



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

***“DETERMINACION DE ELEMENTOS MINERALES  
EN AGUA DE JAGUEYES DEL ESTADO  
DE TLAXCALA”***

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A .

**OLIVIA VILLARROEL MORA**

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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

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

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

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

## C O N T E N I D O

RESUMEN .....	1
INTRODUCCION.....	2
HIPOTESIS .....	9
OBJETIVO.....	9
MATERIAL Y METODOS .....	10
RESULTADOS .....	12
DISCUSION .....	19
LITERATURA CITADA .....	20
GRAFICOS .....	22

Villarroel Mora Olivia. Determinación de elementos minerales en agua de jagüeyes del Estado de Tlaxcala. Asesorada por los M.V.Z. Rogelio López López y M.V.Z. René Rosiles Martínez.

## RESUMEN

Se analizaron 25 muestras de agua y tierra de jagüeyes del Estado de Tlaxcala, para la determinación de macroelementos, microelementos y elementos minerales tóxicos. La concentración promedio en agua para Ca fue de 22.46 ppm; K 16.2 ppm; Na 16.25 ppm; Mg 9.06 ppm; Fe 4.26 ppm; Zn 0.04 ppm; F 0.35 ppm; Cu 0.01 ppm; Si 69.08 ppm; Al 24.09 ppm; Cr 0.007 ppm; Hg 0.8 ppb; SO<sub>4</sub> 1417.0 ppm. No se detectó P, Co, Mo, Mn, Se, V, Ni, Pb, Sb, Cd, y As. El valor promedio de pH fue de 8.06. La concentración promedio de minerales en la tierra circundante para Ca fue de 1656.9 ppm; P 0.21%; K 495.03 ppm; Na 77.29 ppm; Mg 466.87 ppm; Fe 549.94 ppm; Zn 4.48 ppm; Cu 3.12 ppm; Si 376.72 ppm; Al 577.8 ppm; Cr 0.79 ppm; Co 0.03 ppm; Pb 5.12 ppm. No se detectó Mo, Se, F, V, Ni, Mn, Cd, As y Sb.

La concentración de elementos minerales encontrados en agua expresado como porcentaje de los minerales del suelo fueron: Ca 1.35%; K 3.27%; Na 21.02%; Mg 1.94%; Fe 0.77%; Zn 0.89%; Cu 0.32%; Si 18.34%; Al 4.17%; Cr 0.88%.

De acuerdo a los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua para uso pecuario el elemento que rebasó el límite máximo permisible fue el aluminio, los elementos minerales restantes están dentro de los límites establecidos. Por las características físicas de las muestras de agua (color, olor y la cantidad de materia fecal) en el área circundante al jagüey no se puede considerar este tipo de agua como una fuente de abastecimiento de agua potable.

## INTRODUCCION

La disponibilidad del agua aprovechable, para el hombre y los animales es cada día un problema que se agudiza más; es por ello que se recurren a diferentes formas de obtención de agua, se excavan pozos, se desvían manantiales, pero en los lugares donde no se pueden emplear éstas técnicas se recurre a la captación del agua de lluvia. De ésta manera, en el estado de Tlaxcala se logra recolectar y almacenar agua por medio de los "jagüeyes", con los cuales se sirve la población rural; como abrevadero para los animales; para riego y ultimamente como estanques artificiales en donde se cultivan diferentes especies de peces (8).

La hidrósfera es la parte de la ecósfera constituida por agua, es la gran masa de agua que rodea a la tierra. El agua está constituida por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, pero no es pura o no se puede denominar químicamente pura pues como tal no se le halla en la naturaleza. Se sabe que contiene en disolución y en suspensión otras sustancias que le confieren características físicas, químicas y biológicas especiales. Existen varios tipos de agua: agua dulce; agua salobre; agua dura; aguas negras; aguas freáticas; agua potable (4,7,12).

Se considera que del total de agua aprovechable por el hombre el 98% forma los oceanos y solo el 2% es agua dulce; de éste último la mitad se halla congelada en los casquetes polares, por lo tanto solo se cuenta con 1% aprovechable y disponible. Esta agua se halla formando desde el protoplasma de células hasta los rios, lagos, lagunas, manantiales y la lluvia (7,11,12).

El agua dulce o agua potable también llamada agua continental, es la que proviene de la lluvia y de la fundición de la nieve y así llega a formar los arrollos, los rios, y los lagos. Se encuentra

también en el subsuelo, aflora en los manantiales y es aprovechada de los pozos (7,11).

Este tipo de agua contiene aire en disolución y algunas sales minerales en diferentes concentraciones; es por lo tanto, útil para la agricultura y es apta para beber por los animales de vida terrestre. De allí se deriva su importancia pues el agua cumple las siguientes funciones en los seres vivos:

1. Es el diluyente de todas las sustancias nutritivas en animales y en plantas.
2. Diluye sustancias de desecho como catabolitos y sustancias de excreción, así como las sustancias de secreción como leche, semen, saliva entre otros.
3. Constituye el solvente y medio de transporte de sustancias dentro de los organismos vivientes en los sistemas circulatorios, como savia en plantas y sangre y linfa en los animales.
4. En los animales, regula la temperatura por la evaporación de agua a través de la respiración y el sudor.
5. Contribuye en gran medida a la digestión, tomando parte en la hidrolización de los alimentos.
6. Aunque el agua no se puede considerar un alimento como tal, sí forma parte del protoplasma de todas las células y de los líquidos intersticiales es entonces un elemento importante.
7. Es en el seno del agua donde se realizan una gran cantidad de reacciones químicas, que en conjunto integran lo que se conoce como metabolismo (2,7,10,11,12,16).

Como se ha mencionado repetidamente, el agua es el solvente universal, tiene la capacidad de combinarse con muchas otras sustancias, fijando sus iones  $H^+$  y  $OH^-$ . En presencia de agua se llevan a cabo varias reacciones de oxidación. La hidrólisis es la reacción poderosa que permite la descomposición de muchas sustancias por medio del agua. Estos mecanismos hidrolíticos tienen particular importancia en el proceso digestivo de los animales (3,4,7,16).

La molécula de agua tiene un incesante recorrido en la naturaleza, pues pasa con facilidad del estado sólido al líquido y de éste al gaseoso, en cada paso absorbe o libera energía. Estos recorridos también los sigue en el interior del organismo y en la célula como unidad mínima (7). Todos los organismos poseen agua desde una semilla, que contiene la mínima cantidad de éste líquido, hasta los huevos o embriones que contienen la mayor cantidad casi un 95%. Es conocido que mientras más joven es un organismo mayor cantidad de agua contiene.

El contenido de agua en el cuerpo de los animales es relativamente constante, del 68 al 72% del total del peso del individuo. Estos niveles por lo general no tienen variaciones apreciables; al presentarlas, hay severas consecuencias para el animal. Los requerimientos mínimos de ingestión de agua para un animal están influenciados por la cantidad de agua excretada del organismo. Esta se elimina en la orina, heces, sudor, evaporación de los pulmones y de la piel, y por excreciones productivas como leche y huevo (6,7).

