

# REVISIÓN DE TEMAS

## DETERMINACIONES DEL INTERVALO POSTMORTEM EN MUESTRAS ÓSEAS POR MÉTODOS QUÍMICOS

REGIÓN DE PANAMÁ-PRIMERA ETAPA

HUMBERTO L. MAS CALZADILLA\*  
ORLANDO A. LEONE K.\*\*

**REFERENCE:** MAS CALZADILLA, H. and LEONE, O., *Determinations of Postmortem Interval in Bone Samples by Chemical Methods*, *Medicina Legal de Costa Rica*, 1990, vol. 7, Nº 2, pp. 29-33.

**ABSTRACT:** The purpose of this paper is to establish the postmortem interval by chemical analysis of bone samples.

Percentages of iron, phosphorus, nitrogen, humidity, dry ashes and level of fluorescence were studied. Among them only the percentage of nitrogen and dry ashes shown to be profitable.

**KEYWORDS:** Postmortem interval, chemical methods, bone samples.

**REFERENCIA:** MAS CALZADILLA, H. y LEONE, O., *Determinaciones del intervalo postmortem en muestras óseas por métodos químicos*, *Medicina Legal de Costa Rica*, 1990, vol. 7, Nº 2, pp. 29-33.

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo es establecer el intervalo postmortem mediante el análisis químico de muestras de hueso.

Como parámetros se estudiaron los porcentajes de hierro, fósforo, nitrógeno, humedad, cenizas secas y el nivel de fluorescencia. De ellos solamente el logaritmo del porcentaje de nitrógeno y de cenizas secas mostraron una correlación útil.

**PALABRAS CLAVES:** Intervalo postmortem, métodos químicos, muestras óseas.

### RESUMEN.

Este trabajo es el primero de dos etapas de investigación cuyo objetivo es el de realizar varios tipos de pruebas químicas y poder determinar con la mejor precisión posible el tiempo de postmortem (t.p.m.) de muestras óseas obtenidas en situaciones forenses que lo ameriten.

En esta etapa se escogieron de la literatura pertinente los 6 parámetros químicos más apropiados para nuestro estudio de muestras óseas en la región de Panamá, los cuales se correlacionaron con el tiempo postmortem (t.p.m.). Los parámetros estudiados fueron el % de hierro, % de fósforo, % de nitrógeno, % de humedad, % de cenizas secas (C.S.) y el nivel de fluorescencia.

Se estudiaron muestras de diferentes t.p.m. (incluyendo fósiles).

De los seis parámetros estudiados, sólo el log.%N y el %C.S. mostraron buena correlación con el t.p.m.

La recta de regresión para el nitrógeno fue de:

$$\log.\%N = -0,0318 t + 0,687$$

$$C.C. = -0,99225$$

para un rango de 10 meses a 10 años.

Para la ceniza seca, la recta de regresión fue de:

$$\%C.S. = 1,74 t + 68,8$$

$$C.C. = 0,995$$

para un rango de 10 meses a 10 años. La muestra milenaria dio un %C.S. de 90%.

Las correlaciones entre el % de fósforo e hierro (intercambiado del medio ambiente con la muestra ósea), y el t.p.m. son complejas, debido a diversos factores tales como la geometría de exposición, tipo de medio ambiente y niveles normales de la muestra. Del mismo modo, los niveles estudiados de

humedad y de fluorescencia no dan información precisa del t.p.m.

Como segunda etapa de este trabajo, se proyecta realizar un estudio extensivo utilizando los parámetros de log.%N y %C.S. utilizando una cantidad de muestras óseas más representativas de la región de Panamá y una diversidad mayor de t.p.m. conocidas.

### INTRODUCCIÓN.

La medicina forense se ve muchas veces en serias dificultades cuando se solicita la identificación de restos en máxima putrefacción después de desastres y siniestros masivos, o al encontrarse segmentos corporales diversos de individuos.

En algunas ocasiones se trata de determinar el día y la hora del deceso con un intervalo relativamente corto. En otras ocasiones, solo se solicita una estimación de semanas, meses, años o siglos.

