caso de intoxicación por cobre (9, 35)

#### COBALTO

El Cobalto (Co), tiene como número atómico 27, y peso atómico 58.94, es de color blanco, con tono rosado; la palabra cobalto deriva del Alemán kobold, en la naturaleza el cobalto se encuentra asociado al cobre, níquel azufre y arsénico.

En el organismo humano, los indicios de cobalto, aceleran la formación de hemoglobina y glóbulos rojos. El efecto se debe a la acción catalítica del cobalto (17)

El cobalto es un mineral esencial para los rumiantes, ya que participa como componente de la molécula de vitamina B<sub>12</sub>.

Asimismo, interviene en la síntesis ruminal de la misma.

Su deficiencia provoca, la enfermedad de la costa entre otras.



Los signos clínicos de la deficiencia de este elemento son: inanición crecimiento retardado de la lana, disminución del apetito, desganado, debilidad, baja en la fertilidad, crecimiento lento, disminución de la producción de leche, anemia, degeneración adiposa del hígado, depósitos de hemosiderina en el bazo (8)

Las raciones que contienen 0.05 y 0.10 mg/kg., de cobalto en el alimento, previene cualquier síntoma por deficiencia de este elemento.

La deficiencia de este mineral, se presenta en los animales que pastan generalmente en zonas o regiones deficientes en cobalto.

La presencia de este mineral en el alimento para rumiantes es determinante, ya que interviene en el desarrollo de ciertas bacterias del rumen, las cuales sintetizan vitamina B<sub>12</sub>.

Una deficiencia de cobalto, es realmente una deficiencia de vitamina B<sub>12</sub> toda vez que este elemento forma parte de la estructura molecular de esta vitamina. Por lo tanto una administración de vitamina B<sub>12</sub> es cuantiosa para prevenir la deficiencia de este mineral en los rumiantes. Los animales afectados responden positivamente cuando se les administra cobalto en el alimento, o si se les inyecta vitamina B<sub>12</sub> observándose la ausencia en tiempo indefinido, de la signología.

La deficiencia de cobalto se cubre, tratando los suelos ó pastos con fertilizantes (sales ó óxidos de cobalto), ó administrando a la ración sales con minerales traza, así como la administración directa de cobalto a los animales por vía oral (9)

Los animales también pueden ingerir el cobalto directamente, si se les da sales en bloque, para laner ó óxidos de cobalto el cual contiene 0.1% de cobalto cubriendo un amplio margen de seguridad durante todo el año.

Otra forma de administrar cobalto a los rumiantes consiste en, colocar a nivel de rumen píldoras (bolas), las cuales contienen cobalto, siendo estas recuperables.

Cuando los ovinos reciben 2 mg., de cobalto dos veces por semana ó 7 mg., de cobalto una vez por semana cubren sus necesidades.

Asimismo, los bovinos que reciben dosis superiores a 5-10 mg. cubren sus requerimientos, inclusive en zonas o regiones que son deficientes en este mineral.

La literatura revisada indica, que las leguminosas son ricas en cobalto, sobre todo sus semillas, así como las harinas de oleaginosas (9)

El cobalto se caracteriza porque puede substituir al zinc; - la suplementación de cobalto (50 a 100 ppm.), previenen lesiones causadas por deficiencia de zinc. Un nivel de 400 ppm. de cobalto en la dieta, es tóxico para porcinos jóvenes.

El selenio y la vitamina E, proporcionan cierta protección - contra una cardiotoxicidad por cobalto en el porcino (20)

La presencia en la dieta de cobalto, interfiere en la utilización de hierro.

La utilidad del cobalto existente en el suelo, se ve afectado por el ph del suelo, así como por el saneamiento del terreno.

Cabe señalar, que los alimentos de origen animal, son generalmente pobres en cobalto, a excepción de la harina de hígado, la cual se ha comprobado que contiene 0.2 ppm. (1, 20, - 35)

Las necesidades de este mineral en los rumiantes es de: 0.1- a 0.11 ppm.

Los animales monogástricos, tienen sus necesidades de cobalto, muy inferiores a las que poseen los rumiantes (35)

## POSFORO

El fósforo (P), tiene como número atómico 15, y peso atómico 30.98, el fósforo se encuentra distribuido sobre la tierra, encontrándose en las rocas ígneas y sedimentarias, como apatita. Asimismo, se encuentra en forma de sales de ácido ortofosfórico, muchos compuestos del fósforo, tienen importancia fisiológica y médica (16, 17)

El descubrimiento del fósforo se atribuye a Henning Brandt, alquimista de Hamburgo, quién en 1669 lo obtuvo por destilación de la orina.

La sustancia que el obtuvo brillaba en la obscuridad y quemaba con flama cuando era expuesta al aire; el llamó a esta sustancia fósforo que significa, portador de luz (16)

Cabe señalar que el fósforo, es uno de los minerales que mas funciones tiene en el organismo.

El fósforo se encuentra en alta concentración, en las semillas (gramíneas), tres ó cuatro veces más que en las pajas; en los granos se encuentran fitatos solubles e insolubles -- en un 50-70% de fosfolípidos y fosfoproteínas, de 20 a 30% de ácidos nucleicos, de 8 a 12% de fosfatos minerales. El promedio de fósforo que se encuentra en los granos, es aproximadamente de 3.5 a 4.5% (16)

La capacidad del animal, para utilizar el fósforo, depende de la presencia de la vitamina D presente en la ración (9, 16)

El fósforo es uno de los principales elementos estructurales del cuerpo, todos los procesos sintéticos relacionados con el crecimiento y producción, formación del esqueleto, incremento de las masas musculares, síntesis de los componentes de la leche y crecimiento de la lana en ovinos, está involucrado el fósforo.

Este mineral, está presente en el organismo animal en forma combinada como: Fosfoproteínas, fosfolípidos, y fósforo de alta energía combinado con adenosina formando ATP y ADP (adenosín trifosfato y adenosín difosfato), de hecho el fósforo es componente de muchos sistemas enzimáticos (9)

El fósforo se encuentra en un 83% aproximadamente en el cuerpo de los animales adultos, básicamente en los huesos en forma de cristales de hidroxapatita.

El esqueleto contiene reservas de fósforo labil disponible, asimismo, se debe considerar que los tejidos suaves y fluidos del cuerpo contienen principalmente fósforo orgánico y parte en forma mineral. Los compuestos de fósforo orgánico incluyen Fosfoproteínas, ácidos nucleicos, fosfato-hexosas, enlaces de alta energía ATP-ADP, creatinina fosfato.

El fósforo inorgánico está en forma de calcio, magnesio, sodio potasio y fosfato de amonio.

Los animales adultos tienen aproximadamente 0.60 a 0.75% de fósforo en los tejidos normales (16)

El fósforo de la sangre esta también contenido como compuestos orgánicos e inorgánicos; la relación entre ambos varía, siendo esta de: 3 a 4.1 para los rumiantes y de 10 a 1 para las aves (9)

El fósforo forma parte de los ácidos nucleicos, los cuales transportan la información genética; son reguladores de la biosíntesis de las proteínas y la inmunidad. Por lo cual el fósforo interviene en cantidad de funciones fisiológicas, ya sea en forma directa e indirecta.

Los compuestos del ácido fosfórico intervienen en la glucólisis y oxidación directa de glúcidos, en el transporte de lípidos, cambio de aminoácidos. Asimismo, el ácido fosfórico es componente de coenzimas.

Por lo tanto se puede asegurar, que en todos los tipos de - -

metabolismo del cuerpo tanto proteínas como lípidos, glúcos, minerales y energía, están relacionados íntimamente -- con las transformaciones del ácido fosfórico (16)

En los rumiantes, el fósforo se absorbe en el duodeno, siendo mayor su absorción en el intestino grueso.

El fósforo es eliminado por la orina en forma de monofosfato en el rumiante adulto (8, 9)

La deficiencia de este elemento afecta generalmente a los rumiantes, ya que estos son alimentados en pastizales pobres -- en este mineral, señalando que el contenido en proteínas de los forrajes declina al mismo tiempo que el fósforo.