Existe un estándar en la cantidad de agua ingerida por los animales y es: 1 ml/kcal de calor producido, ésta expresión incluye el aumento necesario asociado a la actividad fisiológica. Los bovinos son una excepción, debido a que sus heces contienen mucha agua por lo tanto requieren de 1.29 a 2.05 ml de agua/kcal de calor producido (4,6,7,10,11,16).

Los requerimientos de ingestión de agua para los animales domésticos están en función a la superficie corporal más que a su peso. Para fines prácticos se considera una ingestión voluntaria sobre condiciones ambientales moderadas (clima templado) de 26 a 66 litros (l) por día en bovinos productores de carne; de 37 a 60 l por día en bovinos productores de leche; de 30 a 45 l en caballos; de 11 a 18 l para cerdos; de 3 a 15 l en cabras y ovejas (4,6,7,10,11).

La composición mineral del agua depende en gran medida de su continua migración a través del suelo y de la roca madre, ya que de allí arrastra una considerable cantidad de sales minerales solubles del suelo. Otros factores como son los desechos industriales y las descargas de gases a la atmósfera añaden cantidades significativas de minerales y complejos orgánicos al agua. Como parte del ambiente, el agua también es susceptible de ser contaminada, mezclándose con sustancias que se consideran inconvenientes para ciertos usos. Durante la última parte del ciclo hídrico el agua tiene contacto con múltiples sustancias que se hallan en el suelo, la atmósfera, el subsuelo, de las fábricas, etc. Es durante esta fase cuando se contamina con sustancias perjudiciales para las cosechas, para las fábricas mismas, y en general para la vida acuícola tanto dulce como marina (3,4,7,8,13,14,15).

Al pasar por las capas permeables del suelo, el agua se impregna de minerales que acarrea en solución o en suspensión. Algunas de estas sustancias pueden ser particularmente tóxicas como el arsénico, el flúor o el plomo. Así las aguas que atraviezan bosques o campos de cultivos, contienen sustancias orgánicas en suspensiones coloidales.

Ciclo hídrico del agua:

1. El movimiento de las masas de aire sobre los océanos que van de las costas hacia las aguas acarrearán pequeñas pero signifi-

cativas cantidades de sólidos en suspensión, particularmente sodio, cloro y iodo.

2. La condensación del agua acarrea nitrógeno, oxígeno y bióxido de carbono de la atmósfera hacia el suelo, a través de la lluvia y de la nieve.
3. La oxidación de sulfuros en sedimentos orgánicos libera sulfatos al agua.
4. La entrada de agua en el suelo es acompañada por un enriquecimiento adicional con bióxido de carbono.
5. La disolución de minerales va acompañada de la liberación de aniones y cationes.
6. La disolución de compuestos tales como el cloruro de sodio, yesos etc. causan una adición directa de sal al agua.
7. El retorno del agua a la atmósfera por la evaporación o la transpiración deja restos de productos químicos.
8. El retorno del agua al oceano a través de flujos o corrientes de aguas subterráneas, acarrearán descargas con diferentes iones en suspensión coloidal y en algunos en forma de sedimentos (2,4).

Para los animales, las plantas y el hombre es de capital importancia contar con agua potable. Esta es la que el hombre y los animales pueden beber sin peligro para su salud, es, en sí el agua dulce sin exceso de minerales y sin elementos minerales tóxicos, ni gérmenes patógenos. Se dice que deberá ser inodora, incolora, insípida, pero en realidad el agua natural, potable, tiene un color o transparencia característica, un sabor y un olor característicos

y agradables y una temperatura generalmente menor que la ambiental (4,6,7,12,17).

De acuerdo a normas internacionales preestablecidas (OMS) se dice que el agua potable tendrá las siguientes características químicas: pH neutro o ligeramente alcalino; sólidos totales menor de 500 mg/l; dureza total de 15 grados; permanganato de potasio consumido 12 mg/l; nitratos 12 mg/l; amoníaco y fosfatos, vestigios; compuestos potásicos, menos de 4 mg/l; calcio menos de 75 mg/l; magnesio menos de 50 mg/l; manganeso menos de 0.05 mg/l; hierro menos de 0.3 mg/l; plomo menos de 0.1 mg/l; arsénico menos de 0.05 mg/l; cobre menos de 1.05 mg/l; zinc menos de 1.5 mg/l; cloruros menos de 30 mg/l; sulfatos menos de 72 mg/l; fenoles menos de 0.05 mg/l; cloro libre menos de 0.2 mg/l (4,7,14,17).

En cuanto a gérmenes y otros organismos, no deberá contener ningún parásito en cualquiera de sus fases y se admite como máximo 1000 gérmenes saprófitos por mililitro, la presencia de gérmenes coliformes indica contaminación fecal.

Todos los gérmenes como las sustancias tóxicas que el agua contenga provendrán siempre del suelo o de la atmósfera. Cuando está en contacto con el aire aunque sea agua corriente se contamina más fácilmente. Existe la idea de que el agua que corre se purifica, ésto es falso; los gérmenes y las sustancias tóxicas en disolución no se destruyen mediante este proceso (4,7,14).

Los lagos y estanques son importantes reservorios para obtener agua en los medios rurales. La mayoría de los lagos abiertos, tienen una concentración de 100 a 200 ppm de sólidos disueltos. Los lagos cerrados, es decir sin afluentes, tienen una concentración de sólidos disueltos de hasta 100,000 ppm (4,5).

Una fuente importante de agua para el ganado son los estanques y los pequeños reservorios de agua, conocidos en algunas zonas de

México como "jagüeyes", "tinajas de agua" "aguajes", "ollas de agua", "bordos"; éstos son recipientes de agua que pueden ser naturales o hechos por el hombre. Exigen para su fin, de un suelo impermeable, en el cual una vez realizada la excavación, se coloca una capa de arena. En ocasiones cuando el suelo es permeable se añade un impermeabilizante plástico sobre la capa de arena. Posteriormente se pone otra capa de arena y finalmente una más, del suelo circundante.

La utilidad práctica de los jagüeyes es que son alimentados únicamente con el agua de lluvia, para lo cual se construyen de preferencia a orillas de alguna carretera, camino o curso natural de agua; el canal que lo alimentará, se conecta a la vez con la cuneta o acotamiento, de este modo al llover, el agua fluye por este canal y desemboca así a la tina de agua.

La capacidad de los jagüeyes está dada tanto por el diámetro de éste como la profundidad del sitio en donde se contruye. En promedio las medidas son de 0.25 a 1 Ha de diámetro y de 3 a 4 m de profundidad. La finalidad de estos reservorios de agua es la de captar el agua de lluvia, en donde ésta escasea y que sirva para el riego; como abrevadero para los animales; en la siembra, cría y cosecha de peces; e incluso como fuente de bebida y uso doméstico para el hombre.

Actualmente en el Estado de Tlaxcala, cuyo clima es semidesértico, con una precipitación pluvial promedio de 400 a 500 mm anuales, los jagüeyes son un importante recurso de captación de agua. Es por ello que se han construido gran número de éstos a través del Estado en colaboración con el Gobierno del Estado y la Secretaría de Pesca (8).

**HIPOTESIS**

Al ser los jagüeyes depósitos de agua rotada, es posible que arrastre y disuelva gran cantidad de sólidos y elementos minerales que estarán en el agua del jagüey.

