

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



**Grado de Acumulación de Arsénico
en Plumas de Aves.**

TESIS PROFESIONAL
que para obtener el título de
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
p r e s e n t a
LEON EDUARDO DELGADO ZEPEDA
A s e s o r :
RENE ROSILES MARTINEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

I N D I C E

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
MATERIAL Y METODOS	9
RESULTADOS	13
DISCUSION	24
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFIA	33

R E S U M E N

Se analizaron cien muestras de plumas y cien de alimento de gallinas de lotes en producción de huevo para plato que consumían alimento con arsenicales. Los niveles de Arsénico (As) encontrados durante un período de estudio de cinco meses variaron de 0.84 a 5.5. partes por millón (ppm) en el alimento de 0.282 a 2.105 ppm en las plumas; siendo estos niveles bajos y de ninguna manera sospechosos de intoxicación, pero de consideración desde el punto de vista de Salud Pública.

Se pudo comprobar que existe una relación entre el nivel de As ingerido en el alimento con el detectado en las plumas. Se observó que se requerían quince días para que niveles altos de As orgánico regresaran a niveles originales.

Junto a estos lotes en producción se realizó un estudio experimental en gallinas similares que consumieron el mismo alimento durante ocho semanas; las primeras cuatro adicionado de diez ppm de As inorgánico, observándose que hasta después de seis semanas de adminis-

trado el nivel máximo de As en el alimento, se detectaba el máximo en las plumas, y al parecer requería también de seis semanas después de quitado el As adicionado para regresar a niveles originales. Se encontraron cantidades relativamente altas de As en el huevo y no se halló una explicación satisfactoria a este hecho.

Se dedujo que el As que consumen las aves y -- que se deposita en las plumas, entra al ciclo alimentario del hombre cuando esas plumas se usan en la fabricación de harinas que entrarán en la fórmula de alimentos elaborados para animales de abasto. También es de suponerse -- que el As hallado en el huevo podría jugar un papel importante en problemas de Salud Pública en casos que escapen al ámbito del presente análisis.

Los cuadros de correlaciones entre las variables estudiadas nos muestran una gran variación debido a que el As del alimento de los lotes de producción --- requería por lo menos de quince días para manifestarse -- en las plumas y de por lo menos seis semanas en el lote experimental.

I N T R O D U C C I O N

El Arsénico (As) se encuentra normalmente en la naturaleza en forma de sulfuro y es conocido por sus propiedades médicas y tóxicas desde hace más de dos mil años. Los animales que sobreviven a una intoxicación o que no manifiestan signos de enfermedad, pueden venderse y pasar inspecciones ante y posmortem y de esta manera introducir el As en la cadena alimentaria del hombre - - (13).

El As es una causa de envenenamiento poco común en nuestro medio, aunque en ocasiones puede ocurrir en forma masiva en el ganado (11); las fuentes se relacionan con la confusión de mineral arsenioso (piritas) por roca fosfórica, o al uso indebido de aditivos en alimentos como promotores del crecimiento (12) en alimentos de cerdos y aves, y poco en el ganado (13). También debido al uso inadecuado de soluciones que contienen As en el tratamiento de afecciones de patas (14) y parasitosis externas (7), por descuido en el manejo de dichas sustancias (13) y aún se dan casos de fuentes no determinadas que han llegado a ser muy frecuentes (13).

En otros países las causas de intoxicación en el ganado se asocian con la ingestión de forrajes fumigados con herbicidas o insecticidas a base de As (13), siendo esto muy frecuente en algunas regiones (10); lo mismo podría suceder con los granos que se utilizan para la formulación de raciones.

Son varias las formas químicas del As las que pueden causar la intoxicación, entre ellas los arsenatos, arsenitos, óxidos y ácidos arsenicales (11); el grado en que el As se absorbe y retiene en el organismo y la ruta de su excreción varían de acuerdo a la concentración y forma química en que se ingiere; se ha observado que los compuestos arsenicales más tóxicos se retienen en los tejidos en grandes cantidades y se excretan más lentamente que las formas menos tóxicas, por lo que su toxicidad se debe en parte a esta característica. El As en las formas en que se encuentra normalmente en todos los alimentos es bien absorbido y rápidamente eliminado, principalmente por la orina. El As inorgánico ingerido como trióxido también es bien absorbido, pero se retiene en grandes cantidades y por períodos prolongados en los tejidos y se excreta casi igualmente --

por orina y heces. El As de los compuestos orgánicos, como el ácido arsánico, es igualmente bien absorbido y depositado en los tejidos de cerdos y pollos en cantidades proporcionales al nivel en el alimento, desaparece rápidamente de los tejidos y se excreta principalmente en las heces (16).