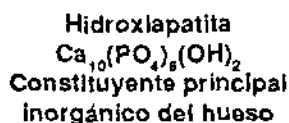
\* Instituto de Medicina Legal de Panamá.

\*\* Universidad de Panamá, Depto. de Química, Centro de Investigaciones con Técnicas Nucleares (CITEN).

En el presente estudio tratamos de estimar un tiempo de muerte relativamente amplio, ya que se trata exclusivamente de un hecho circunstancial específico, que en sí ya representa el hecho de estudiar un hueso que es una evolución tanatológica natural y que lo llamamos *tiempo postmortem*.

El hueso está constituido principalmente de dos grandes componentes estructurales: la porción inorgánica o mineral, y la porción orgánica o tisular. Existen variantes de los componentes dados por el sexo, la especie, etc.

La porción inorgánica está constituida principalmente de hidroxapatita, un fosfato de calcio cuya fórmula química es la siguiente:



La porción orgánica está constituida principalmente de grasa y colágeno, siendo esta última el componente de la matriz fibrosa del hueso, y se encuentra encerrado por la porción inorgánica de la hidroxapatita (ver figura N° 1, pág. 33).

La exposición del hueso a la intemperie después del fallecimiento, produce cambios químicos muy lentos que lo llevarán a lo que se denomina "fosilización". Este proceso está afectado por factores químicos, físicos y biológicos, de acuerdo con el tipo de ambiente que rodea al hueso. Los factores químicos relevantes se determinan por la composición del suelo, que a la vez depende de la roca originaria, de la vegetación y los procesos de la formación del suelo. Los factores físicos incluyen el flujo de agua subterránea y el grado de aeración. El factor biológico predominante es la actividad bacteriana.

En general, se puede definir el término de fosilización, a aquel proceso evolutivo y dinámico que afecta al hueso en el lugar en que se encuentre, ya sea enterrado o expuesto, o en un lapso largo o corto de tiempo.

Durante el proceso de fosilización, la porción inorgánica puede aumentar o disminuir, de acuerdo con el tipo de suelo. En regiones calcáreas, el hueso puede aumentar debido a efectos de incorporación de calcio, y en regiones descalcificadas, es más probable que el hueso se descomponga y disminuya de peso. Estos cambios son progresivos, a partir de

la composición del hueso fresco. En el cuadro N° 1 aparecen los valores para algunos constituyentes del hueso fresco.

El hueso tiene un sustrato que le permite intercambiar con facilidad, con el tiempo, elementos menores del suelo, proceso que se realiza por mecanismos físicos y químicos. Por lo tanto, parece razonable suponer que el análisis químico del hueso nos puede dar información sobre la edad de éste.

Sin embargo, hay que considerar por lo antes expuesto, que el análisis químico realizado a dos huesos colectados de dos áreas geológicas diferentes nos pueden dar resultados diferentes, aunque sean del mismo individuo.

### MÉTODOS PARA DATACIÓN DE HUESOS.

Los métodos químicos para la datación de huesos emplean la concentración relativa de ciertos compuestos o elementos estables como indicadores de la edad del material, como lo son la determinación con flúor, con uranio, con nitrógeno, con materia inorgánica y con otros elementos.

Cuadro N° 1

#### Constituyentes relevantes del hueso fresco<sup>(1)</sup>

Elemento	Porcentaje
Calcio	20-22
Fósforo	10
Grasa	10
Agua	10
Nitrógeno	6
Hierro	Trazas
Flúor	Trazas

### DATACIÓN CON FLÚOR.

Es la técnica más antigua para determinaciones de huesos y se basa en el intercambio progresivo de los hidroxilos del hueso con los fluoruros presentes en las aguas subterráneas cuyo resultado es la fluoroapatita. Ya que el intercambio necesita la presencia de fluoruros, la datación con flúor está sujeta a mucha incertidumbre ya que en algunas regiones geológicas están ausentes; además, la variación de su porcentaje en las aguas subterráneas y la velocidad de las mismas varía.

### DATACIÓN CON URANIO.

Los niveles de uranio (235, 238, etc.) se van incrementando paulatinamente durante la vida del individuo ya que trazas de este elemento se introducen en el sistema viviente por vía normal de ingestión de alimentos y del agua, y se incorporan a la sangre, intercambiándose con el calcio del hueso. Una vez que cesa la vida del individuo, el uranio presente se va degradando isotópicamente y el aumento de la actividad radiactiva del mismo nos da una medida del tiempo de postmortem.