**OBJETIVO**

Determinar la concentración de Ca, P, K, Na, Mg, Fe, Zn, F, Mo, Cu, Si, Mn, Al, Co, Se, Cr, Sb, V, Ni, Pb, Cd, As y Hg, en agua y tierra de 25 jagüeyes del Estado de Tlaxcala.

**MATERIAL Y METODOS**

Se tomaron muestras de agua (1 l), y tierra circundante (100 g) de 25 jagüeyes del Estado de Tlaxcala, identificando cada uno de los jagüeyes segun su origen, natural o artificial, color del agua y localización con respecto a posibles fuentes contaminantes como son carreteras y zonas industriales.

A las muestras en el sitio de recolección se les determinó el pH, con un potenciómetro portátil.

Quantificación de elementos minerales: 100 ml de la muestra fueron acidificados con 1 ml de ácido nítrico concentrado y ésta represento la muestra sin digerir. Otros 100 ml de la muestra se depositaron en un frasco de digestión, se añadieron 5 ml de ácido clorhídrico concentrado y se digirió a 115°C a 15 libras de presión en un autoclave durante 15 minutos. Esta muestra representó al agua digerida. Los elementos minerales se determinaron por medio de la técnica de espectroscopía de absorción atómica, con un espectrofotómetro Perkin-Elmer modelo 2380 equipado con lámparas de cátodo hueco para cada uno de los elementos de interés. Para los elementos que tienen la capacidad de generar hidruros se empleo dicha técnica con un (MSH-10) Perkin-Elmer. La flama empleada para el primer tipo de determinación fue mezcla de aire acetileno y para los elementos refractarios óxido nitroso y acetileno (1,14).

Determinación de flúor. A 10 ml de muestra se añadieron 10 ml de una solución amortiguadora para ajustar el pH en un rango de 5.0 a 5.5 (para evitar que otros elementos minerales interfieran con la determinación). La muestra se agitó mecánicamente y se leyó potenciométricamente con un electrodo específico para flúor (Corning modelo 94-09). Las lecturas obtenidas se compararon con una curva de calibración previamente elaborada (9,14).

Determinación de sulfatos. Se colocaron 100 ml de muestra de agua en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se añadieron 5 ml de solución amortiguadora (buffer). Se introdujo una barra magnética, se agregaron 0.2 a 0.3 g de cloruro de bario y se agitó por 60 segundos. Parte de la muestra se vertió en la celda fotométrica de un espectrofotómetro de luz visible, ajustado a una longitud de onda de 420 nm. Se tomaron lecturas cada 30 segundos durante 4 minutos. Los resultados obtenidos se promediaron, se realizó una curva de calibración previa en un rango de 0 a 50 mg de sulfato por litro (14).

Las tierras se secaron en una estufa de laboratorio a 80° C, se molieron en un mortero porcelanizado y tamizaron. Se pesaron en un matraz Erlenmeyer 5 gramos de muestra y se adicionaron 20 ml de una solución de ácido clorhídrico 0.1N. Se introdujo al matraz una barra magnética y se colocó sobre una platina de agitación por 15 minutos. La muestra se filtró y aforó a 50 ml. Los elementos minerales se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica en la solución filtrada.

Los resultados obtenidos se agruparon y se analizaron estadísticamente para sus estadísticas descriptivas.

**RESULTADOS**

En las muestras de agua no se detectó fósforo, cobalto, molibdeno, manganeso, vanadio, níquel, selenio, plomo, antimonio, cadmio y arsénico.

En las muestras de tierra no se detectó molibdeno, selenio, flúor, vanadio, níquel, manganeso, cadmio, arsénico y antimonio.

En la gráfica 1 aparece la frecuencia de distribución que tuvo el calcio en agua digerida y agua directa, notándose una mayor frecuencia entre 10 y 20 ppm. La concentración promedio de este elemento en agua digerida fue de 28.57 ppm, con una desviación estándar de 15.32; con valores mínimo y máximo de 13.7 y 75.9 ppm respectivamente. La concentración promedio en agua directa fue de 22.46 ppm con una desviación estándar de 10.09, con un valor mínimo de 10.2 ppm y un valor máximo de 46.8 ppm. No se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de calcio entre agua directa y digerida.

En la gráfica 2 se observa la frecuencia de distribución que presentó el calcio en tierra viéndose una mayor frecuencia entre 1000 y 1500 ppm. La concentración media de este elemento fue de 1656.9 ppm, con una desviación estándar de 753.03 y valores mínimo y máximo de 534.45 y 3901.25 ppm respectivamente.

En la gráfica 3 se anota la frecuencia de distribución que mostró el potasio en agua digerida y agua directa, observándose la mayor constancia en el rango de 0 a 10 ppm. La concentración promedio en agua digerida de este elemento mineral fue de 18.44 ppm; una desviación estándar de 14.98; valores mínimo de 4.1 y máximo de 64.8 ppm. En agua directa hubo una concentración promedio de 16.2 ppm; una desviación estándar de 14.08; una valor mínimo y máximo de 0 y 64.2 ppm respectivamente. No se observó diferencia

significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de potasio entre agua directa y digerida.

En la gráfica 4 se observa la frecuencia de distribución del potasio en tierra presentando el mayor número de casos en el rango de concentración de 411 a 570 ppm. La concentración promedio de este elemento en tierra fue de 495.03 ppm; una desviación estándar de 306.94; un valor mínimo de 93.11 y un valor máximo de 1276.85.

En la gráfica 5 se puede apreciar la frecuencia de distribución que presentó el sodio tanto en agua digerida como en agua directa, con una mayor frecuencia entre 0 y 10 ppm. La concentración promedio de este elemento en agua digerida fue de 17.13 ppm; una desviación estándar de 11.01; un valor mínimo y máximo de 7.08 y 49.68 ppm respectivamente. En agua directa la concentración promedio fue de 16.25 ppm; una desviación estándar de 11.82; un valor mínimo de 5.14 y una valor máximo de 51.86 ppm. No se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de sodio entre agua directa y digerida.

En la gráfica 6 se anota la frecuencia de distribución que tuvo el sodio en tierra donde se observa que la mayor frecuencia de distribución esta entre 10 y 100 ppm; con un promedio de concentración de 77.29 ppm; una desviación estándar de 98.8 ppm; con valores mínimo y máximo de 19.55 y 507.4 ppm respectivamente.

En la gráfica 7 se muestra la frecuencia de distribución que tuvo el magnesio tanto en agua digerida como en agua directa con una alta frecuencia entre 6 y 10 ppm. La concentración promedio de este elemento en agua digerida fue de 15.06 ppm; una desviación estándar de 15.98; y valores mínimo y máximo de 4.9 y 66.6 ppm para cada uno. En agua directa hubo una concentración media de 9.06 ppm; una desviación estándar de 3.64; un valor mínimo de 4.06 y un valor máximo de 20 ppm.

En la gráfica 8 se observa la frecuencia de distribución que tuvo el magnesio en tierra, este elemento presentó la mayor incidencia entre 261 y 390 ppm; notándose un valor promedio de 466.87 ppm; una desviación estándar de 210.81; con un valor mínimo de 139.66 y un máximo de 900.19 ppm. No se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de magnesio entre agua directa y digerida.