Los efectos benéficos de varios arsenicales orgánicos sobre el crecimiento, salud y eficiencia alimenticia de aves de corral y cerdos se han establecido ampliamente; cuatro arsenicales orgánicos se encontraron de particular valor en la producción animal, como el ácido arsánico, el ácido 4-nitrofenilarsónico, el ácido 3-nitro-4-hidroxifenilarsónico y arsenobenceno (fenilarsenóxido), de los que los ácidos arsónicos fueron reconocidos como los mejores promotores del crecimiento en cerdos y aves. Su forma de acción precisa se desconoce, pero se asemeja bastante a la de los antibióticos y en grado extenso se complementan (2,8,16,17,18,19), aunque en la combinación penicila-As no parece suceder esto (15), e incluso se dice que son antagonistas (1,17), y con nitrofurazona y As se obtienen efectos adversos (4).

El contenido de As en el cabello humano se ha-

considerado de interés en el diagnóstico de envenenamiento arsenical. Hace treinta años se reportó que el cabello humano normal contenía de 0.3 a 0.7 ppm; en un análisis de mil muestras al azar, Smith obtuvo niveles que variaron de 0.3 a 74 ppm, considerándose que este último valor era resultado de una exposición muy severa. Dicho autor sostiene que una concentración de As mayor de 3.0 ppm debe considerarse sospechosa de intoxicación, de 2.0 a 3.0 ppm requiere de un análisis más extenso, y aquellas con menos de 2.0 ppm no deben considerarse envenenamiento. También existen diferencias en el contenido de As en el cabello según el sexo del individuo, siendo mayor en el hombre que en la mujer (16).

El contenido de As máximo permitido por el Reglamento de Alimentos y Drogas de la Administración de Alimentos y Drogas de EE. UU. en los alimentos es de 3.5 ppm (3,5).

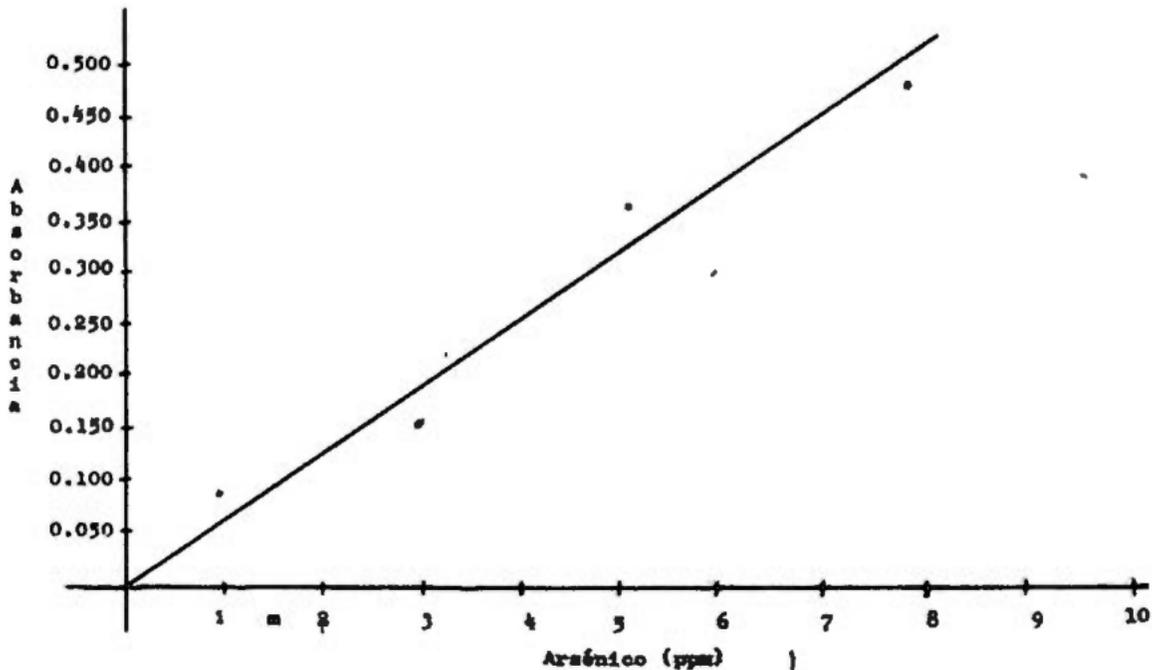
Por todo lo anteriormente citado, consideramos de interés cuantificar los niveles de As en la pluma de aves, ya que se ha aceptado que en tejidos como el cabello y el pelo pueden detectarse niveles de As y diagnosticar intoxicaciones con este elemento en seres

vivos.

Se considera de interés analizar las plumas de las gallinas para determinar su contenido de As, ya que muchas fórmulas alimenticias lo contienen, y sus posibles variaciones de acuerdo a la edad, tiempo de peleva, alimentación, alojamiento, tiempo de exposición al alimento y tipo y nivel de As en él, así como la posible repercusión que pudiera tener en la fabricación de harinas de pluma que se añaden a la fórmula de raciones alimentarias en varias especies animales. Los resultados de estos lotes se compararán con los de un lote experimental, al que se le proporcionará una cantidad constante de As (10.0 ppm) en el alimento durante un mes, y al segundo mes le proporcionaremos alimento normal.