Desafortunadamente, la cantidad de uranio presente en los huesos depende de varios factores ambientales que pueden influir en la cantidad de uranio intercambiado y presente en el suelo y en las aguas subterráneas, por lo que hace de esta técnica muy dificultosa, a menos que estos parámetros sean controlados perfectamente.

### DATACIÓN CON NITRÓGENO.

El colágeno constituye el 90% de los constituyentes orgánicos presentes en los huesos, y éste, siendo una proteína, está constituido por nitrógeno. Por lo tanto, el análisis químico del nitrógeno presente en los huesos nos da información sobre la cantidad de colágeno existente en éstos.

El colágeno se descompone gradualmente, presumiblemente, en dos etapas cronológicas siendo la primera, rápida y se extiende hasta algunos cientos de años, y la segunda etapa de decaimiento es lenta, constante y consistente por lo que se hace posible encontrar esta proteína fibrosa aún en algunos huesos milenarios.

Se han encontrado algunas relaciones numéricas entre el logaritmo de la concentración del nitrógeno presente en los huesos y el tiempo postmortem.

### DATACIÓN CON MATERIA INORGÁNICA.

El contenido de materia orgánica presente en los huesos va disminuyendo después de la muerte de un individuo. Este descenso global de la materia orgánica va acompañado complementariamente por un aumento de la materia inorgánica. Por lo tanto, la determinación del aumento del contenido total de la materia inorgánica de los huesos nos dará información del tiempo postmortem.

Como se explicó anteriormente, el contenido de materia inorgánica puede verse afectado por el intercambio del calcio presente en el suelo que rodea la muestra, y este efecto se verá más pronunciado cuanto mayor sea el contenido calcáreo del suelo.

#### DATACIÓN CON OTROS ELEMENTOS.

Se han señalado algunos otros elementos y grupos químicos útiles para datar huesos y entre éstos se encuentran: El hierro, racemización de aminoácidos, fosfato (fósforo), carbonatos, ytrio, manganeso, carbono orgánico y total.

Además, se han utilizado otros parámetros físicos y biológicos para datar huesos como lo es la fluorescencia emitida por la materia orgánica de los huesos, la cual disminuye en el transcurso del tiempo, y la datación se realiza a partir del contenido de la flora bacteriana presente en los huesos.

En resumen, podemos señalar que la alteración de las características físicas y químicas de los huesos expuestos, dependen del tiempo. Aunque la determinación de esas alteraciones nos pueden dar información sobre el tiempo postmortem, esa información debe ser interpretada con mucha precaución.

#### PARTE EXPERIMENTAL.

Para poder determinar la precisión en el estudio del tiempo postmortem, es necesario analizar una muestra varias veces para obtener la medida de la reproductividad del método. Sin embargo, una buena precisión no es condición suficiente para poder determinar el tiempo postmortem con exactitud, ya que ésta y la precisión son parámetros independientes pero correlacionables.

Por lo anterior se deduce la importancia de determinar el tiempo postmortem a partir de muestras cuyo tiempo de fallecimiento se conozcan. Sin embargo, para la obtención de esas muestras se tienen impedimentos legales en ciertas jurisdicciones. Entre mayor sea la cantidad de muestras cuyo t.p.m. se conozca, mayor será la confianza analítica de los resultados del método.

En este trabajo se determinaron los parámetros de los porcentajes de hierro, fósforo total, nitrógeno, humedad, cenizas secas, y el nivel de fluorescencia para algunas muestras cuyo tiempo t.p.m. se conocía. Las mismas fueron obtenidas de cementerios y de algunos

casos médico-legales de catástrofes aéreas.

En general, las pruebas se pueden clasificar en dos tipos:

1. Pruebas de parámetros extrínsecos de la muestra.
2. Pruebas de parámetros intrínsecos de la muestra.

Las pruebas extrínsecas de las muestras (las que dependen del aporte del medio ambiente) son: el % de hierro intercambiado y el % de fósforo. Las pruebas intrínsecas son el % de nitrógeno (suponiendo que no hay aporte del nitrógeno inorgánico del suelo al hueso), el % de ceniza seca y el nivel de fluorescencia.