En la gráfica 9 aparece la frecuencia de distribución que tuvo el hierro en agua digerida y agua directa, notándose una mayor frecuencia entre 0 y 10 ppm. La concentración promedio de este elemento en agua digerida fue de 9.98 ppm con una desviación estándar de 10.27 y valores mínimo de 0.039 y máximo de 42.6 ppm. La concentración media en agua directa fue de 4.26, con una desviación estándar de 4.55 y un valor mínimo y máximo de 0.07 y 18.58 ppm respectivamente. Se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de hierro entre agua directa y digerida.

En la gráfica 10 se observa la frecuencia de distribución que hubo de hierro en tierra, notándose una mayor frecuencia entre 190 y 380 ppm. La concentración promedio fue de 549.94 ppm, la desviación estándar de 350.51 y valores mínimo y máximo de 199.41 y 1390.17 ppm.

En la gráfica 11 se anota la frecuencia de distribución que mostró el zinc en agua digerida y agua directa, viéndose la mayor frecuencia en el rango de 0 a 0.05 ppm. El agua digerida tuvo una concentración promedio de 0.078 ppm, con una desviación estándar de 0.13 y valores mínimo y máximo de 0.017 y 0.719 ppm. En el agua directa se halló una concentración media de 0.045 con una desviación estándar de 0.079 y un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 0.305 ppm. No se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de zinc entre agua directa y digerida.

En la gráfica 12 se observa la frecuencia de distribución que tuvo el zinc en tierra, presentando el mayor número de casos entre 1 y 5 ppm. La concentración media de este elemento en tierra fue de 4.48 ppm, con una desviación estándar de 4.53 y un valor mínimo y máximo de 1.22 y 21.76 ppm.

En la gráfica 13 puede apreciarse la frecuencia de distribución que tuvo el Flúor en agua directa, mostrando su mayor frecuencia entre 0.31 y 0.40. ppm.

En la gráfica 14 se muestra la frecuencia de distribución que presentó el cobre tanto en agua digerida como en agua directa notandose una mayor frecuencia entre 0 y 0.01 ppm en agua directa y entre 0.03 y 0.04 ppm. La concentración media de este elemento en agua digerida fue de 0.03 ppm; con una desviación estándar de 0.014 y valores mínimo y máximo de 0.014 y 0.078 ppm. En agua directa se halló una concentración promedio de 0.011 ppm, con una desviación estándar de 0.03, con valores mínimo de 0 y máximo de 0.136 ppm. Se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de cobre entre agua directa y digerida.

En la gráfica 15 se observa la frecuencia de distribución que tuvo el cobre en tierra, viendose la mayor frecuencia entre 1 y 3.9 ppm, con un promedio en la concentración de 3.12 ppm, con una desviación estándar de 1.44 y valores mínimo y máximo de 1.21 y 7.86.

En la gráfica 16 se anota la frecuencia de distribución que presentó el silicio en agua digerida así como en agua directa, notandose una mayor incidencia entre 0 y 50 ppm. En el agua digerida se observó un promedio en la concentración de 41.25 ppm, con una desviación estándar de 31.41 y valores mínimo de 0 y máximo de 120 ppm. La media en la concentración de agua directa fue de 69.08 ppm, con una desviación estándar de 88.86 y valores mínimo y máximo de 0 y 423 ppm respectivamente. No se observó diferencia

significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de silicio entre agua directa y digerida.

En la gráfica 17 se observa la frecuencia de distribución del silicio en tierra, hallándose el mayor número de casos entre 331 y 440 ppm. Con una concentración promedio de este elemento en tierra de 376.72 ppm, con una desviación estándar de 136.81 y valor mínimo de 115.42 y máximo de 603.2 ppm.

En la gráfica 18 se aprecia la frecuencia de distribución que presentó el aluminio en agua digerida y directa con la mayor frecuencia entre 0 y 10 ppm. La concentración promedio de este elemento en agua digerida fue de 17.06 ppm, con una desviación estándar de 19.05, valores mínimo de 0 y máximo de 70.5 ppm respectivamente. En agua directa la concentración promedio de este elemento fue de 24.09 ppm, con una desviación estándar de 34.88 valor mínimo de 0 y máximo de 155 ppm. No se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de silicio entre agua directa y digerida.

En la gráfica 19 se anota la frecuencia de distribución que tuvo el aluminio en tierra, mostrando la mayor frecuencia entre 500 y 700 ppm, con una concentración promedio de 577.8 ppm, una desviación estándar de 215.74 y valores mínimo y máximo de 197.39 y 1055.45 ppm.

En la gráfica 20 se muestra la frecuencia de distribución que presentó el cromo en agua digerida así como en agua directa, hallándose la mayor frecuencia entre 0 y 0.01 ppm. La concentración media de este elemento en agua digerida de 0.009 y en agua directa de 0.007 ppm, con una desviación estándar de 0.023 y 0.021. No se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en cuanto al contenido promedio de cromo entre agua directa y digerida.

En la gráfica 21 se observa la frecuencia de distribución que presentó el cromo en tierra, teniendo su mayor frecuencia entre 0.601 y 0.9 ppm. Con una concentración promedio de 0.79 y una desviación estándar de 0.29 y valores mínimo y máximo de 0.16 y 1.29.

En la gráfica 22 puede verse la frecuencia de distribución que mostró el cobalto en tierra, notándose una mayor incidencia entre 0.3 y 0.4 ppm. Con una concentración media de 0.3 ppm con una desviación estándar de 0.1 con valores mínimo y máximo de 0.131 y 0.483 ppm. Este elemento no fue detectado a niveles superiores de 0.01 ppm en agua directa ni digerida.

En la gráfica 23 se aprecia la frecuencia de distribución que tuvo el mercurio tanto en agua digerida como en agua directa, mostrando una mayor frecuencia entre 0 y 0.1 ppm. La concentración promedio de este elemento en agua digerida y directa fue de 0.8 y una desviación estándar de 0.11 ppm.

En la gráfica 24 se anota la frecuencia de distribución que se halló en plomo en tierra, presentando una mayor frecuencia entre 2 y 4.9 ppm. La concentración promedio fue de 5.12 ppm, con una desviación estándar de 1.93 y valores mínimo y máximo de 2.65 y 9.67 ppm. Este elemento mineral no fue detectado a niveles superiores de 0.001 ppm en agua directa ni digerida.

En la gráfica 25 puede apreciarse la frecuencia de distribución que tuvieron los sulfatos en agua directa, mostrando una mayor frecuencia entre 300 y 1300 ppm. Presentando una concentración promedio de 1417 ppm, una desviación de 1107.74 y valores mínimo y máximo de 353 y 5886 ppm respectivamente.

En la gráfica 26 puede observarse la frecuencia de distribución que presentó el pH en agua directa, hallándose la mayor frecuencia entre 7.6 y 7.9. Teniendo una concentración promedio de

8.05 una desviación estándar de 0.65 y valores mínimo y máximo de 7.3 y 9.7 respectivamente.

En la gráfica 27 se puede apreciar la frecuencia de distribución que tuvo el fosforo en tierras, mostrando una mayor frecuencia entre 0.08 y 0.13%, con valores mínimo de 0.03 y máximo de 0.280% respectivamente .