Gráfica 1

Curva estándar para el cálculo de Arsénico por el método de Gutzheit..



MATERIAL Y METODOS

Para la parte del análisis de campo del presente trabajo, se seleccionaron diez lotes de aves ponedoras de huevo para plato de raza Leghorn de aproximadamente un año de edad y a un mes de haber salido de la pichcha. Cada lote constará de aproximadamente quinientas -- aves para la obtención al azar de alrededor de veinticinco plumas de la región del coxis cada quince días, y de las que se obtendrán segmentos hasta completar dos gramos. Estas aves pertenecen a la Granja Experimental Avícola Veracruz de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. Las aves estarán alojadas en jaulas de alambre dentro de casetas con líneas de veinticinco jaulas con dos o tres aves por jaula, y recibirán alimento y agua a voluntad. Cada lote se muestreará una vez cada quince días durante cinco meses, dando un total de cien muestras a trabajar. El alimento a administrar es de dos tipos: uno comercial y el otro fabricado en el -- Centro Experimental Cuatro Milpas de la misma Facultad; -- ambos contienen similares cantidades de As.

De los diez lotes en estudio, los primeros cua

tro recibirán alimento comercial durante el primer mes y ya después lo recibirán del Centro Experimental; los seis lotes restantes recibirán de este último durante todo el experimento. Con el objeto de ver la posible relación entre los niveles de As administrados en el alimento y el contenido en la pluma, se analizarán simultáneamente.

La forma calendarizada de cómo van a llevarse a cabo las actividades, puede verse en el Cuadro 1.

La preparación de las muestras de pluma se regulará de la manera siguiente: se lavarán con detergente y agua para eliminar suciedad, impurezas y contaminantes, se secan y se pesan dos gramos para quemarse en cápsulas de porcelana debidamente identificadas; luego se incineran a quinientos grados centígrados durante ocho horas protegidas con celulosa y óxido de magnesio.

Después de lo anterior, se seguirán los pasos del método usado para la detección de As en el presente trabajo, que es una modificación del desarrollado por Gutzheit, que ha probado su efectividad (11). Basado en-

CUADRO 1

Diseño experimental de gallinas ponedoras expuestas a arsenicales en el alimento:
Lotes de campo y lote experimental.

A. Lotes de campo

Días lotes con 500 aves cada uno	Primer Mes				Segundo Mes				Tercer Mes				Cuarto Mes				Quinto Mes			
	Día		Día		Día		Día		Día		Día		Día		Día		Día			
	10	8	16	23	10	8	16	23	10	8	16	23	10	8	16	23	10	8	16	23
	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
	2		2		2		2		2		2		2		2		2		2	

B. Lote experimental con alimento adicionado de 10 ppm de Arsénico durante las primeras cuatro semanas y las últimas cuatro con alimento sin adicionar.

MESES	Primero				Segundo			
	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta	Séptima	Octava
Un lote de 50 aves	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2

1.- Muestra de pluma

2.- Muestra de alimento

3.- Muestra de huevo

4.- Muestra de heces

la generación de un compuesto denominado arsina (As_2H_3) para acomplejarla con Dietilditiocarbamato de Plata --- (DDCP), y este complejo nos dará cierta absorbancia en el colorímetro. La absorbancia obtenida de cada muestra se compara con una curva en una gráfica previamente elaborada con cantidades conocidas de As o estándares que son 1.0, 3.0, 5.0 y 8.0 ppm de As; curva que se elaborará cada vez que se prepara nueva solución de DDCP en piridina a utilizar. Un ejemplo de esta curva estándar puede verse en la Gráfica 1.

RESULTADOS

En los siguientes cuadros se presentan en forma resumida los resultados de los análisis de las plumas y el alimento. Se sumaron los resultados de cada muestreo y se promediaron, y en esa forma se presentan en los cuadros.

CUADRO 2VELES PROMEDIO DE ARSENICO EN LAS PLUMAS DE LOS LOTES DE CAMPO-

sero

es-- so.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
-------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

sénj

pa)	2.105	1.013	0.506	0.396	0.282	0.362	0.950	0.459	0.43	0.67
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------

Como puede verse en este cuadro, al principio el nivel de As en las plumas era elevado y disminuyó durante la primera y segunda quincenas para estabilizarse a partir de la tercera hasta la sexta, y en la séptima hubo un aumento significativo y luego se normalizó hasta la décima quincena.

CUADRO 1

CONTENIDO PROMEDIO DE ARSENICO EN EL ALIMENTO										
Número de meses-- treo	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a
Arsénico (ppm)	2.075	2.95	2.205	1.15	0.965	5.5	0.84	1.205	2.07	1.57

Aquí puede apreciarse una gran variación en los niveles de arsenicales en el alimento, que pueden deberse principalmente a factores que se tratan en la discusión, pero el aumento apreciado durante la sexta quincena, aunque fué único, es muy elevado.