El % de humedad es un aporte tanto del agua de la muestra como del medio ambiente, por lo que este parámetro aislado no es muy contribuyente. Por esta razón, es más reproductible el % de ceniza, siempre y cuando se elimine el aporte del agua. En este trabajo, este parámetro corregido por el % de agua se denomina % de ceniza seca (%C.S.).

#### MATERIALES Y EQUIPO.

Frascos volumétricos, matraces Kjeldahl, erlenmeyers, tubos de ensayo, pipetas serológicas, pipetas graduadas, probetas, buretas, vasos químicos, crisoles, embudos.

Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 2380 con quemador de llama y lámparas de cátodo hueco.

Spectronic 21 Bausch & Lomb digital utilizado en regiones del UV-Vis.

Kjeldahl estándar de la casa Lab-conco, modelo 21177-02 provisto de 12 digestores y 12 destiladores.

Mufia Naber Mod. 147 con temperatura hasta 1.400°C.

Desecador Fisher Scientific Mod. 08-645-6 con capacidad de hasta 454 g de sustancia desecante.

Balanza de precisión Sartorius Mod. 2842-SR, rango de pesada de 160 g.

Plato calentador Sybron Mod. 1900.

Los reactivos utilizados fueron de la casa Merck con excepción del ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfónico que era de la casa Fisher.

#### RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS.

Las muestras para este estudio fueron húmeros y fémur humanos provenientes de las regiones de Panamá, Coclé y Darién.

Las muestras fueron cortadas en rodajas de aproximadamente 2.0 g previo al análisis.

Algunos de los casos estudiados fueron huesos milenarios procedentes de la región de Coclé que fueron examinados con C<sup>14</sup>, el cual fue una contribución del Instituto Smithsonian. Otro fue un caso médico-legal de un desastre aéreo.

No fue posible obtener mayor cantidad de muestras por circunstancias especiales de tipo regional y legal.

#### PROCEDIMIENTO.

##### 1. Determinación del porcentaje de fósforo.

La muestra se incineró en un crisol a 900°C dentro de un horno por más de 15 horas, al cabo de las cuales se disolvió con HCl 12 N y luego se evaporó hasta obtener la mitad del volumen. Esta disolución se repitió una vez más al igual que la evaporación. Luego se filtró el residuo y se aforó con agua destilada.

Se trasladó una alícuota de 1 ml a un tubo de ensayo, añadiéndole 11 ml de agua destilada, 0,5 ml de reactivo de molibdato de amonio y 0,5 ml de ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfónico y se agitó bien dejando reposar luego la mezcla por 20 minutos. Luego se preparó el blanco.

Se prepararon soluciones patrón de 15; 10; 5; 2,5; 1,5; 1,0 y 0,5 ppm, a las que se les adicionó 0,5 ml del reactivo de molibdato de amonio y 0,5 ml del reactivo ANSA. Después de dejar reposar igualmente por 20 segundos se procedió a tomar las lecturas en el Spectronic 21 a 575 nm.

##### 2. Determinación del porcentaje de hierro.

La solución de ceniza empleada para la determinación del fósforo fue analizada directamente sin previa dilución a rangos apropiados y determinadas con la técnica de absorción atómica a 483 nm debido a la gran especificidad de este método.

Se preparó un patrón primario de 1.000 ppm de Fe con alambre de Fe en HNO<sub>3</sub>, y otros patrones con concentraciones de 5 a 15 ppm.

##### 3. Determinación del porcentaje de nitrógeno proteico.

Se determinó éste por el método Kjeldahl, titulando la solución resultante con HCl 0,1 N. Se emplearon 2,0 g de muestra, tal como lo indica el protocolo del método.

#### 4. Determinación del porcentaje de humedad.

Se sometieron 2,0 g de muestras a desecamiento a 105°C en un horno por 2 horas, y después de enfriadas se determinó el porcentaje de humedad por la pérdida de peso.