## DISCUSION

Considerando una ingestión voluntaria diaria de 60 litros de agua en bovinos, de 4 litros en ovinos y de 40 litros en equinos, las aguas de los jagüeyes aportan del 4.81 al 10.02 % de calcio para los bovinos, de 2.24 al 4.68% para los ovinos y de 0.45 a 0.96 % para los equinos. El magnesio es aportado en 0.6 a 1.1 % para los bovinos, del 3.02 a 6.66 % para los ovinos y del 0.3 a 0.6 % en los equinos. El aporte de potasio es de 0.12 a 0.48 % para los bovinos y de 0.23 a 0.9 % para los equinos. En cuanto al aporte de hierro para bovinos es de 2.7 a 11.73 % y para equinos de 4.8 a 21 %. El zinc se aporta de los requerimientos diarios en los bovinos de 0.2 a 1.24 % y para los ovinos de 0.12 a 0.7 %.

No obstante que los jagüeyes muestreados estaban localizados a no más de 1 km de alguna carretera, los elementos minerales considerados como tóxicos (Pb, Cr, Sb) no fueron detectados en niveles superiores a 0.01 ppm, cantidad máxima permisible para agua de uso pecuario.

Las concentraciones de flúor y mercurio detectadas se pueden considerar como seguras y no causarán alteraciones en los animales que ingieran estas aguas.

La turbiedad que presentaron todas las muestras quedo reflejada en una alta concentración de sulfatos en las muestras, lo que indica que pueden resultar en efectos detrimentales a los animales que las ingieran (17).

La solubilidad de los elementos minerales presentes en suelos se puede considerar como baja para casi todos los minerales a excepción del sodio y de silicio en donde se observó una solubilidad de 21 y 18 % respectivamente.

## LITERATURA CITADA

1. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin-Elmer Co. Norwalk, Conn. U.S.A. 1982
2. Back, W., and Hanshaw, B. B.: Advances in hydrosience Academic Press. New York 1965.
3. Choppin, G.R.: Química Publicaciones Culturales S.A. México, D.F. 1979
4. Committee on Animal Nutrition Board on Agriculture and Renewable Resources: Nutrient and Toxics Substances in Water for Livestock and Poultry. National Academic of Sciences, Washington D.C. 1974
5. Davis, G. H., Green, J. H., Olmsted, F. H., and Broun, D. W.: Grounwater conditions and storage capacity. Supply paper San Joaquin Valey, California. 1959.
6. Dukes, H. H, y Swennson, M. J.: Fisiología de los animales domésticos 3ra ed. Aguilar, México, D.F. 1981
7. Frappe, M. R.: Ecología zootécnica. 1a. Mendez Oteo México, D.F. 1983.
8. Informe anual de actividades de la Secretaría de Pesca del Estado de Tlaxcala. Estadísticas básicas para la planeación agropecuaria y forestal. México, D.F. 1987.
9. Martin, S. F. and Ross, J. W.: Use of a total ionic strange adjustment buffer for electrode determination of fluoride in water supplies. Anal. Chem. 40: 1169-1171 (1968).
10. Martínez, M.P. y Leyva, G.P.: Higiene pecuaria. ed. Pueblo y Educación., La Habana, Cuba. , 1977
11. Montecinos, V.J. and Shirley, R.L.: El agua como fuente de minerales. En Simposium Latinoamericano sobre investigaciones en Nutrición Mineral de Rumiantes en Pastoreo. Bello Horizonte, Brasil 1976
12. Odum, E.P.: Ecología. 3ra. ed. Interamericana., México, D.F. 1972
13. Pesson, P.: La contaminación de las aguas continentales (incidencia sobre la biocenosis acúatica) ed. Mundi-Prensa., Madrid, España 1979
14. Rand, M. C., Greenber, E. A. and Franson, A. M. : Standar

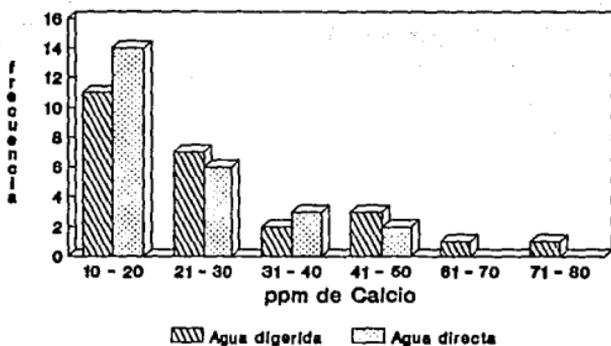
methods for the examination of water. 12th. ed. American Publishing Health Assoc. Washington D.C. 1975

15. Reid, G. K.: Ecology of inland waters and stuaries. Reinhold Publishing Corp. New York, 1961

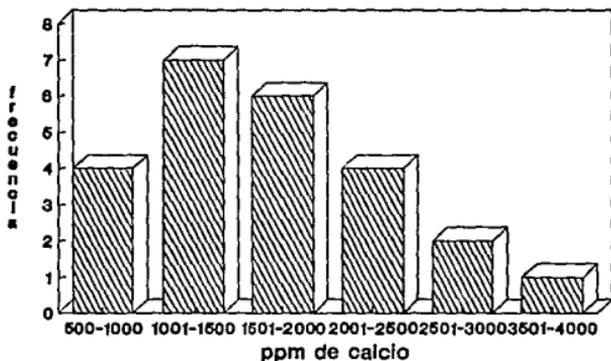
16. Underwood, E.: Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4th ed. Academic Press New York, U.S.A. 1980.

17 Weeth, H.J. and Hunter, J.E.: Drinking of sulphate water by cattle. J. Anim. Scie. 33: 227-281 (1986)

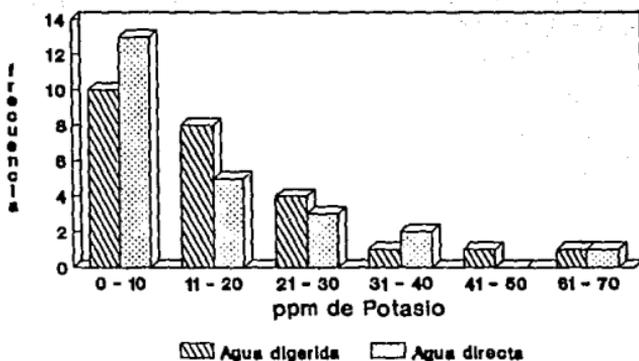
**GRAFICA 1. CONCENTRACION DE CALCIO EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. TLAXCALA**



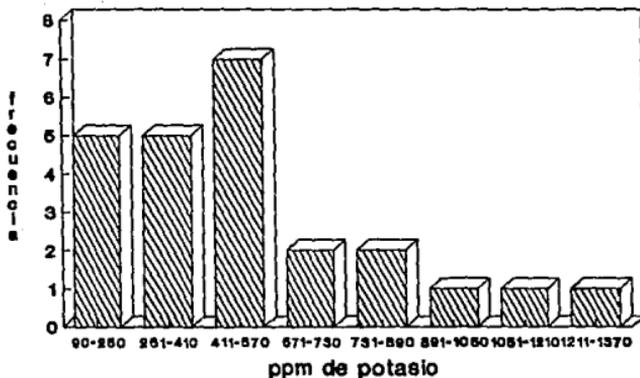
**GRAFICA 2. CONCENTRACION DE CALCIO EN TIERRA CIRCUNDATE DE JAGUEYES DE TLAX.**