Del lote experimental, que consumió una cantidad constante de Aa durante el primer mes y el segundo recibió alimento sin adicionar, se obtuvieron los resultados del Cuadro 4.

CUADRO 4

Núm. de muestras	10	20	30	40	50	60	70	80
Arsénico (ppm)	0.485	0.20	0.673	0.635	1.0	1.650	1.605	1.48

En este cuadro puede apreciarse el aumento - - constante aunque no homogéneo que significó el nivel de As en las plumas de las aves que consumían una cantidad --- constante de As, 10.0 ppm. Aquí lo curioso es que al retirar ese As y dar alimento sin adicionar, todavía continuó aumentando su nivel en las plumas para comenzar a bajar hasta la séptima semana, y al fin del experimento, - todavía no alcanzaba los niveles originales de las primeras semanas.

De este lote experimental se analizaron también huevo y heces para determinar en qué cantidad contenían As. y se encontraron las siguientes cantidades: heces: 1.3 ppm en la cuarta semana. Se tomaron seis muestras de huevos de varias aves al azar, los resultados de su análisis se muestran en el Cuadro 5.

CUADRO 5

**CONTENIDO PROMEDIO DE ARSENICO DE LOS HUEVOS DEL LOTE
EXPERIMENTAL**

Semana	2a.	3a.	4a.	5a.	7a.	8a.
Arsénico(ppm)	0	0.55	0.45	0.30	0.60	1.4

En este cuadro se aprecia una gran variación - en los niveles de As en el huevo, desde 0 ppm en la segunda semana, aumentando a la tercera, disminuyendo hasta la quinta, y se eleva a partir de ésta hasta la octava, finalizando el experimento.

Para comprender mejor estas variaciones, se muestran los resultados de cada cuadro en su correspondiente gráfica.

Los cuadros de correlaciones nos muestran similares conductas del As en cada caso, ya que del suministrado en el alimento gran cantidad se detectaba en la pluma, lo que puede apreciarse al notar que las correlaciones calculadas al principio eran estrechas, pero en -

las siguientes determinaciones se iba aumentando, sobre todo en el lote experimental, hasta alcanzar un pico, - para luego descender gradualmente. Este aumento en la - correlación indica que se requería de mayor cantidad de As en el alimento para detectarlo en la pluma.

En los lotes de campo se siguió más o menos - el mismo comportamiento, pero hubo fluctuaciones más notorias, posiblemente debido a que el contenido de As en el alimento era también bastante variable.

Gráfica 2

Niveles promedio de Arsénico en las plumas de las gallinas
ponedoras de los lotes de campo.

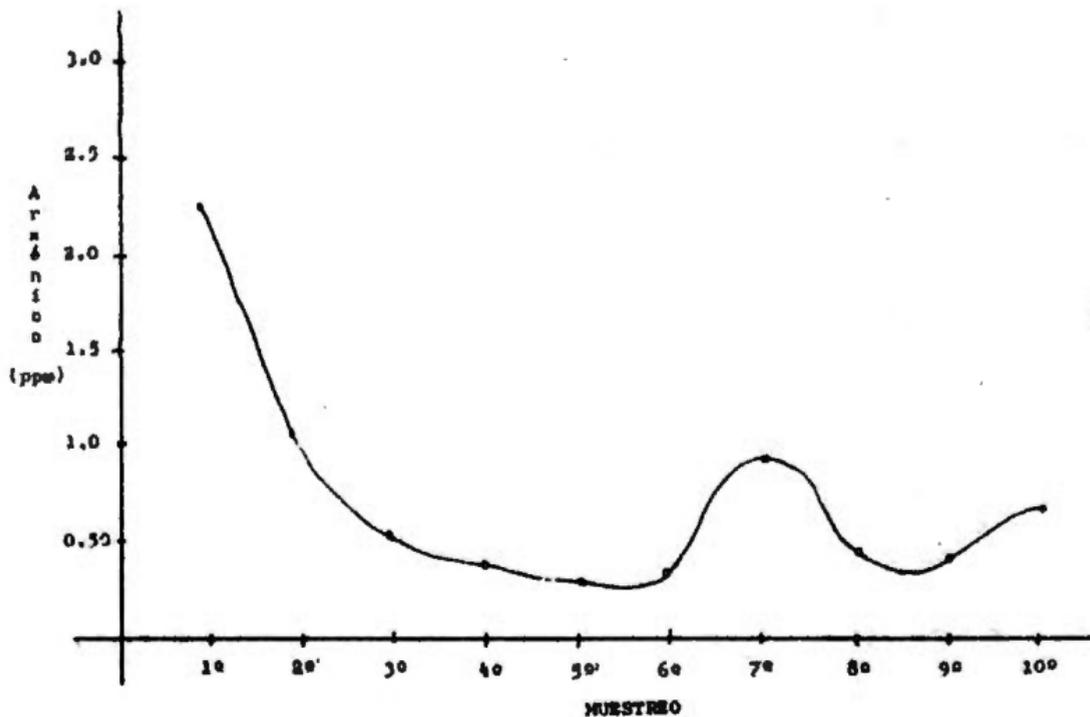


Gráfico 3

Contenido promedio de Arsénico en el alimento para gallinas
ponedoras de los lotes de campo.