#### 5. Determinación del porcentaje de ceniza seca.

La muestra secada, obtenida de la determinación del porcentaje de humedad, se colocó en un horno a 550°C durante 6 horas, tras las que, después de enfriados los crisoles, se pesaron rápidamente, obteniendo la cantidad de cenizas restantes después de la incineración. Estas cenizas se guardaron para realizar la determinación del hierro.

#### 6. Determinación del nivel de fluorescencia.

La muestra recién cortada fue analizada en un cuarto oscuro bajo exposición de una lámpara de ultravioleta a 254 nm, observando las secciones internas del corte fresco en donde se observa el tejido orgánico. Las observaciones fueron establecidas ampliamente en tres escalas: muy intensa, positiva y nula.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el cuadro Nº 2 se observan los resultados obtenidos al estudiar los 6 parámetros analíticos. Además, aparecen analizadas muestras de fémur y húmero de ambos sexos. El t.p.m. va desde

muestras de 10 meses hasta huesos de 1.800 años. Además, se observa la edad del fallecimiento, el tipo de exposición al ambiente (ataúd, fosa, etc.) y el lugar del yacimiento.

Como se puede observar, el % de Fe no es muy reproducible tal como se observa en la muestra de 10 meses, 3 y 1.800 años. Con respecto al % de P, este parámetro es más preciso, aunque no es muy correlacionable con el t.p.m., tal como se puede observar para la muestra de 10 meses que comienza con 0,07%, luego disminuye a 0,0074% a los 3 años, a 0,006% a los 6 años, para subir nuevamente a límites altos de 0,04% en huesos milenarios de 1.800 años.

Se puede observar que el % de humedad, aunque algo reproducible, no es correlacionable con el t.p.m., pues aumenta y disminuye con el tiempo, debido posiblemente a contaminación del agua ambiental.

El nivel de fluorescencia es correlacionable con el t.p.m., pues presenta altos valores en muestras recientes para ir disminuyendo gradualmente a valores moderados en huesos de unos 10 años y a valores prácticamente nulos en huesos milenarios. Sin embargo, el rango de valores es muy grande para poder determinar con precisión el t.p.m.

El parámetro de % de ceniza seca muestra buena precisión y correlación con el t.p.m. Para valores hasta de 10 años, se observa buena linealidad, con una recta de regresión

de  $\%CS = 1,742 t + 68,8$  cuyo coeficiente de correlación es de 0,995.

El valor del log. % N también muestra buena precisión y correlación con el t.p.m. La recta de regresión es  $\log. \%N = -0,0318 t + 0,687$  con un coeficiente de correlación de -0,99225 hasta un período de 10 años.

En las figuras que se observan en la siguiente página se aprecia lo anteriormente descrito.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El estudio realizado en esta primera etapa de la investigación nos mostró que tan solo los parámetros de *ceniza seca* y *nitrogeno* fueron los más confiables pues presentaron mejor precisión y exactitud.

Los parámetros estudiados para el contenido de hierro, fósforo, humedad y fluorescencia no mostraron correlación lineal con el tiempo postmortem para el tipo de tratamiento matemático sencillo realizado en este trabajo.

Sin embargo, con base en esta experiencia, creemos oportuno señalar y que para conclusiones definitivas necesitamos profundizar este tipo de estudios analizando en una SEGUNDA ETAPA, una mayor cantidad de muestras óseas tomadas de diferentes yacimientos geográficos de nuestro país, conociendo el t.p.m., con la finalidad de obtener una mayor confianza analítica del método, empleando aquellos parámetros que nos dieron una mejor precisión (NITRÓGENO Y CENIZAS SECAS).