La deficiencia de este mineral constituye generalmente un -- problema regional, presentando el animal disminución del ap<sup>e</sup> tito, disminución del crecimiento, disminución de la fertili<sup>d</sup> dad, disminución en la producción de leche y huevo. Básicamente se observan anomalías en los huesos y dientes, así como apetito pervertido (pica), que es la tendencia a consumir todo tipo de materia que se encuentre a su alcance (1)

Asimismo, provoca osteomalacia ó osteoporosis en los anima -- les adultos similar a la deficiencia de calcio. El fósforo -- en animales jóvenes provoca raquitismo (1, 9)

Las manifestaciones clínicas más relevantes, por deficiencia de fósforo radica en la presencia de articulaciones abulta -- das, huesos deformados, dorso arqueado, llegándose a obser -- var en porcinos, curvatura del tren posterior, así como frag -- turas de los huesos largos.

El diagnóstico para fósforo, se efectúa básicamente, en la -- determinación de este elemento en suero sanguíneo.

Los niveles que indican una fuerte deficiencia de fósforo en aves es de 4.5 mg/1000 cc., en bovinos, ovinos y caprinos es de 6 mg/1000 c.c., y en equinos es de 3 mg/1000 c.c. (8)

La mayor parte de los animales necesitan fuentes complementarias de fósforo adicionado a las fuentes comunes de alimentos utilizándose principalmente:

Fosfato de calcio, fosfato dicálcico, fosfato monocálcico, -- roca fosfórica defluorinada, harina de hueso, fosfatos de amonio, polifosfato de amonio, fosfato de sodio, fosfato monosódico, fosfato disódico, tripolifosfato de sodio y ácido fosfórico.

Los compuestos de fósforo, se usan en algunas industrias como son: Alimentos balanceados, aditivos para alimentos y fertilizantes.

Cabe señalar, que el ácido fosfórico, se fabrica casi el 100% de los fertilizantes fosfatados y los fosfatos de calcio en la elaboración de alimentos balanceados para las diferentes especies animales (16)

La deficiencia de fósforo se puede evitar fertilizando los suelos o cultivos con fosfatos, descartando así en los animales la signología por deficiencia de este mineral. Asimismo, se puede administrar superfosfato en el agua de bebida, producto comercial barato que contiene fósforo soluble, puesto a razón de 2.5 kg/1000 litros de agua. (9, 16)

En las aves, es necesario elevar el nivel de calcio-fósforo, para mantener un crecimiento adecuado de las aves, y una producción de huevo aceptable. Asimismo, se debe mantener una relación adecuada de estos elementos en las raciones para vacas altas productoras, siendo la relación adecuada 2:1 de calcio-fósforo (1, 35)

## HIERRO

El Hierro (Fe), tiene como número atómico 26, y peso atómico-55.84, en Anglo-sajón (iren, isen, isem), en latín ferrum. El hierro es un elemento, que se encuentra en abundancia en la -

naturaleza, encontrándose en arcillas, arenas y rocas. El hierro es el elemento de mayor cuantía en todo el mundo. Los metales con base de hierro, que pueden ser forjados y templados reciben el nombre de acero. Y los que no pueden ser forjados ni templados, reciben el nombre de hierro. Por primera vez en el siglo XVIII, Thomas Syderham utilizó el hierro para tratar la anemia por deficiencia de hierro en la mujer.

El hierro se usa en medicina como hematínico, para el tratamiento de la anemia secundaria, causada por deficiencia de este mineral, llamada también anemia hipocrómica. La anemia es un problema bien definido, la cual se caracteriza por la disminución de la concentración de la hemoglobina por unidad de volumen de sangre (menor de 15.5 g/ml., en el hombre adulto y 14.5 g/ml., en la mujer adulta), y mengua del número de eritrocitos (menor de 5 000 000 de eritrocitos por  $\text{mm}^3$ , en el varón y 4.5 000 000 por  $\text{mm}^3$ , en la mujer).

La concentración menor de hemoglobina en la sangre, hace que disminuya la capacidad del individuo para el cambio de oxígeno y dióxido de carbono a nivel de membrana alveolar en el pulmón. Observándose signos como debilidad, pulso rápido y depresión entre otros (17)

El hierro es fundamental para el funcionamiento de todos los órganos y tejidos del cuerpo (29)

La absorción de este elemento es más eficiente en un pH ácido; el ácido ascórbico aumenta la absorción de hierro, reduciéndolo de férrico a ferroso, que es la forma más soluble. Los aminoácidos histidina y lisina también aumenta la absorción debido a la formación de un quelato hierro-aminoácido-soluble (29)

El hierro se encuentra en: Harina de pescado, harina de carne, harina de alfalfa, gluten de maíz y pasta de soya, es -

tos últimos contienen 32 ppm. (9, 29)

Las causas deficitarias de hierro se pueden presentar por:

- 1.- Alimentos deficientes en hierro
- 2.- Mala absorción del hierro a nivel de intestino
- 3.- Hemorragias
- 4.- Insuficiente provisión de hierro al nacimiento

Por lo que se refiere a la terapia por deficiencia de hierro, este se puede administrar por vía oral, intravenosa e intramuscular (17)

La función del hierro en el organismo, esta básicamente ligada a la función de la respiración celular.

Asimismo, el hierro porfirina (heme), es un componente esencial de la hemoglobina, mioglobina, citocromos y de las enzimas catalasa y peroxidasa. El hierro no heme del organismo, se encuentra combinado con las proteínas. Como son flavoproteínas, las cuales realizan procesos oxidativos en las células, y por lo tanto el hierro interviene en la transferencia tisular del oxígeno, así como del transporte del mismo a los tejidos, a través de su molécula de hemoglobina (9, 29)

Cabe señalar, que en el suero sanguíneo, existe un compuesto específico ferroproteico llamado transferrina, el cual actúa como portador de hierro, en tanto otro compuesto llamado ferritina, interviene en la absorción y almacenamiento de hierro.

Las manifestaciones clínicas por deficiencia de hierro son: Apatía, alstargamiento, coloración amarillenta de las orejas y el vientre, palidez de las mucosas, de los párpados y nariz, disminución del crecimiento, debilidad, piel flácida y arrugada, edema de la cabeza y hombros, aumento de la frecuencia cardiaca y respiratoria, diarrea; reportando el análisis de laboratorio anemia de tipo microcítico hipocrómica en la 2/a. y 3/a., semana de edad. (9, 29, 34)



El contenido de hierro, en el organismo es de 0.004% aproximadamente caracterizándose por desempeñar un papel central dentro de los procesos vitales. Toda vez que el hierro es -- constituyente principal del pigmento de la hemoglobina.

De tal suerte que la determinación de los niveles de hierro en el animal, constituye una valiosa ayuda en el diagnóstico y detección de trastornos de la nutrición, así como del metabolismo de este mineral.

Cabe señalar, que cerca de la mitad del hierro presente en el cuerpo se encuentra formando parte de la hemoglobina.

Algunas cantidades aparecen en otra proteína (mioglobina), -- además algo se almacena como ferritina y hemosiderina, principalmente en el hígado, y en forma secundaria en bazo y riñones.

Debido a que los glóbulos rojos y la hemoglobina son destruidos constantemente; estos deberán ser reemplazados, siendo -- cuando el hierro está sometido a un activo metabolismo.

La síntesis de la hemoglobina, ocurre durante toda la vida, -- especialmente en los períodos de crecimiento.

Los requerimientos que dicta el National Research Council -- para el hierro en pollos de engorda, es de 40 mg/kg., de alimento (12)

En tanto que para los porcinos es de 80 mg/kg., en la ración para los ruminantes en general los requerimientos son del orden de 25 a 40 mg. por kilogramo de alimento. Los requerimientos para ovinos y equinos es de 50 mg/kg., de alimento, -- para la etapa de crecimiento (1, 9)

Las vacas altas productoras, necesitan de 50 a 70 mg., de -- hierro diario, las vacas gestantes necesitan de 60 a 80 mg., diario, los ovinos necesitan de 10 a 15 mg., de hierro diario y para los equinos se necesitan de 50 a 80 mg., de hierro diario.