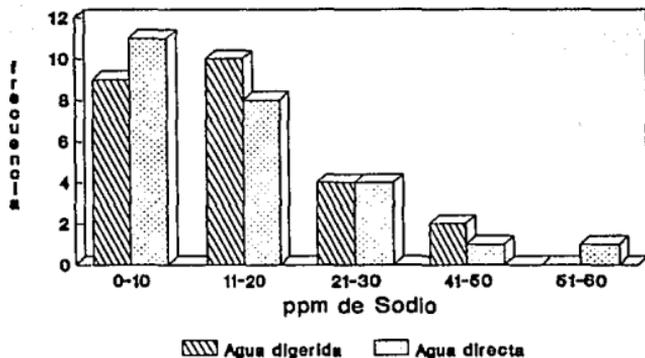
**GRAFICA 3. CONTENIDO DE POTASIO EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



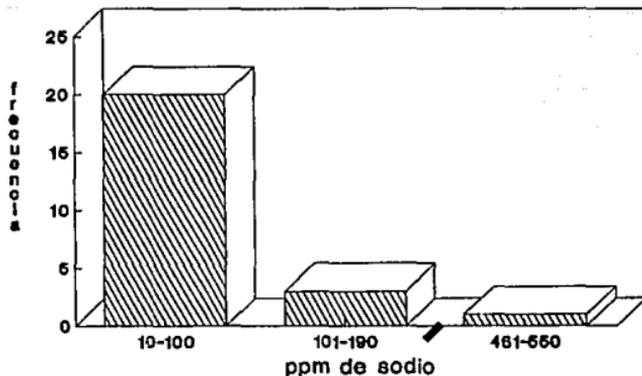
**GRAFICA 4. CONTENIDO DE POTASIO EN TIERRA CIRCUNDANTE A JAGUEYES DE TLAX**



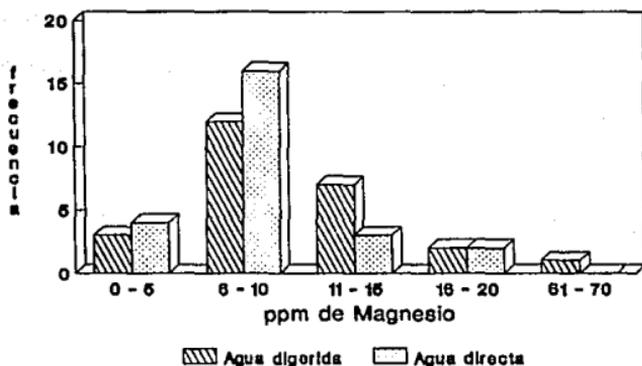
**GRAFICA 5. CONCENTRACION DE SODIO EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



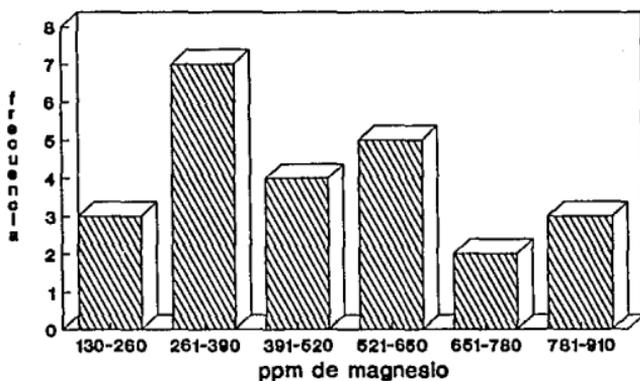
**GRAFICA 6. CONCENTRACION DE SODIO EN TIERRA CIRCUNDANTE A JAGUEYES DE TLAX**



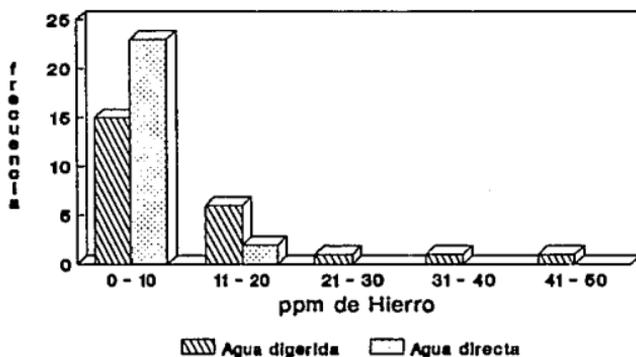
**GRAFICA 7. CONCENTRACION DE MAGNESIO EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



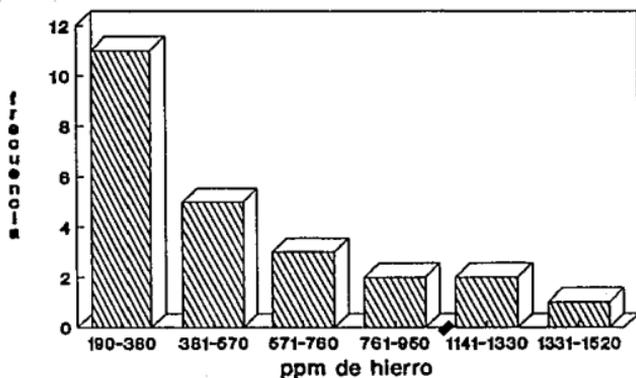
**GRAFICA 8. CONTENIDO DE MAGNESIO EN TIERRA CIRCUNDANTE A JAGUEYES DE TLAX.**



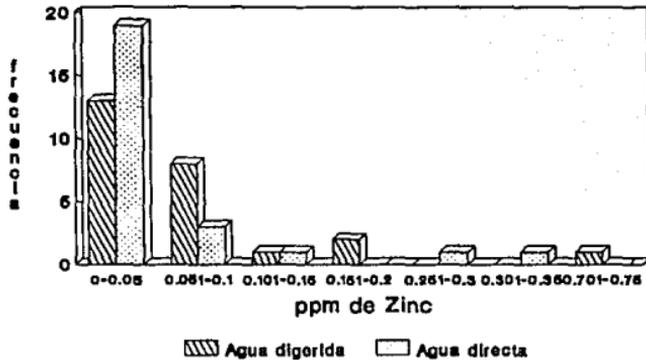
**GRAFICA 9. CONTENIDO DE HIERRO EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



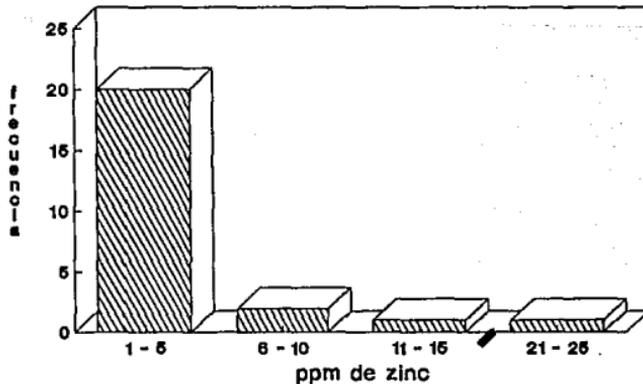
**GRAFICA 10. CONCENTRACION DE HIERRO EN TIERRA CIRCUNDANTE A JAGUEYES EN TLAX.**