Cuadro Nº 2

Tabla recopilativa

HUE	SEX	EDAD FALL	EDAD TPM	EXP. AMB	UBIC	%Fe	%P	%N	%HUM	%CEN SEC	FLÚOR
H	F	65	10 m	S.T.	Darién	0,049	0,07	4,52	9,49	70,32	+++
F	F	65	10 m	S.T.	Darién	0,015	0,07	4,49	8,91	70,17	+++
F	M	56	3 a.	A.T.	Cem. A	0,0084	0,0076	4,03	9,6	73,48	+
H	M	56	3 a.	A.T.	Cem. A	0,0054	0,007	3,99	9,8	74,63	+
F	M	67	6 a.	A.T.	Cem. A	0,012	0,0062	3,1	14,23	78,98	+
H	M	67	6 a.	A.T.	Cem. A	0,01	0,0063	3,1	14,09	79,53	+
F			10 a.					2,3	10	86,05	+
F	M	ND	1.800	A.T.	Coclé	0,251	0,04	0	6,64	89,73	-
H	M	ND	1.800	A.T.	Coclé	0,049	0,04	0	6,65	91,22	-

Figura Nº 1

VARIACIÓN DEL %Fe y %P vs. TIEMPO

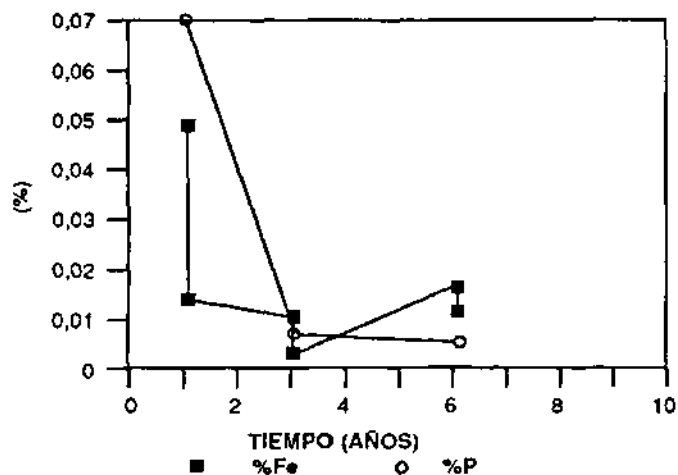


Figura Nº 2

EVOLUCIÓN DEL %P y %Fe vs. TIEMPO

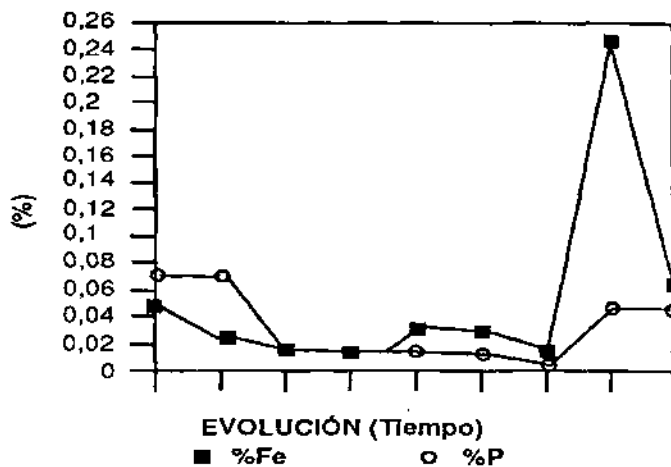


Figura Nº 3

EVOLUCIÓN DEL %N, %CS y %HUM vs. TIEMPO

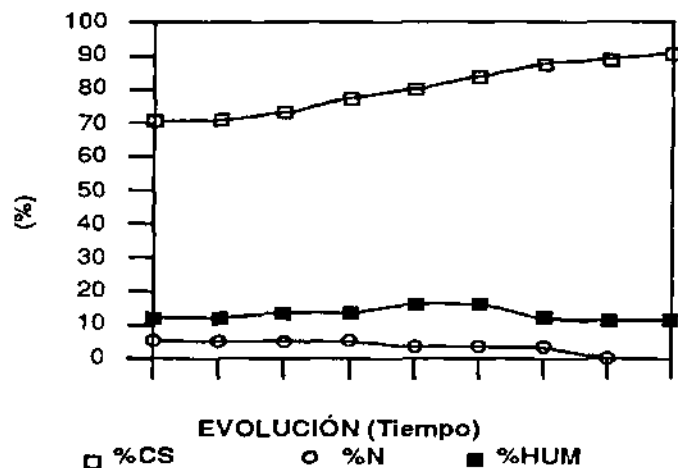


Figura Nº 4

VARIACIÓN DEL %CS, %HUM Y %N vs. TIEMPO

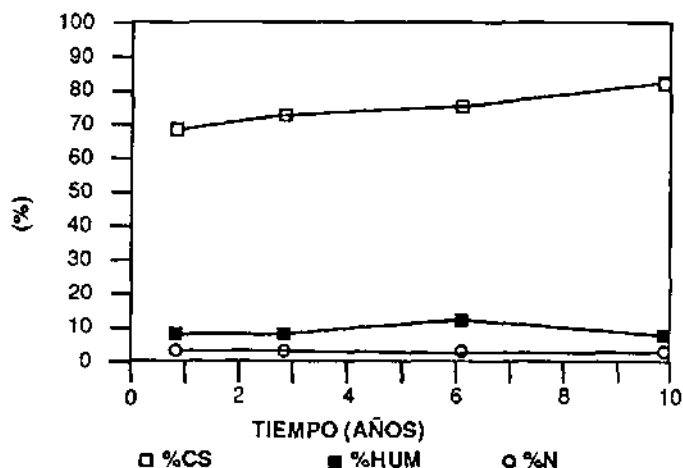


Figura Nº 5

VARIACIÓN DEL %CS vs. TIEMPO  
 $\% CS = 1,742(t) + 68,8 \quad r = 0,995$

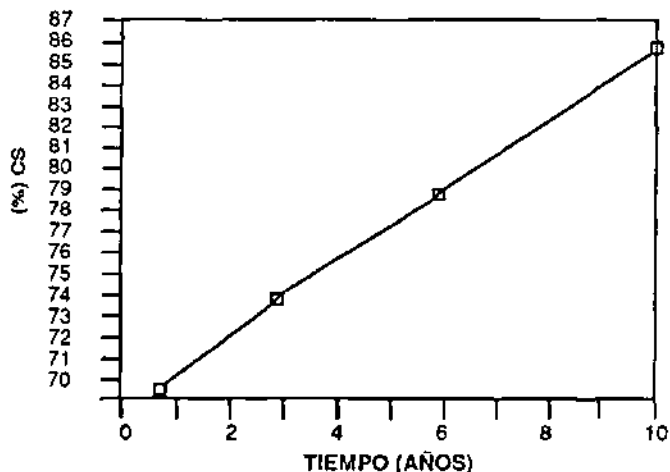
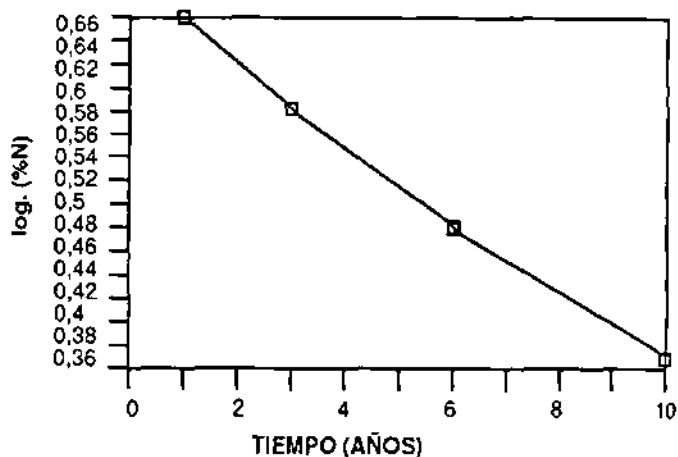


Figura Nº 6

VARIACIÓN DEL LOG. (%N) vs. TIEMPO  
 $\log. (%N) = -0,0318t + 0,687 \quad r = -0,99225$