Las leguminosas y los alimentos de origen animal son buenas fuentes de hierro (1, 35)

Por lo que se refiere al tratamiento para los lechones; se aplican 2 ml., de hierro-Dextran por vía intramuscular a los tres días de edad (34)

Toda vez que la deficiencia de este elemento provoca anemia, la cual se presenta de 2 a 4 semanas de edad en el lechón.

Cabe señalar que la anemia en porcinos y otras especies, se puede presentar por deficiencia de cobre o cobalto, e inclusive los signos mencionados con anterioridad, pueden deberse a una intoxicación por zinc (35)

Niveles altos de zinc, manganeso y cobre, reducen la absorción de hierro, posiblemente se debe a que compiten con él, en los sitios de absorción en la mucosa intestinal (1, 9, 29, 35)

#### MAGNESIO

El Magnesio (Mg), tiene como número atómico 12, y peso atómico 24.32, el magnesio y sus diversos compuestos, se encuentran muy diseminados en la naturaleza, encontrándose en forma de cloruros de magnesio en el agua de mar (17)

Este mineral, después del calcio y fósforo es el mas abundante en los huesos, localizándose además en el interior de las células, la mayor concentración de este elemento. Asimismo, se encuentra en el hígado y tejido muscular.

Cabe señalar, que el 35%, está ligado a proteínas (29)

El término genérico utilizado para identificar una deficiencia de magnesio, es la llamada hipomagnesemia, presentándose esta, en vacas altas productoras de leche durante los 10 primeros días después del parto.

La hipomagnesemia, afecta también a ovejas que crían corderos gemelos, asimismo, los porcinos y equinos también son afectados.

Uno de los factores predisponentes de la hipomagnesemia es el estrés por transporte en los bovinos, observándose la siguiente signología.

Tremor muscular de la cabeza, movimientos torpes y vacilantes al caminar, movimientos de pedaleo en las extremidades, rechido de dientes, convulsiones, coma y muerte del animal.

La hipomagnesemia puede presentarse en forma crónica, caracterizándose por marcha torpe y baja de peso progresivo.

El magnesio está íntimamente asociado al calcio y fósforo, -- tanto en su distribución como en su metabolismo.

El magnesio es constituyente esencial de huesos y dientes, -- siendo una de sus principales funciones, actuar como activador de varias enzimas.

Interviene en el metabolismo energético y funcionamiento normal del sistema nervioso, en la síntesis de proteínas, en la contracción muscular, en la síntesis de lípidos y ácidos nucleicos, en la utilización de la glucosa y fosforilación oxidativa (1, 9)

En particular interviene en todas las enzimas, que transfieren un fosfato del ATP al ADP, y por lo tanto afecta a todos los procesos vitales del organismo.

Asimismo, actúa como cofactor en reacciones de descarboxilación de algunas peptidasas, así como en la fosfatasa alcalina y ácida (1)

El magnesio es un constituyente de la clorofila, que es una metaloproteína compleja, esencial para la fotosíntesis y por consiguiente para la vida de plantas y animales.

Cabe señalar, que la tetania del transporte, también afecta a equinos, encontrándose los niveles de magnesio-calcio similares en el suero, a los obtenidos para el ganado bovino.

La hipomagnesemia, se puede deber también, a la incapacidad del animal, para metabolizar el magnesio de su esqueleto, y -- así mantener los niveles adecuados de este elemento en suero.

La hipomagnesemia, se presenta en animales que pastan en terrenos deficientes en magnesio, por lo cual se deberán abonar con compuestos de magnesio como son: óxido de magnesio o carbonato de magnesio; estos compuestos también pueden administrarse a la ración de los animales en cantidades adecuadas para prevenir la hipomagnesemia.

La deficiencia de magnesio se presenta, cuando ha disminuido -- hasta 1 mg/100 ml., observándose en el animal hiperirritabilidad del sistema neuromuscular e incoordinación y con frecuencia la muerte (9)

Un elevado nivel de magnesio en la ración, provoca deficiencia secundaria de calcio, debido a que el magnesio es antagónico a nivel intestinal.

La sintología provocada por la deficiencia de este mineral, se diagnostica determinando el nivel de magnesio en sangre, observándose que los niveles de calcio, también se encuentran bajos.

Cabe mencionar, que las leguminosas generalmente son ricas en magnesio, al igual que las harinas de semillas de oleaginosas. Cuando se aplica por vía intravenosa, lactato de magnesio, generalmente se restaura en 10 minutos el nivel normal de magnesio en el suero sanguíneo. Sobre todo en vacas altas productoras -- afectadas por hipomagnesemia aguda.

Cabe señalar, que una baja energética en el organismo, eleva -- las necesidades de magnesio (35)

## MANGANESO

El Manganeso (Mn), tiene como número atómico 25, y peso atómico 54.93, caracterizándose por tener un color blanco grisáceo. La palabra manganeso procede del latín (magnes), que significa imán.

En la naturaleza el manganeso se presenta formando compuestos de manganeso en la corteza terrestre (17)

El manganeso se caracteriza por ser un activador de sistemas enzimáticos relacionados con el metabolismo energético, aminoácidos, glicoproteínas (protrombina), del sistema óseo donde el ión estimula el sistema enzimático. Es de vital importancia para el buen funcionamiento del sistema nervioso central así como en la reproducción.

Este elemento, provoca serias enfermedades en el animal cuando no consume el requerimiento adecuado.

Sus principales funciones son: Interviene en la formación y actividad de la glucosil-transferasa, en la síntesis de condroitin-sulfato componente de los mucopolisacáridos de la matriz orgánica de los huesos.

Se cree que interviene en sistemas enzimáticos que influyen en el estro, la ovulación, el desarrollo fetal, desarrollo de la ubre, producción de leche y desarrollo y crecimiento del esqueleto (28, 29)

La deficiencia de manganeso en gallina de postura provoca, -- disminución en la producción de huevo, e incubabilidad.

La deficiencia de manganeso en los porcinos, provoca irregularidad e incluso la anulación del estro, observándose disminución de las camadas debido a la reabsorción y muerte de fetos.

Las terneras alimentadas con dietas deficientes en manganeso experimentan retraso del estro, así como de la concepción.

La cantidad diaria absorbida en la alimentación de magnesio, es aproximadamente de 4 mg., la sangre contiene normalmente de 0.012 a 0.015 mg/100 ml., el manganeso se encuentra en huesos, tejidos, hígado y ganglios linfáticos.

La deficiencia de manganeso se caracteriza por provocar básicamente. Disminución en la tasa de crecimiento, nacimiento de animales débiles, formación deficiente del cascarón del huevo,

deficiencia en la coagulación sanguínea, deformación del esqueleto, malformación en animales jóvenes, arqueamiento de miembros posteriores, cojeras, ataxia y aborto (29)

Sin embargo, cabe señalar, que ninguno de los signos clínicos son específicos por deficiencia de manganeso. Toda vez que estos se presentan por deficiencia de otros minerales como son: Calcio, fósforo y zinc entre otros.

Por lo tanto la deficiencia de manganeso y la signología en el animal, deberá tomarse con mucha reserva.

Los requerimientos de manganeso, para las especies domésticas fluctúan entre 20 y 40 mg/kg., de alimento; para las aves su requerimiento se estima en 55 mg/kg.

El requerimiento para bovinos productores de carne es de 1-25 mg/kg., de la ración, para bovinos productores de leche es de 10-20 mg/kg., de la ración y para porcinos el requerimiento es de 20 mg/kg., de la ración.

Cabe señalar, que niveles altos de calcio-fósforo en la ración, reduce la absorción de manganeso y elevan los requerimientos en el animal (28, 29)

En caso de suplementar este mineral, se deberán utilizar sales micromineralizadas con un contenido de 0.25% de manganeso (29)

Un exceso moderado de este elemento, no produce efectos tóxicos, sin embargo una concentración de 125 ppm., deprime la síntesis de hemoglobina en los lechones, lo que aparentemente indica un antagonismo entre el hierro y el manganeso (1)

Para las aves, 40 ppm., de manganeso en el alimento, son suficientes para prevenir la deficiencia de este mineral.