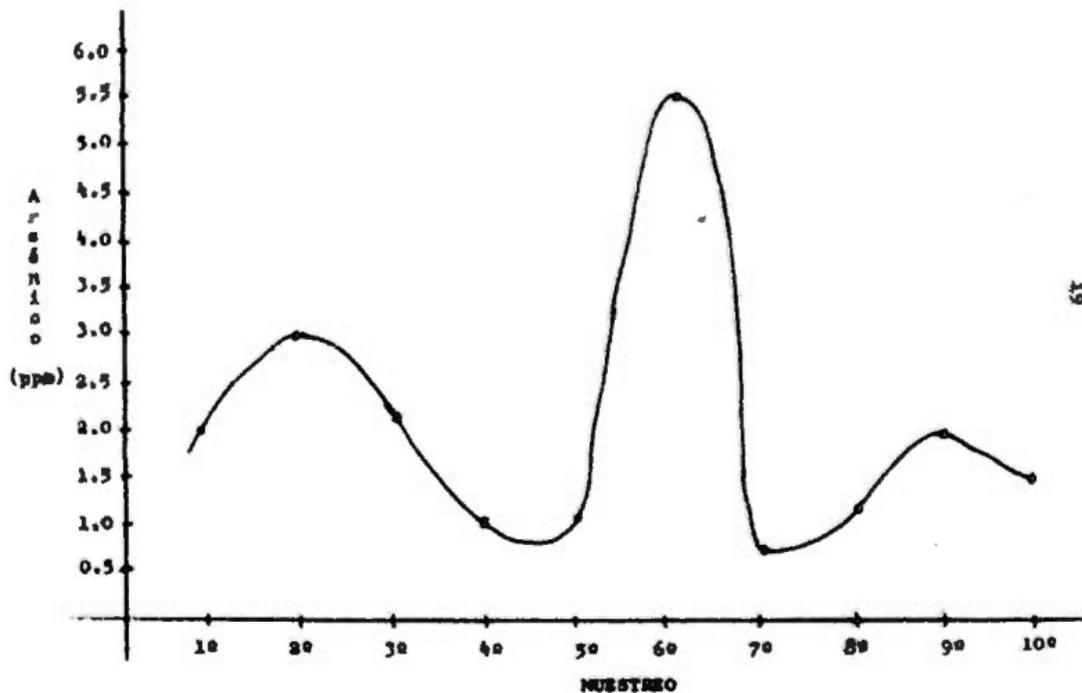
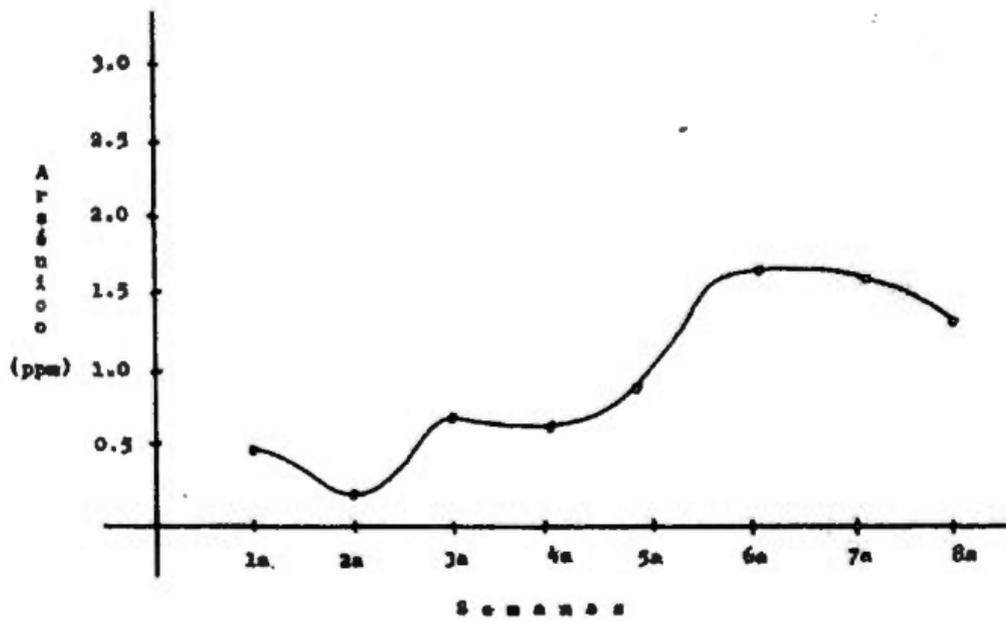