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ÁLVAREZ, L., LEONE, M. de, LEONE, O., VEGA, A. y VILLARREAL, J., *Manual de Laboratorio de Química Instrumental 401*, Panamá, Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia, 1980, p. 13.
2. BHAGAVAN, N.V., *Bioquímica*, 2ª ed. México, Nueva Editorial Interamericana, S.A., 1984.
3. CALABIJG, Gisbert J.A., *Medicina Legal y Toxicología*, Argentina, Fundación García Muñoz, Sección Saber, 1977.
4. CARTER, H.E. et al., *Experimental Biochemistry*, U.S.A., University of Illinois, Stipes Publishing Co. 1957.
5. GOFFER, Zvi, *Archeological Chemistry. A Source-Book on the Applications of Chemistry to Archeology*, vol. 55, cap. 16, Canada: Wiley Interscience, 1980.
6. GUTIÉRREZ, Juan José y VILLARRAL, Abel Augusto, *Colección de experimentos de Bioquímica*, Panamá, Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia, 1978.
7. HAWK, P.B., OSER, B.L. and SUMMERSON, W.H., *Practical Physiological Chemistry*, 13ª ed. U.S.A., McGraw-Hill Book Company Inc., 1954.
8. ÁLVAREZ, L., LEONE, M. de, LEONE, O., VEGA, A. y VILLARREAL, J., *Manual de Laboratorio de Química Instrumental 401*, Panamá, Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia, 1980.
9. SIMONN, G., *Medicina Legal Judicial*, Barcelona, Editorial Jims. 1973.
10. STRUNK, D.H. and ANDREASEN, A.A.I.J., *Anal. Chem.* 50. 338, p. 15.
11. WODBURNE, Russel T., *Essentials of Human Anatomy*, 3ª ed. U.S.A., Oxford University Press Inc., 1965.
12. VARGAS ALVARADO, Eduardo, *Medicina Legal*, 3ª ed., 1983, Lehmann Editores, Costa Rica.

## LA CONTAMINACIÓN EN LA AGRICULTURA Y SU SOLUCIÓN NATURAL

ING. AGRÓN. HERNÁN RODRÍGUEZ NAVAS\*

REFERENCE: RODRÍGUEZ NAVAS, H., *Agricultural pollution and natural solution*, *Medicina Legal de Costa Rica*, 1990, vol. 7, Nº 2, pp. 34-37.

**ABSTRACT:** The hazard of agrochemistry is emphasized. This technology was introduced to solve agricultural problems in cool weather. The main risks are carcinogenic, teratogenic and toxicological effects.

In a country like Costa Rica phytosociology could be useful. Nature has treatment for its own problems. So the "velvety bean" (*Stizolobium deerengianum*) eliminates all types of weeds avoiding the use of pesticides. The sparagus (*Asparagus sp*) rejects nematode of the roots of plants and unnecessary the use of nematicides that cause sterility in agricultural workers.

On the other hand, agrochemistry is worse than the pests that it attempts to destroy.

**KEYWORDS:** Agrochemistry, phytosociology, pollution.

REFERENCIA: RODRÍGUEZ NAVAS, H., *La contaminación en la agricultura y su solución natural*, *Medicina Legal de Costa Rica*, 1990, vol. 7, Nº 2, pp. 34-37.

**RESUMEN:** Se destaca el peligro de la agroquímica importada para la salud pública. Esta tecnología fue creada para resolver problemas de la agricultura en zonas templadas. Sus principales riesgos son de carácter carcinógeno, teratogénico y tóxico.

En países como el nuestro puede recurrirse a la fitosociología. Cada planta es controlada por otra planta. Así el frijol de terciopelo (*Stizolobium deerengianum*) elimina todo tipo de maleza, con lo cual no es necesario emplear herbicidas. El espárrago (*Asparagus sp*) repele nematodos de las raíces de las plantas y evita el uso de los nematicidas que causan esterilidad en los trabajadores que los aplican. La naturaleza tiene remedios para sus males. La agroquímica, en cambio, resulta más nociva que los males que pretende combatir.

**PALABRAS CLAVES:** Agroquímica, fitosociología, contaminación ambiental.

Las intoxicaciones por plaguicidas es un tema de gran actualidad, especialmente para los profesionales involucrados con el agro y con la salud, como los agrónomos, biólogos, veterinarios y el

personal médico que atiende los casos de intoxicaciones.

Los esfuerzos que realizan los médicos de emergencias y los forenses para determinar el principio tóxico como

causa de una intoxicación, o de una defunción, cada día se vuelven más complicados, debido a la cantidad de nuevos plaguicidas que constantemente aparecen en el mercado. Por otra parte en

\* Profesor de Ecología Agrícola, Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, apartado 86, (3000) Heredia, Costa Rica.