Cabe señalar, que la presencia de calcio y fósforo en la ración reducen la utilización de manganeso en las aves, porcinos y terneros (35)

En las aves, la administración de sales ó óxidos de manganeso

sulfato de manganeso entre otros, previene la deficiencia de este mineral.

En vacas, esta deficiencia se previene administrando 4 g., - de sulfato de manganeso, para novillas 2 g., y para terneras 1 g., en la ración. Asimismo, la fertilización con sulfato - de manganeso a razón de 15 kg., por hectáreas, es suficiente - para mantener un buen nivel de manganeso (1, 35)

## POTASIO

El Potasio (K), tiene como número atómico 19, y peso atómico 39.09, este mineral fué descubierto en octubre de 1807, - por Sir-Humphrey Davy. La palabra potasio deriva del latín-técnico (potassium), deriva de potassa álcali del que se obtuvo. Y potassa deriva del Alemán pottsche, y psche ceniza.

El símbolo (K), viene del latín técnico kalium, del árabe -- el-kali; los compuestos del potasio abundan en las rocas, en el suelo, en las plantas y en las aguas saladas (17)

Este mineral se encuentra en los líquidos orgánicos y tejidos suaves (29)

El potasio es importante en el organismo, ya que tiene una - concentración seis veces más alta que el sodio a nivel muscular, así como en el plasma sanguíneo (1)

Cabe señalar, que los requerimientos de potasio aún no están claramente establecidos para la mayoría de las especies, sin embargo su deficiencia provoca signos, que aunque no son específicos, deberán tomarse en cuenta. Toda vez que el animal presenta: Disminución del crecimiento, baja en el consumo -- de alimento, disminuye la conversión alimenticia, emaciación y desgano generalizado (29)

El potasio se localiza dentro de las células, en los glóbulos rojos. Asimismo, se le encuentra en el músculo y leche.

El potasio se caracteriza por su estrecha relación con el -

sodio, el cual lo puede substituir en forma parcial (10, 13, 18)

El potasio interviene en el mantenimiento del equilibrio ácido-básico en la regulación de la presión ósmótica, en la permeabilidad celular conjuntamente con el sodio, así como en la transmisión del impulso nervioso junto con el calcio; creando condiciones adecuadas para la despolarización de aminoácidos, así como en la permeabilidad celular.

Este mineral, es requerido para un buen funcionamiento cardíaco normal, siendo el sodio la contraparte extracelular del potasio, intercambiándose con el sodio al líquido intracelular en la bomba de sodio-potasio (7, 10, 13, 29)

Al igual que el sodio el potasio se absorbe con rapidez, y la cantidad excedente, se excreta en forma inmediata.

Normalmente el 90% de la excreción se produce por orina, cabe mencionar que las hormonas adrenales, hacen que el riñón reabsorba el sodio, lo que provoca que aumente la excreción de potasio (1)

La deficiencia de potasio, disminuye el contenido en el corazón y otros órganos, apareciendo lesiones cardíacas, degeneración tubular en los riñones, y distrofia muscular (11, 18)

Los riñones tienen una capacidad muy limitada para conservar el potasio, aún en casos de deficiencia (18)

Las raciones a base de granos, generalmente satisfacen las necesidades de potasio, para los porcinos (29)

## SODIO

El Sodio (Na), tiene como número atómico 11, y peso atómico 22.99, su nombre deriva del latín técnico natrium, nombre que proviene de uno de sus principales compuestos del metal; el natrón ó carbonato de sodio; es de color blanco de plata, con una densidad menor que la del agua.



El sodio en la naturaleza no se presenta libre, pero sí en estado combinado en forma de cloruros como la sal gema y carbonatos tales como la sosa trona.

Sulfatos, boratos (bórax), encontrándose sales sodicas, en el agua de mar, lagos salados y manantiales minerales. En medicina el sodio sirve para preparar barbitúricos y analgésicos (17)

La deficiencia de sodio, no presenta signos específicos, sin embargo se observa, mala condición y bajo comportamiento productivo del animal (29)

Este mineral se encuentra en los líquidos orgánicos, y al igual que el potasio, el sodio participa en la absorción de aminoácidos.

El sodio también se encuentra en el músculo estriado, donde participa en el proceso de contracción muscular.

Los requerimientos del sodio varían de acuerdo a la especie animal de que se trate; alimento suministrado, a la actividad que desarrolle y a su productividad (29)

La función del sodio en el organismo es importante, ya que interviene en la formación de jugos gástricos, en el control del ph de los líquidos del organismo, control de la concentración de los líquidos en el organismo, así como en la actividad muscular y nerviosa (28, 29)

El sodio se caracteriza por intervenir en las funciones siguientes:

Participa en la formación de jugos digestivos, interviene en el control de la concentración de líquidos en el organismo, en el control del ph de los líquidos, en la actividad muscular, en la actividad nerviosa, mantiene el equilibrio ácido-básico y en el control del paso de nutrientes, hacia el interior de las células y metabolismo del agua en general.

El organismo contiene aproximadamente 0.2% de sodio, encontrándose en mayor proporción en los líquidos extracelulares,

lugar donde participa activamente en el metabolismo.

Este elemento representa el 93%, de las bases del suero sanguíneo y por lo tanto es el elemento básico que regula el equilibrio de líquidos en el organismo.

Los signos observados en los animales por deficiencia de este mineral son:

pica (apetito nervvertido), el cual consiste en la búsqueda ansiosa de sal, manifestándose por la avidez con la que lamen la madera, el suelo, el sudor de otros animales ó cualquier material que tengan a su alcance. Asimismo, se observa baja en la ganancia de peso, baja conversión alimenticia, anorexia, diarrea profusa la cual provoca pérdida de electrolitos de potasio, desbalanceándose así el equilibrio ácido básico.

La deficiencia de sodio en los bovinos productores de carne provoca: Mala condición física, y bajo rendimiento productivo.

En los equinos provoca: Disfunción muscular y nerviosa, observándose en algunas ocasiones postración nerviosa.

En aves de postura provoca: Disminución de la producción de huevo, pérdida de peso y canibalismo, disminución del apetito y baja en el aprovechamiento de la energía y proteína digestible, asimismo, se alteran las funciones de la reproducción (35)

La excreción del sodio, se lleva a cabo a través del riñón en forma de cloruros y fosfatos.

Las necesidades de sodio, varía de acuerdo a la especie, de tal forma que el bovino productor de carne necesita 0.06% de sodio, los bovinos productores de leche necesitan 0.1%, los equinos 0.35%, los porcinos y ovinos necesitan 0.1% de sodio en la ración.

Una buena fuente de sodio es la melaza de caña, harina de --

alfalfa, harina de carne y harina de pescado entre otros --  
(29)

Cabe señalar que la signología por deficiencia de sodio de  
parece en el animal, si se adiciona sal común a la ración --  
(1, 35)

La sal común se puede administrar a los animales en potrero-  
y estabulación, ya sea suelta ó en bloque. Los animales ham-  
brientos de sal llegan a morir cuando consumen un exceso de  
sal, si no cuentan con una fuente suficiente de agua para su  
consumo (29, 35)

#### FLUOR

El Flúor (F), tiene como número atómico 9, y peso atómico, -  
19.00 es un elemento (gaseoso), no metálico F<sub>2</sub> de color ama-  
rillento muy pálido.

Su nombre proviene del mineral espato-flúor, derivado del la-  
tín (fluere).

Este elemento se encuentra en rocas ígneas y sedimentarias,-  
en forma de fluoruros en la naturaleza como calcio-fluoruro-  
(espato de flúor), formando compuestos, asociado con minera-  
les radioactivos, constituyendo el 0.08% aproximadamente en  
la litósfera (16, 17)

La esencialidad del flúor en el organismo, aún no ha sido de-  
terminada, sin embargo cantidades minúsculas de flúor, han -  
resultado benéficas en la reducción de caries dentales (29)

La presencia de este elemento, en algunas zonas del país, --  
tiene gran importancia debido a los altos niveles que se han  
detectado, tanto en el agua como en los forrajes (29)

El flúor se considera un elemento esencial, cuando se admi--  
nistra en cantidades adecuadas. Pero si se ingiere en canti-  
dades mínimas y por un tiempo prolongado, produce efectos no  
civos.