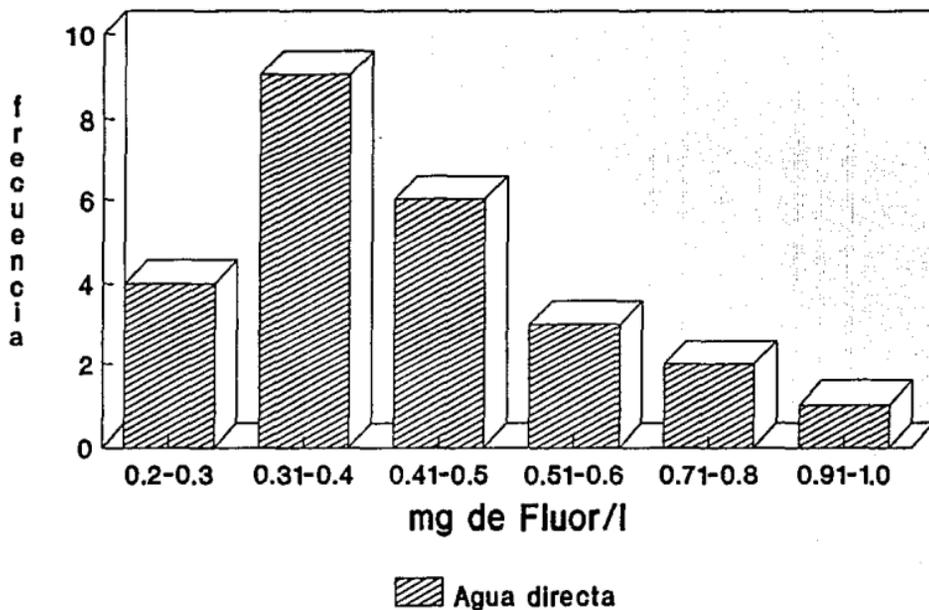
**GRAFICA 11. CONTENIDO DE ZINC EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



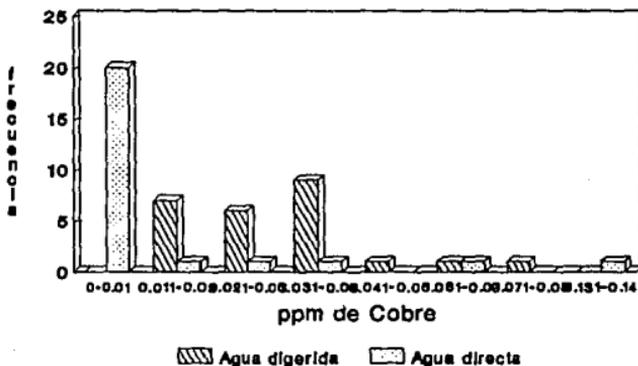
**GRAFICA 12. CONCENTRACION DE ZINC EN TIERRA CIRCUNDANTE DE JAGUEYES DE TLAX.**



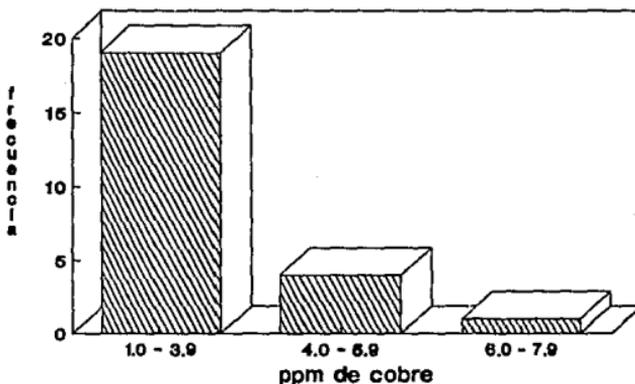
**GRAFICA 13. CONCENTRACION DE FLUOR EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



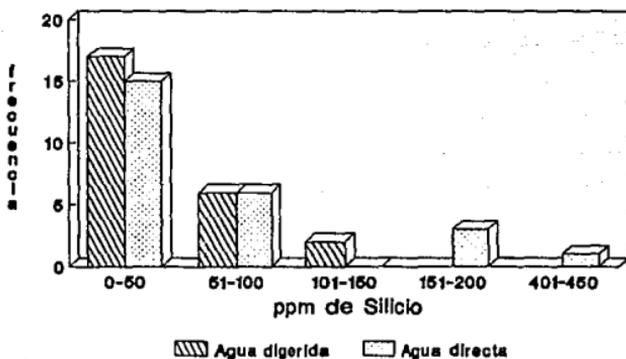
GRAFICA 14. CONTENIDO DE COBRE EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA.



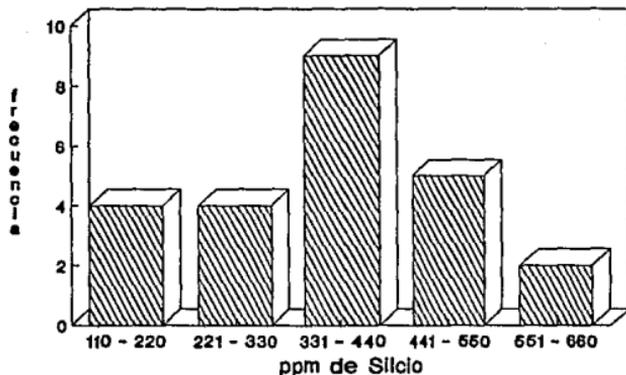
GRAFICA 15. CONTENIDO DE COBRE EN TIERRA CIRCUNDANTE DE JAGUEYES DE TLAX.



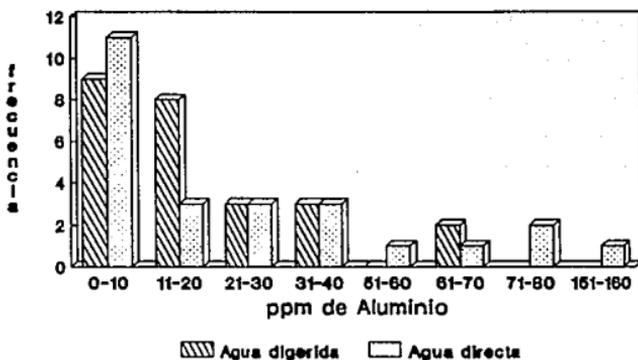
**GRAFICA 16. CONCENTRACION DE SILICIO EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA.**