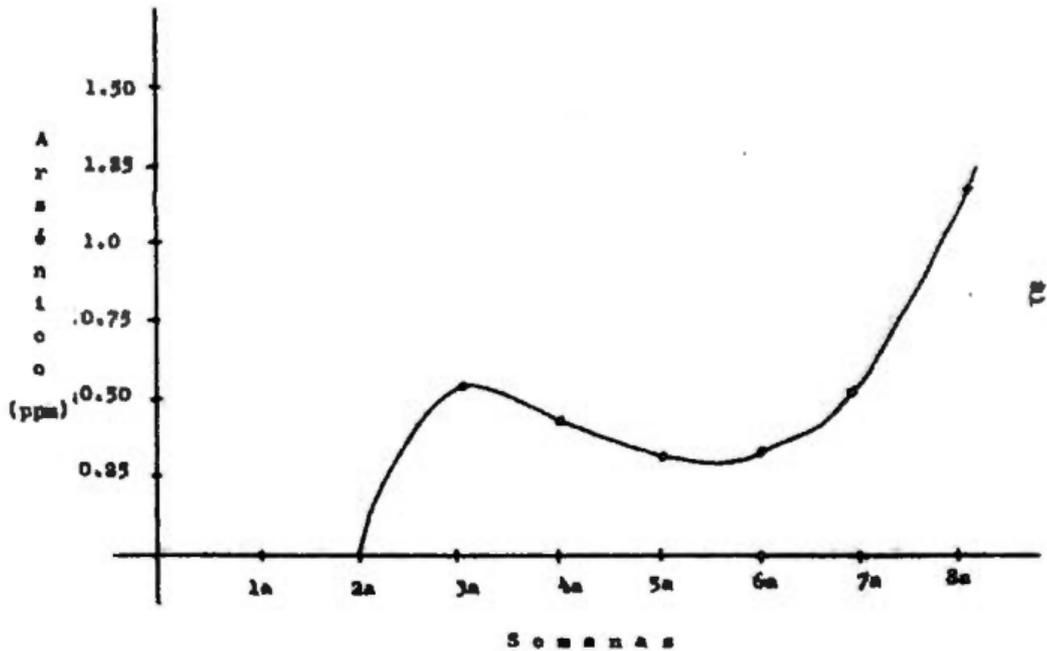
Gráfico 4

Niveles promedio de Arsénico en las plumas de las gallinas del lote experimental



Gráfica 5

Contenido promedio de Arsénico en el huevo de las gallinas del lote experimental.



D I S C U S I O N

Al analizar los resultados de los análisis se advierte que las aves contenían un contenido más o menos elevado de As en las plumas y que disminuyó paulatinamente en los análisis siguientes. Se supone que esto se debe a que antes del experimento se daba a las aves principalmente un tipo de alimento comercial y que al iniciarse este experimento ya se estaba sustituyendo -- por el del Centro Experimental, y que aunque ambos contienen más o menos similar cantidad de arsenicales, podría ser que la forma química de ellos fuese diferentemente metabolizable, ya que el grado en que el As es absorbido y retenido en el cuerpo, varía de acuerdo al nivel y forma química del As ingerido (16). También como dice Underwood (16), podría tratarse de un compuesto orgánico como el ác. arsenílico, ya que "es igualmente -- bien absorbido y depositado en los tejidos de cerdos y pollos en cantidades proporcionales a su nivel en el -- alimento, desapareciendo rápidamente de los tejidos."

Otro fenómeno que hace pensar de la misma ma-

nera es el comportamiento que siguió el As tanto durante las siguientes determinaciones en los lotes en producción como las del lote experimental. En los primeros sucedió que durante la sexta quincena del experimento hubo un aumento muy elevado del contenido de arsenicales en el alimento, posiblemente por error al añadirlos a la mezcladora, descuido al calcular las cantidades del aditivo, o a un contenido alto de As en los granos con los que se elabora dicho alimento, y esto se manifestó en el contenido del elemento en las plumas, que se elevó a la séptima quincena y persistió durante dos semanas; es decir, en este caso el ciclo del As fué de una quincena, por lo que al parecer el As de este alimento es fácilmente eliminable y poco tóxico de acuerdo con Underwood (16) quien dice que "los compuestos arsenicales más tóxicos se retienen en los tejidos en grandes cantidades y se excretan más lentamente que las formas menos tóxicas."