En los animales, el flúor se encuentra en huesos y dientes. Fisiológicamente el flúor influye en el noteseo del esmalte de los dientes, este elemento en el hueso se encuentra en forma de apatita en un porcentaje de 0.04 a 0.06% mas en el individuo adulto.

El máximo nivel de flúor que puede ingerir un animal sin que le produzca daño, varía con la edad, especie animal, forma física y química del alimento, duración y continuidad del consumo y naturaleza de la dieta (12)

Cabe señalar, que la toxicidad por flúor provoca: Osteoporosis, hiperostosis, osteomielia, osteofitosis, fluorosis, cojeras y falta de apetito (29)

La presencia de flúor en el organismo, ayuda a prevenir las caries, durante el desarrollo de la dentición. Asimismo, retrasa la aparición de osteoporosis en los animales adultos.

Cuando el flúor alcanza el punto de saturación, que es del orden de 15 000 ppm., (1.5 a 2.0%), ó entre 30 a 40 veces el flúor que contienen los huesos, se produce la "inundación" de flúor en los tejidos susceptibles, provocando alteración del metabolismo, llegando incluso a provocar la muerte.

En caso de intoxicación en los animales por flúor, los ovinos son la especie mas afectada. Sin embargo cuando se utiliza galletina durante la preparación de raciones alimenticias para rumiantes, se suministran niveles elevados de flúor.

Por ello la ingestión continua y por períodos prolongados de cantidades pequeñas de este mineral, pueden causar intoxicación crónica. (26)

Por lo tanto la presencia, de este elemento en el organismo, se considera un aspecto de verdadera importancia práctica en la alimentación y producción de los rumiantes.

En el bovino y porcino, se observan efectos en el esmalte de los dientes, lo que provoca el reblandecimiento y desgaste acelerado, observándose en ocasiones la exposición de la pul-

pa del diente.

El esmalte manchado, aparece en los bovinos y ovinos, en zonas donde el agua es alta en flúor, llegando a causar erosiones en los dientes aún cuando las lesiones de huesos y dientes, son las pruebas mas evidentes de los daños causados por el flúor, la ingesta de mayores cantidades ó la ingesta continua por largos períodos de flúor interfiere con el crecimiento, la reproducción y la lactancia, considerándose el flúor un veneno acumulativo.

Sin embargo, la ingestión de cantidades mínimas de flúor, es benéfica, toda vez que se ha comprobado que el suministro de agua que contenga de 1 a 2 ppm., disminuye la aparición de caries en los niños, durante el desarrollo dentario, inclusive algunas municipalidades como medida de prevención en materia de salud pública, agregan de 0.7 a 1 ppm., de flúor en forma de fluoruros al agua de bebida de su comunidad, ayudando así a retrasar la aparición de osteoporosis en el individuo adulto (1, 35)

Asimismo, en caso de suplementar flúor en la ración para el ganado; este deberá incluirse a razón de 1 ppm., en el agua de bebida. (28, 29)

Los animales domésticos, suelen ingerir cantidades tóxicas de este elemento en determinadas zonas, cuya agua de bebida son ricas en este mineral, provocando una fluorosis endémica crónica o como consecuencia de un empleo continuado e innecesario de suplementos minerales ricos en flúor, en zonas limitadas y próximas a instalaciones industriales que hemiten humos o polvos con este mineral.

La fluorosis que puede padecer el hombre o los animales, como consecuencia de la contaminación industrial del medio, puede ser aguda ó crónica según el grado de contaminación del aire, agua y alimentos, así como del tiempo que los animales hayan estado sometidos a dichas fuentes de flúor (16)

La fluorosis generalmente es crónica en el bovino, ovino, caprino, y equino como consecuencia del consumo de aguas excepcionalmente ricas en flúor. En las zonas mencionadas, el exceso de este elemento procede del agua de bebida y no de los alimentos ó pastizales.

Las aguas ricas en flúor, derivan de pozos profundos ó fuentes que pueden contener de 3 a 15 ppm., e incluso 40 ppm., ó más en ciertas regiones.

La incidencia de la fluorosis crónica en los animales que reciben suplementos minerales depende de la naturaleza de los minerales utilizados y de la cuantía y continuidad de la ingestión (16)

Como consecuencia de la presencia en el agua, de altas cantidades de fluoruros, así como en los alimentos que contienen minerales altos en fosfatos ó de forrajes contaminados con flúor, provocan la aparición gradual de este elemento en huesos y dientes, perdiendo estos, su color y lustro al mismo tiempo que se engrosan y se ablandan, por lo que es fácil que se fracturan, llegándose a formar sobrehuesos denominados exostosis. La cual se presenta en los maxilares y huesos largos en los animales adultos (1, 29)

La sintología observada en los animales por deficiencia de flúor, son:

Articulaciones aumentadas de tamaño, embotamiento y cojera, siendo los movimientos difíciles y dolorosos, el crecimiento inferior al normal, se observa pérdida de peso, hay baja en la producción de leche, así como de la fertilidad.

Los factores que influyen en la toxicidad del flúor son:

Edad del animal, tiempo de consumo, nivel de nutrición, fuente de flúor, solubilidad del flúor consumido y respuesta individual del animal (16)

El ganado bovino y ovino no difiere mucho en su susceptibili-

dad al flúor, las aves poseen una tolerancia poco inferior a los porcinos.

El orden probable en los animales domésticos de susceptibilidad a la fluorosis es: Terneros, vacas lecheras, bovino -- productor de carne, ovejas, cabras, cerdos y aves (1)

Los principales minerales que contienen flúor son: Eudialo de flúor, criolita y fluorapatita, siendo la fuente principal -- para la producción de fertilizantes, y el fosfato de calcio -- para la fabricación de alimentos (16)

Los fosfatos ricos en flúor, pueden ser perjudiciales para -- los animales, cuando se utilizan durante largos períodos de tiempo en las cuantías que suelen precisarse como suplementos de calcio y fósforo (16)

Tomando en consideración, que los fluoruros enriquecidos -- en cantidades traza. Es una medida provechosa para la prevención de las caries dentales de los niños; así como el efecto benéfico que provoca en los ruminantes. Este elemento debe -- considerarse como un constituyente esencial en la alimentación (1, 16, 35)

El objeto de esta investigación, fué cuantificar los niveles de macro y micronutrientes, deseables e indeseables presentes en el sustrato llamado pollinaza y gallinaza, y su posible -- variación dada por: Su procedencia, tipo de cama y fin zootécnico del ave.

Estudios anteriores, han demostrado que las variables: Procedencia, tipo de cama y fin zootécnico modifican el contenido mineral en las excretas de pollo y gallina doméstica.

Por lo que si se incluye como ingrediente en la ración, se -- deberá calcular el beneficio o riesgo, que los animales tienen al consumir cierta cantidad de minerales, según la composición de la dieta.

## MATERIAL Y METODO

Se colectaron 35 muestras de gallinaza y pollinaza, de los - Estados de Oaxaca y Sonora de la República Mexicana.

Correspondiendo 17 muestras a Pinotepa Nacional, Oaxaca. Y - 18 muestras a Hermosillo, Sonora.

Las muestras se depositaron en bolsas de polietileno, rotu - landose con los datos siguientes:

- a) Procedencia.- Oaxaca y Sonora
- b) Tipo de cama.- Cascarilla de cacahuete, aserrín de madera naja de trigo y sin cama (piso).
- c) Fin zootécnico.- Postura ó engorda.

Despues de identificadas las muestras, se trasladaron al La - boratorio de Toxicología, de la Facultad de Medicina Veteri - naria y Zootécnia de la UNAM.

La determinación de los minerales en general, a excepción -- del Flúor se llevó a cabo, previa incineración de las mues - tras; aplicando a las cenizas 10 ml., de ácido nítrico 1N.