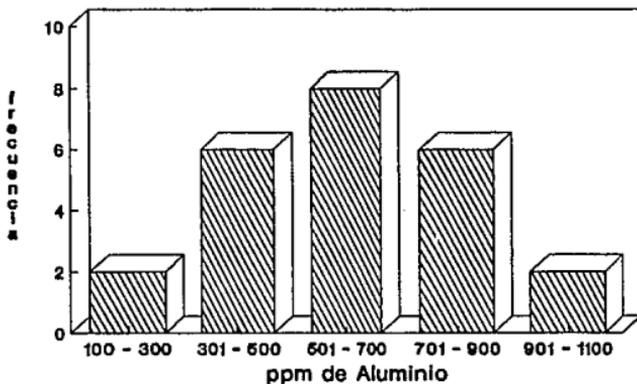
**GRAFICA 17. CONCENTRACION DE SILICIO EN TIERRA CIRCUNDANTE DE JAGUEYES DE TLAX.**



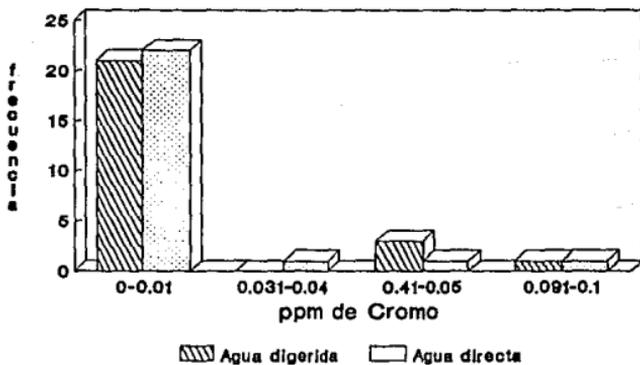
**GRAFICA 18. CONTENIDO DE ALUMINIO EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



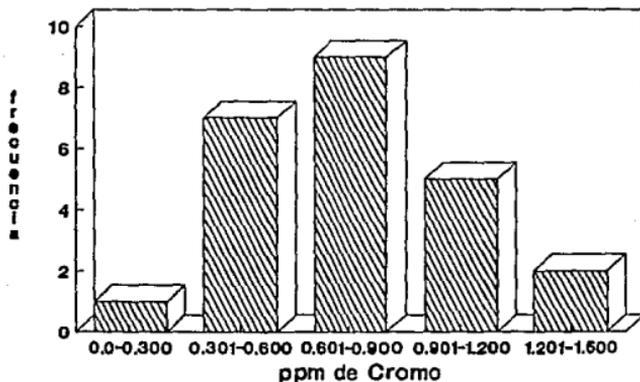
**GRAFICA 19. CONTENIDO DE ALUMINIO EN TIERRA CIRCUNDANTE DE JAGUEYES DE TLAX.**



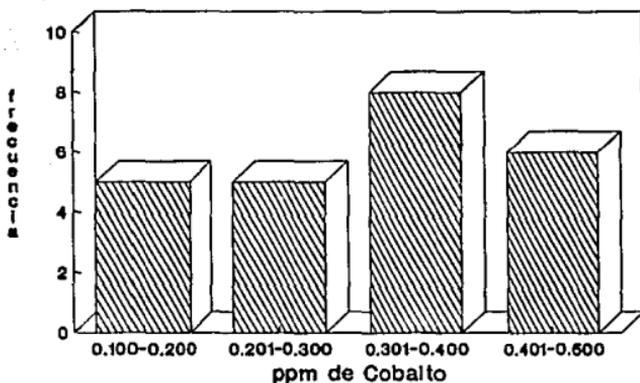
**GRAFICA 20. CONCENTRACION DE CROMO EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



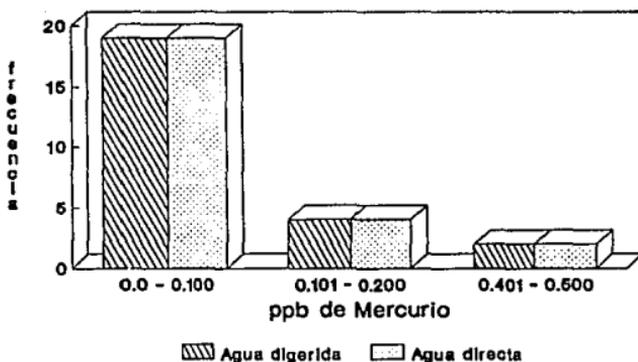
**GRAFICA 21. CONCENTRACION DE CROMO EN TIERRA CIRCUNDANTE DE JAGUEYES DE TLAX.**



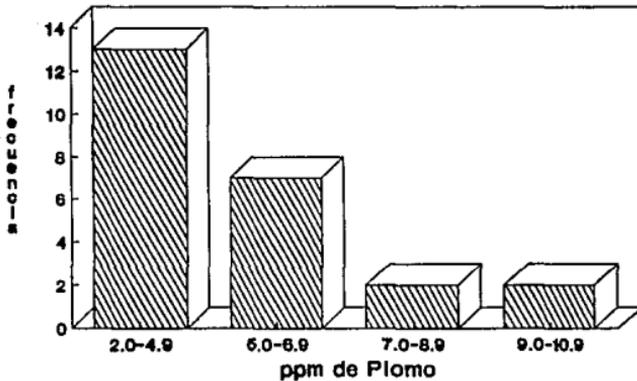
**GRAFICA 22. CONTENIDO DE COBALTO EN TIERRA CIRCUNDANTE DE JAGUEYES DE TLAX.**



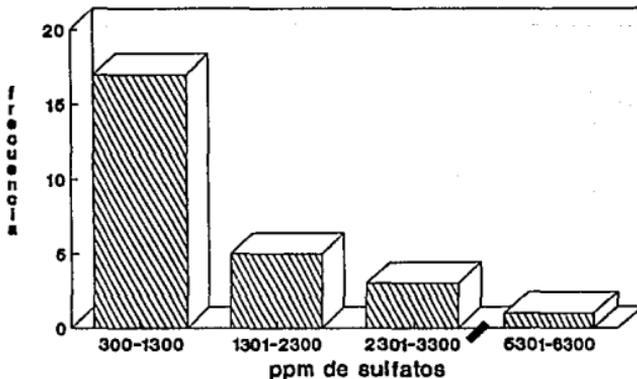
**GRAFICA 23. CONTENIDO DE MERCURIO EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



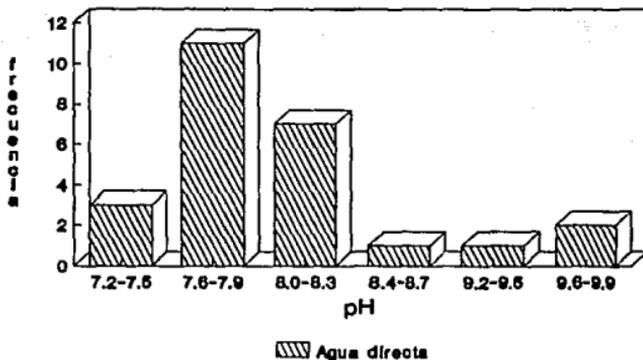
**GRAFICA 24. CONCENTRACION DE PLOMO EN TIERRA CIRCUNDANTE DE JAGUEYES DE TLAX.**



**GRAFICA 25. CONTENIDO DE SULFATOS EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



**GRAFICA 26. VALOR DE pH EN AGUA DE JAGUEYES DEL EDO. DE TLAXCALA**



**GRAFICA 27. CONTENIDO DE FOSFORO EN TIERRA CIRCUNDANTE DE JAGUEYES DE TLAX.**