En el lote experimental sucedió una cosa totalmente distinta, ya que se dieron desde un principio diez ppm más de As en el alimento, y se mantuvieron durante cuatro semanas, en las que los niveles detectables de As en las plumas aumentaron muy levemente. Después de que -

se quitaron las diez ppm de As, es decir, ya que se dió alimento normal nuevamente, todavía los niveles detectables de As en las plumas se elevaron durante dos semanas más, o sea, se alcanzó el máximo nivel de As en las plumas a la sexta semana de iniciado el experimento, y después comensó a bajar dicho nivel. Al concluir los muestreos de este lote a la octava semana, todavía no llegaba al nivel original al empezar el experimento. De aquí puede suponerse que lo alcanzaría aproximadamente a la doceava semana, ya que al parecer el ciclo de este As es de seis semanas. De acuerdo con Underwood (16), - en este caso, podría tratarse de un compuesto arsenical inorgánico como el trióxido de arsénico que es bien absorbido, pero se retiene en grandes cantidades y por períodos prolongados. Coincidimos parcialmente con Underwood, ya que realmente era As inorgánico el que ingería el lote experimental, pero diferimos en que no se retenía en grandes cantidades, ya que mientras que en las gallinas de los lotes de campo se retenía más o menos el 20% del As proporcionado en el alimento, en el lote experimental el porcentaje retenido no iba más allá del 14%, - pero sí coincide en que este As inorgánico, se retiene por períodos prolongados en el organismo.

Los niveles detectados de As en las plumas de las gallinas de ambas fases del experimento son muy similares a las consideradas como normales en el cabello humano (16) y nunca alcanzaron niveles sospechosos de intoxicación ni disminuyeron el porcentaje de postura - ni mostraron otros signos de enfermedad, pero el contenido de As del alimento sobrepasó durante una semana el permitido por la Administración de Alimentos y Drogas - (3). En casos de intoxicación, los niveles de As en cabello, pelo o plumas son muy variables, dependiendo de la cantidad y forma química del As ingerido, del tiempo que dure la exposición, o sea, el tiempo en que los animales tuvieron acceso al As, y el tiempo que haya transcurrido desde la última exposición hasta el momento de tomar la muestra. Se han detectado niveles desde 460 -- ppm en el pelo de una potrancia severamente expuesta; 58 ppm en pelo de un caballo sacrificado que padeció intoxicación con 28 ppm durante tres meses y 107 ppm durante tres días (6); hasta 0.8 y 3.3 ppm en pelo de vacas intoxicadas después de seis meses de una sola exposición (12).

Respecto al lote experimental, cabe citar a -

Morrison (9) que sostiene que "las cantidades medidas en las heces no constituyen riesgo arsenical cuando la cama de aves alimentadas con aditivos organoarsenicales se usó en pollitos de engorda o como fertilizante en suelos, ni hay riesgos en la cosecha obtenida de ellos."--- Aquí cabe preguntarse si lo mismo sucede con los arsenicales inorgánicos.

Las cantidades detectadas del huevo del lote experimental, nos han dado un nuevo motivo de reflexión, pues tendió a aumentar marcadamente al final del experimento, ya cuando las aves recibían alimento normal, y resultan elevadas a las obtenidas por Evans(3) a pesar de que este autor administró 90 y 180 ppm de ác. arsánflico durante once semanas, y el máximo nivel que detectó en el huevo fué de 0.403 ppm a la séptima semana, y que él considera muy baja, y la detectada en este experimento fué de 1.4 ppm como máxima a la octava semana del experimento. La única explicación posible a esto, es que el As que estaba desapareciendo de la pluma a partir de la sexta semana, podría estar eliminándose por el huevo, cosa que no menciona la literatura, y que Underwood (16) sólo dice que "el As en la forma en que normal

mente se encuentra en los alimentos..... es bien absorbido y rápidamente eliminado principalmente por la orina.- Menos del 10% de las formas solubles normales de As aparecen en las heces. El As inorgánico ingerido como trióxido se excreta casi igualmente por la orina y heces en el hombre y en la rata. El As de los compuestos orgánicos como el ác. arsánflico..... se excreta principalmente por las heces."

C O N C L U S I O N E S

Por todo lo citado en la discusión, las conclusiones a las que se llega son de que deben ampliarse las investigaciones referentes al comportamiento de los arsenicales en el organismo vivo, ya que según las condiciones del animal, el tiempo de exposición al compuesto arsenical, el tiempo transcurrido desde la última exposición hasta el momento de tomar la muestra, y, sobre todo, si se trata de arsenicales orgánicos o inorgánicos, serán las cantidades de As detectadas en las muestras -- analizadas. Es necesario también unificar criterios para diagnosticar intoxicación arsenical, porque mientras que un autor dice que detectando más de tres ppm de As en el pelo debe darse como positivo (16), otro dice que más de diez son confirmatorios (12); es posible que estas cantidades también varíen si se trata de pequeñas o grandes especies.

También es necesario establecer el tiempo que debe darse a un organismo para eliminar la cantidad de As ingerida después de una intoxicación o exposición prolongada, para lo que debe establecerse el tipo químico -

del arsenical proporcionado, ya que mientras que los orgánicos requieren de aproximadamente dos semanas para regresar a niveles originales, los inorgánicos requieren de más tiempo, posiblemente seis semanas, según este trabajo. Todo esto también está influenciado por la cantidad de As ingerida y las condiciones de los animales.