Se procedió a la lectura en el espectrofotómetro de absor - ción atómica PERKIN-ELMER Mod. 2380, bajo las especificacio - nes e indicaciones del manual de operación del fabricante -- (23)

Para la determinación de Flúor, una vez liberada la materia - orgánica, se agregaron a la muestra 10 ml., de ácido clorhí - drico 5N., y se agitó durante 30 minutos, filtrándose atra - vés de papel filtro poro grueso y llevada a 50 ml., con agua de-ionizada. Se tomó una alícuota de 5 ml., y se depositó en un vaso de plástico añadiendole 5 ml., de TISAB IV<sup>8</sup>, ajusten - dose el ph de la muestra a 5 y 5.5 con ácido clorhídrico 5N. Finalmente la muestra se leyó con electrodo específico para - flúor en el Potenciómetro ORION-CORNING Mod.12, (22)

<sup>8</sup> Siglas utilizadas para describir una solución amortiguadora.



Una vez obtenidas todas las determinaciones de las muestras, los resultados se agruparon para conocer su concentración y posibles variaciones asociadas a:

Lugar de procedencia, tipo de cama y fin zootécnico de las aves.

Aplicándose un análisis estadístico (ANDEVA), siendo el método utilizado:

$$\underline{Y_{ijk}} = \underline{\mu} + P_i + e_j(i) + e_{ijk}$$

Donde:

Y<sub>ijk</sub> = Valor de la observación para cualquiera de los elementos.

μ = Valor de la media de la población

P<sub>i</sub> = Efecto de la procedencia

e<sub>j(i)</sub> = Efecto del tipo de cama dentro de cada nivel de procedencia.

e<sub>ijk</sub> = Error aleatorio.

Asimismo, las concentraciones de cada elemento, se agruparon para conocer el promedio para cada una de sus variables en cuadros descriptivos (36).

## RESULTADOS

En la gallinaza y pollinaza de las muestras de Oaxaca y Sonora, los 12 minerales estudiados observaron un comportamiento como macro y microminerales; y su concentración de acuerdo a las variables en estudio fueron:

En los promedios generales (cuadro 2), se observa que, para la variable procedencia, los valores altos correspondieron a minerales presentes en las muestras procedentes del Estado de Sonora como son:

Calcio con 87 000 ppm., Potasio 9 000.0 ppm., Sodio 6 570.0 -- ppm., Aluminio 6 261.0 ppm., Fósforo 982.0 ppm., y Fierro con - 288.2 ppm.

Y los promedios bajos fueron para:

Magnesio con 47.0 ppm., Zinc 11.5 ppm., y Cobalto con 5.0 ppm. de las muestras procedentes del Estado de Oaxaca.

Por el tipo de cama, los valores mas altos correspondieron - - (cuadro 3), al Calcio de las muestras de paja de trigo con - - 109 000 ppm., procedentes del Estado de Sonora.

Y al Potasio de las muestras de aserrín de madera con 10 975.0 ppm., procedentes del Estado de Oaxaca.

Por el fin zootécnico, los valores mas altos (cuadro 4), fueron para:

Calcio con 82 000 ppm., del Estado de Sonora para pollo de engorda, y Potasio con 10 975.0 ppm., del Estado de Oaxaca para pollo de engorda.

La evaluación que se describe a continuación, corresponde a cada uno de los elementos estudiados, en los que se señala el elemento de mayor concentración de acuerdo a los parámetros-- considerados.

## ALUMINIO

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Aluminio (Al), con 6261.0 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Sonora.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de paja de trigo con 6605 ppm., del mismo Estado.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4), corresponde a las muestras procedentes del Estado de Sonora con 6691.0 ppm., para gallina de postura.

## CALCIO

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Calcio (Ca), con 87 000 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Sonora.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de paja de trigo con 109 000 ppm., del mismo Estado.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4), corresponde a las muestras del Estado de Sonora con 82 800 ppm., para pollo de engorda.

## COBRE

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Cobre (Cu), con 139.50 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Oaxaca.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de aserrín de madera con 160.0 ppm. del mismo Estado.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4), corresponde a las muestras del Estado de Oaxaca con 160.0 ppm., para pollo de engorda.

## ZINC

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Zinc (Zn), con 11.50 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Oaxaca.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de cascarilla de cacahuete con -- 15.0 ppm., del mismo Estado.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4), corresponde a las muestras del Estado de Oaxaca con 15.0 ppm. para gallina de postura.

## COBALTO

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Cobalto (Co), con 9.5 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Sonora.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de piso (sin cama), con 10 ppm., -- del mismo Estado.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4), corresponde a las muestras del Estado de Sonora con 10.0 ppm. para gallina de postura.

## FOSFORO

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al fósforo (P), con 982.0 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Sonora.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de aserrín de madera con 1040.0 ppm. del Estado de Oaxaca.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4), corresponde a las muestras del Estado de Oaxaca con 1043.0 - ppm., para pollo de engorda.

## HIERRO

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Hierro (Fe), con 1050.50 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Oaxaca.

Por el tipo de cama, el promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de cascarilla de cacahuete con 1075.0-ppm., del mismo Estado.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4) corresponde a las muestras del Estado de Oaxaca con 1075.0-ppm., para gallina de postura.

## MAGNESIO

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Magnesio (Mg), con 53.0 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Sonora.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de paja de trigo con 50.00 ppm., - del mismo Estado.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4) corresponde a las muestras del Estado de Sonora con 54.0 -- ppm., para gallina de postura.

## MANGANESO

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Manganeso (Mn), con 208.0 ppm., de las muestras -- procedentes del Estado de Oaxaca.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de paja de trigo con 295.0 ppm., - del Estado de Sonora.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4) corresponde a las muestras del Estado de Sonora con 299.50-ppm., para pollo de engorda.

POTASIO

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Potasio (K), con 9 000.0 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Sonora.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de aserrín de madera con 10 875.0 - ppm., del Estado de Oaxaca.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4), corresponde a las muestras del Estado de Oaxaca con 10975.0- ppm., para pollo de engorda.

SODIO

Por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro 2), corresponde al Sodio (Na), con 6570.0 ppm., de las muestras procedentes del Estado de Sonora.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), corresponde a las muestras de paja de trigo con 7630.0 ppm., - del mismo Estado.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4), corresponde a las muestras del Estado de Oaxaca con 6879.0 - ppm., para pollo de engorda.

FLUOR

Finalmente por procedencia, el valor promedio mayor (cuadro- 2), corresponde al flúor (F), con 288.2 ppm., de las mues -- tras procedentes del Estado de Sonora.

Por el tipo de cama, el valor promedio mayor (cuadro 3), co- rresponde a las muestras de paja de trigo con 310.2 ppm., -- del mismo Estado.

Y por el fin zootécnico, el valor promedio mayor (cuadro 4), corresponde a las muestras procedentes del Estado de Sonora- con 283.25 ppm., para gallina de postura.

En el análisis de resultados, se encontró que:

Los minerales con diferencia estadística ( $P < 0.05$ ), fueron:

Para procedencia: Ca., Al., Zn., Mn., Cu., y P.

Para tipo de cama: Al., y F.

## DISCUSION

La gallinaza y pollinaza, son un buen recurso para ser utilizadas en la alimentación animal. Sin embargo es importante - conocer su composición química, ya que debido al porcentaje de minerales que alcance, puede limitar su uso.

La inclusión de gallinaza en las dietas para los animales, - disminuyen los costos de producción, toda vez que contienen un buen porcentaje de proteína cruda, con un 53% de digestibilidad.

Se ha comprobado, que la inclusión de gallinaza en la ración para rumiantes, ha producido ganancias de peso, debido a la proteína cruda que contiene (26 a 32%), y de (12 a 15%), de proteína verdadera, la cual se compara a un heno de t ca lidad.