También es necesario investigar más a fondo el por qué de los niveles altos en el huevo de las gallinas que consumieron diez ppm de As inorgánico, ya que el hecho de que se haya encontrado una cantidad tan alta comparada con la máxima obtenida por Morrison (9), a pesar de que éste dió nueve y dieciocho veces más As que nosotros, y la explicación puede estar en que él proporcionó As orgánico y en el presente trabajo se dió As inorgánico.

El As hallado en las plumas de las aves que consumen arsenicales en el alimento entra de hecho al ciclo alimentario del hombre, ya que a partir de las plumas se fabrican harinas que se utilizan como ingrediente en raciones alimentarias para varias especies de animales de abasto, que pueden ser la explicación de los al-

tos niveles de origen desconocido detectado en seres humanos. Cabría proceder a analizar directamente dichas harinas para buscar As, lo cual es motivo de otro trabajo.

Respecto a la práctica de añadir arsenicales a la fórmula alimentaria, cabría investigar más a fondo su utilidad, ya que el riesgo de fallas al añadirlos a las mezcladoras constituye una amenaza de Salud pública, al igual que un contenido exagerado de As en granos tratados con insecticidas o herbicidas a base de éste.

B I B L I O G R A P H I A

1. Carlson, C. W.; Some effects of arsenic acid and or penicillin upon egg production. Poul. Sci. 36:5. - - Sept. (1957).
2. Day, E. J., West, J. W. and Hill, J. E.: Effects of supplementing broiler rations containing varying caloric-protein ratios with certain growth stimulants.- Poul. Sci. 37:2, (1958).
3. Evans, R. J., Bandemer, S. L., Libby, D. A. and Groschke, A.C.: The arsenic content of eggs from hens fed arsenic acid. Poul. Sci. 32: 743-744, (1953).
4. Fuller, H. L. and Danahoe, W. S.: The effect of various drug additives on vit. B₆ requirements of broiler chicks. Poul. Sci. 38:1150-1154, (1959).
5. Ham, E. W., Klim, E. A. and Ensminger, M. E.: Residual arsenic and strychnine in the tissues of drug treated cattle. Am. J. Vet. Res. 10, April, (1949).
6. Harkins, W. D. and Swain, R. E.: The chronic arsenical poisoning of herbivorous animals. The University of Montana and Stanford University, March 14, (1908).

7. Maas, E. E.: Arsenic content in urine from cattle dipped in arsenical solutions. Am. Vet. Med. Ass. J., CX, April, núm. 841, (1947).
8. Milligan, J. L., Wilcke, R. L., Marr, J. E. and Bethke, R. M.: Arsenic acid in comercial broiler rations. Poul. Sci. 34:4. July, (1955).
9. Morrison, J. L. and Peterson, O. H.: The distribución of arsenic from reused poultry litter in broiler chickens, soil and crops. Poul. Sci. 48:5, 1148, Sept. (1969).
10. Reagor, J. C.: Arsenic poisoning in cattle. The Southw. Vet., 295-296. Summer, (1973).
11. Rosiles, M. R.: Evaluación de tres métodos para la detección de arsénico. Vet. Mex. 9:9-12, (1978).
12. Rosiles, M. R.: Niveles de As detectados en bovinos en diferentes periodos después de una intoxicación accidental. Vet. Mex. 8: 119-122, (1977).
13. Selby, L. A., Case, A. A.: Public health hazards associated with arsenical poisoning in cattle. Am. Vet. Med. Ass. J. 165:11, 1010-1014. Dec. 1, (1974)

14. Stubbings, D. P., Littlejohn, A. I., Hunt, G. E.:
The danger to livestock of arsenical preparations
intended for the treatment of foot rot. The Vet. Rec.
91: 118-119, (1973).
15. Thornton, D. A. and Moreng, R. E.: Egg production
and reproduction as affected by arsenic acid and
penicillin. Poul. Sci. 37:3, (1958).
16. Underwood, E. J.: Trace elements in human and animal
nutrition. Ac. Press. New York, Sn. Pco. 427-431,
(1971).
17. West, J. W.: Effects of 3-nitro-4-hydroxyphenylarsonic
acid and certain antibiotics in broiler rations.
Poul. Sci. 35:4, July, (1956).
18. Wharton jr., F. D. and Fritz, J. C.: Studies on the
effect of an arsenical in the diet of the immature
and mature chicken. Poul. Sci. 32: 1014-1020, (1953).
19. Wharton, F. D.; Fritz, J. C.; Freed, M. and Classen,
L. J.: A comparison of 3-nitro-4-hydroxyphenylarsonic
acid and its formaldehyde dimer for growth stimulation
and toxicity in chicks. Poul. Sci. 38, 1258-1259,
(1959).