Con base en los resultados de este trabajo se puede asegurar que los valores obtenidos, son similares a los que reportan otros autores que también determinaron minerales por el método de absorción atómica (1)

Los resultados obtenidos en esta investigación en (ppm), con solo administrar el 10% de gallinaza en la ración para rumiantes, se cubren las necesidades de minerales. Toda vez -- que aportan niveles adecuados de:

Calcio, Fósforo, Hierro, Manganeso, Cobalto y Potasio.

Comparando el presente estudio, con el realizado por Aguiar- (1)

Y considerando su similitud observamos que:

Los valores promedio de minerales de la gallinaza, son altos para:

Calcio, Aluminio, Cobalto y Sodio. No así en los resultados de Aguiar.

Los valores bajos corresponden a: Magnesio, Manganeso, Cobre Hierro, Potasio y Flúor.



Los valores para Molibdeno y Selenio, no aparecen en los resultados debido a que el grado de resolución del espectrofotómetro de absorción atómica de flama, no detectó dichos minerales.

El análisis de los resultados del presente estudio, muestran niveles altos de Macro y Microminerales para las muestras de gallinaza procedentes del Estado de Sonora con cama de paja de trigo.

Así como niveles altos de Macro y Microminerales de las -- muestras procedentes del Estado de Oaxaca con cama de cascarrilla de cacahuete.

Tomando en cuenta los datos obtenidos, cabe mencionar la importancia que tienen los niveles de: Aluminio, Cobre y Flúor. En caso de ser incluidos al momento de balancear raciones -- para los animales, y evitar así riesgos de intoxicación.

Se tiene información que la gallinaza ha sido el vehículo -- para el transporte de Cobre y Flúor en el alimento para rumiantes; sustrato que contiene cantidades elevadas de estos elementos en la ración, afectando en especial a los ovinos -- que son los mas susceptibles al Cobre y los bovinos al Flúor. Por lo tanto, se deberá observar el nivel de Aluminio, ya -- que dosis elevadas, dificultan la absorción de fósforo, llegando a presentar raquitismo manifestándose el problema -- como una deficiencia de fósforo.

Cabe señalar, que el bovino no soporta mas de 50 ppm., de -- Flúor, presentándose signos de intoxicación.

Así también, es de interés vigilar el nivel de Cobre en caso de ser incluidos en la dieta, ya que el ovino, es altamente susceptible al exceso de este mineral, toda vez que solo -- 25 ppm., desencadenan signos de intoxicación.

Si consideramos la inclusión de gallinaza en solo un 10% en la ración. El Cobre y Flúor, no alcanzan los niveles tóxicos ya que solo se observan niveles de 23 ppm., de Flúor y 9 ppm.

de cobre, que son los niveles nutricionales para los rumiantes.

El Aluminio, llega a causar trastornos de tipo antagónico, toda vez que interactúa con el Calcio y Fósforo provocando así deficiencia.

Asimismo, es importante señalar, que cuando se añada gallinaza a la ración, se considere el aporte de elementos minerales, para que se agreguen suplementos minerales en cantidades adecuadas y no desequilibren su balance.

Finalmente con los resultados de este estudio, se afirma que el sustrato llamado gallinaza y pollinaza. Sí varía en los niveles de Macro y Microminerales con respecto a la variable procedencia y tipo de cama.

Cuadro: A contenido de minerales de la gallinaza

---

Calcio	9.37	%
Fósforo	3.90	%
Sodio	0.54	%
Potasio	1.78	%
Magnesio	0.44	%
Manganeso	225	ppm
Hierro	451	ppm
Cobre	398	ppm
Aluminio	284	ppm
Zinc	235	ppm

---

El Sabban et al (31)

Cuadro: B contenido de aminoácidos de la gallinaza

---

Lisina	0.57	%
Histidina	0.24	%
Arginina	0.51	%
Aspartato	1.22	%
Treonina	0.57	%
Serina	0.57	%
Glutamato	2.19	%
Prolina	0.93	%
Glicina	2.14	%
Alanina	0.88	%
Cistina	0.09	%
Valina	0.82	%
Metionina	0.13	%
Isoleucina	0.64	%
Leucina	1.00	%
Tirosina	0.33	%
Fenilalanina	0.54	%

---

Bhattacharya y Taylor (2)

( Cuadro 1 )

Niveles comparativos de Macro y Microminerales (ppm), en Gallinaza y -  
Pollinaza de Oaxaca y Sonora. Y necesidades en el alimento para bovinos  
y ovinos.

ELEMENTO	CRUZ GALVAN	AGUIAR A.	500 Kg. PESO	NECESIDADES	NECESIDADES	
			NECESIDADES	NOVILLOS EN	PARA	NIVELES
			VACA LECHERA	CRECIMIENTO	OVINOS	TOXICOS
ALUMINIO	3675.00	97.39	-----	-----	-----	-----
CALCIO	59 700	40 632	5400	4000	2100-5200	-----
COBRE	86.00	89.84	10	10	5	3-25
ZINC	9.50	-----	40	40	35-50	1000
COBALTO	7.00	4.14	0.10	0.10	0.1	100-200
POSFORO	975.50	-----	3800	2600	1600-3700	-----
HIERRO	791.50	1325.44	50	50	30-50	-----
MAGNESIO	50.00	6934.54	2000	1600	0.0400-0.0800	-----
MANGANESO	165.50	227.36	40	40	20-40	-----
POTASIO	8850.00	14960.95	8000	8000	5000	-----
SODIO	6457.00	4430.74	1800	1000	0.0400-1000	-----
FLUOR	263.82	281.39	-----	-----	-----	-----

( Cuadro 2 )

Niveles promedio (ppm), de Macro y Microminerales en  
"Gallinaza" y "Pollinaza" de Oaxaca y Sonora.

ELEMENTO	PROVEDIO GENERAL	O A X A C A	S O N O R A
ALUMINIO	3675.00	988.00	6261.0
CALCIO	59 700	30 800	87 300
COBRE	86.00	139.50	35.0
ZINC	9.50	11.50	8.0
COBALTO	7.00	5.00	9.5
POSFORO	975.50	931.50	982.0
HIERRO	791.50	1050.50	547.0
MAGNESIO	50.00	47.00	53.0
MANGANESO	165.50	208.00	125.0
POTASIO	9850.00	8687.50	9000.0
SODIO	6457.00	6337.00	6570.0
FLUOR	263.82	237.70	288.2

( Cuadro 3 )

Niveles promedio (ppm), de Macro y Microminerales en "Gallinaza"  
y "Pollinaza" Agrupados por el tipo de cama

	O A X A C A	O A X A C A	S O N O R A	S O N O R A	S O N O R A
ELEMENTO	CASCARILLA DE CACAHUATE	ASERRIN DE MADEIRA	PAJA DE TRIGO	SIN CAMA (PISO)	PAJA DE TRIGO
ALUMINIO	1260.0	740.0	6605.0	5480.0	5480.0
CALCIO	24 000	36 000	109 000	69 000	82 000
COBRE	115.0	160.0	40.0	35.0	20.2
ZINC	15.0	5.0	5.0	10.0	5.0
COBALTO	5.0	5.0	5.0	10.0	5.0
POSFORO	805.0	1040.0	1035.0	965.0	945.0
HIERRO	1075.0	1025.0	540.0	550.0	545.0
MAGNESIO	40.0	45.0	50.0	50.0	50.0
MANGANESO	150.0	255.0	40.0	30.0	295.0
POTASIO	6000.0	10875.0	9875.0	10625.0	7375.0
SODIO	5720.0	6870.0	7630.0	6690.0	5370.0
FLUOR	261.5	216.5	310.2	310.2	271.1

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA  
 Y CENSOS  
 1959

( Cuadro 4 )

Niveles promedio (ppm), de Macro y Microminerales en  
"Gallinaza" y "Pollinaza" Agrupados por su fin Zootécnico.

	O A X A C A	S O N O R A	O A X A C A	S O N O R A
	GALLINA DE	GALLINA DE	POLLO DE	POLLO DE
ELEMENTO	POSTURA	POSTURA	ENGORDA	ENGORDA
ALUMINIO	1262.50	6691.90	744.00	5483.00
CALCIO	24 100	69 000	36 70	82 800
COBRE	117.00	38.00	160.00	24.50
ZINC	15.00	10.00	8.00	7.00
COBALTO	5.50	10.00	5.00	8.50
FOSFORO	806.50	966.00	1043.00	945.50
HIERRO	1076.00	552.50	1028.50	545.50
MAGNESIO	44.50	54.00	49.00	52.00
MANGANESO	152.00	34.50	285.50	299.50
POTASIO	6112.50	10637.50	10975.00	7400.00
SODIO	5728.00	6698.00	6879.00	5376.00
FLUOR	261.56	283.25	216.50	271.50

(Cuadro 5)

## ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE MACRO Y MICROMINERALES

ELEMENTO	SIMBOLO	NUMERO ATOMICO	PESO ATOMICO	MACRO ó MICROMINERAL	E S T A D O	C O L O R
ALUMINIO	Al	13	26.9815	MACROMINERAL	SOLIDO	BLANCO PLATEADO
CALCIO	Ca	20	40.08	MACROMINERAL	SOLIDO	BLANCO PLATEADO
COBRE	Cu	29	63.54	MICROMINERAL	SOLIDO	CAFE ROJIZO
ZINC	Zn	30	65.37	MICROMINERAL	SOLIDO	BLANCO AZULADO
CORALTO	Co	27	58.9332	MICROMINERAL	SOLIDO	BLANCO AZULADO
POSPORO	P	15	30.9738	MACROMINERAL	SOLIDO	AMARILLENTO
HIERRO	Fe	26	55.847	MICROMINERAL	SOLIDO	BLANCO PLATEADO
MAGNESIO	Mg	12	24.312	MACROMINERAL	SOLIDO	BLANCO PLATEADO
MANGANESO	Mn	25	54.9380	MICROMINERAL	SOLIDO	BLANCO ROJIZO
POTASIO	K	19	39.102	MACROMINERAL	SOLIDO	BLANCO PLATEADO
SODIO	Na	11	22.9898	MACROMINERAL	SOLIDO	BLANCO PLATEADO
FLUOR	F	9	18.9984	MICROMINERAL	G A S	AMARILLO



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Apuier, A. J.: Determinación de Macro y Microminerales, en gallinaza y pollinaza de los Estados de Morelos y Veracruz de la República Mexicana. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 1985.
- 2.- Bhattacharya, A. N. and Taylor, J. C.: Recycling animal -- waste as feedstuff. *J. Anim. Sci.*, 41: 5. (1975).
- 3.- Bezares, A., y Avila, E. G.: Valor nutritivo de la gallinaza en dietas para pollos en crecimiento y gallinas en postura *Mé. Pec. de Méx.*, 30: 39 (1976).
- 4.- Casimiro, P. de la P., Epuiarte, V. A.: Respuesta a la suplementación de microminerales a vaquillas en pastoreo de zacate estrella africana en la costa norte de Navarrit. -- *Mé. Pec. de Méx.* (1968).
- 5.- Castillo, A. A.: Determinación de niveles de aflatoxinas -- presentes en la gallinaza para la alimentación de rumiantes. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D. F., 1980.
- 6.- Caser, G. S. and Tanner, T. J.: Multiement analysis of -- animal feed, animal wastes and sewage sludge *American chem. J.*, 12: 7 (1978)
- 7.- Cantarow, A. and Schoenartz, B.: *Bioquímica*. 4a. ed. Interamericana, México, D. F., 1977.
- 8.- Cullinson, A. E.: *Feed and Feeding*. Reston Publishing Company inc. U.S.A., 1979.
- 9.- Cullinson, A. E.: *Alimentos y alimentación de animales.*, -- ed. Diana, México, D. F., 1983.
- 10.- Dos Santos, J. A.: *Patología especial de los animales domésticos.*, ed. Interamericana, México, D.F., 1982.

- 11.- Dukes, H. H. and Swenson, M. J.: *Fisiología de los animales domésticos* 4a., ed. Aguilar México, D.F., 1983.
- 12.- Erich Kolb.: *Microfactores en nutrición animal.*, ed. Acribia, España. 1972.
- 13.- Escamilla, G. I., Villaseñor, M.J.: *El fósforo en la nutrición animal.* 1er. Simposium. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Pac. Med. Vet. y Zoot. México, D.F., 1988.
- 14.- Flores, M. J. A.: *Bronstología animal.*, 2a. ed. Limusa. - México, D.F., 1979.
- 15.- Fontenot, J. P. and Smith, L. W.: *Alternative utilization of animal wastes.* *J. Anim. Sci.*, 57: 5 (1975)
- 16.- Gaytan, G. T.: *Dietas altas de melaza-urea en la alimentación de bovinos de engorda.* Tesis de Licenciatura. Pac. - Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México D.F., 1975.
- 17.- Kirk, E. and Donald, P.: *Enciclopedia de Tecnología Química*, ed. Uthea, 1962.
- 18.- Waynard, L. A. and Loosli, J. K.: *Nutrición animal.* 7a. - ed. Mac-Graw Hill., U.S.A., 1983.
- 19.- Menden, E. E. Brochman, D. Chodury, J. L. and Petering, - H. C. *Driash of animal tissues for atomic absorption - - espectrophotometric determination of zinc, cooper and cadmium.* *Anal. Chem.* 49: 1644-1645 (1977).
- 20.- Miller, E. R., Hernández, A. J. y Adrian, E. L. *Situación actual de los minerales traza en la alimentación del cerdo.* *Porcivams* 11: 125 (1982)
- 21.- N. R. C. *Mineral Tolerance of Domestic Animal.* National - Academy of Sci. Washington, D. C., 1980.

- 22.- ORT.; Instrucción manual fluoride electrodes. Orion Research incorporated, Cambridge Massachusetts. 1979.
- 23.- Perkin-Elmer.: Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry, Norwalk, Connecticut. 1983.
- 24.- Piccione, M.: Diccionario de la alimentación 3a. ed. Acri - bis Zaragoza, México, D. F., 1970.
- 25.- Ponce de León, R. J.: Evaluación de la ganancia de peso de corderos alimentados con diferentes niveles de pailinaza. - Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 1983.
- 26.- Rosiles, M. R., Gonzales, P. A., y Villalón, S. L.: Metodología analítica de flúor y su presencia en alimentos y excretas de vollos y pailinas Rev. Vet. Méx. 17: (1986).
- 27.- Rivera, V. I.: Determinación de algunos macro y micronutrientes de algunos Estados de la República Mexicana. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 1989.
- 28.- Necoechea, R. R.: Manual de aditivos y suplementos para la alimentación animal. ed. Manual Aprovechamiento. México, D. F. 1986.
- 29.- Necoechea, R. R., Martínez Ma. V.: Manual de Aditivos y Suplementos para la alimentación animal. ed. Manual Aprovechamiento, México, D. F., 1987.
- 30.- Robert, A. A.: Poultry manure as rangeland fertilizer. Poul. Sci. 48: 1778 (1969)
- 31.- El-Sabben, P. F., Pretzler, J. V., Freer, D.C.W. and Gentry R. F. Value of processed poultry waste as a feed for ruminants J. Anim. Sci. 31: 107 (1970).

- 32.- Sanchez, Z. E. M., Perez, D. N.: Digestibilidad in situ, a nivel ruminal de los macrominerales Calcio, Fosforo, - Magnesio y Potasio del pasto estrella africana (*Cynodon dactyloides*), Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autonoma de México, D. F. - - 1980.
- 33.- Shimada, A. S.: Fundamentos de Nutrición animal comparative 2a. ed. Consultores en producción animal S. C., México, D.F., 1984.
- 34.- Taylor, D. J.: Enfermedades del cerdo. 3a. ed. Manual Moderno, México, D. F., 1986.
- 35.- Underwood, E. J.: Los minerales en la alimentación del gallina ed. Acribia Zaragoza, España, 1983.
- 36.- Wayne, W. D.: Bioestadística. ed. Linusa. México, D.F. - 1983.
- 37.- Zindel, H. C.: Recycling of poultry wastes and their values Can. Poul. Rev. 55: 9 (1971).