

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO  
DE LAS PINTURAS ANTIINCRUSTANTES

X. ACCION TOXICA DE DIFERENTES COMPUESTOS DE ARSENICO \*

Dr. Vicente J. D. Rascio \*\*

Ing. Quím. Juan José Caprari \*\*\*

Quím. Miguel J. Chiesa

Tco. Quím. Rodolfo Iasi

- \* Trabajo realizado con subsidios del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), y del Servicio Naval de Investigación y Desarrollo (SENID).
- \*\* Sub-Director Ejecutivo del LEMIT; Director del CIDEPINT (Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas); Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET, del Comité International Permanent pour la Recherche sur la Préservation des Matériaux en Milieu Marin (COIPM) y del Comité Argentino de Ingeniería de los Recursos Oceánicos (CAIRO).
- \*\*\* Jefe de División del LEMIT y Responsable del Area Propiedades Protectoras de Películas de Pintura del CIDE-PINT; Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET.

---

## INTRODUCCION

---

Las investigaciones realizadas hasta el presente, han permitido el estudio exhaustivo de las diferentes variables de composición que influyen sobre la durabilidad y comportamiento en ensayos en balsa de las pinturas antiincrustantes. Paralelamente ha sido necesario determinar las condiciones hidrológicas y biológicas de la zona de ensayo (1), y los factores que afectan la fijación de organismos sobre las estructuras marinas sumergidas en agua de mar.

En términos generales, la fijación del fouling sobre sustratos inertes es favorecida por la formación de un velo bacteriano ("slime film"), constituido fundamentalmente por diatomeas, protozoos y bacterias, que sirven como medio nutriente a las larvas (2), por la rugosidad de la superficie, por el movimiento relativo del agua respecto de la misma, por el pH del medio, y por la temperatura, salinidad y cantidad de luz que llega a dicha superficie. Esta última varía con la profundidad de inmersión.

El empleo de pinturas antiincrustantes tiene como objetivo fundamental prevenir la fijación de fouling, para lo cual las formulaciones deben tener una acción tóxica adecuada. Estos revestimientos constituyen sistemas dinámicos, en los que se produce la degradación paulatina de la película. En las pinturas de matriz insoluble, que se formulan con alta concentración de tóxico, sólo se disuelve éste; en las de matriz soluble, preparadas generalmente con tóxicos e inertes, el ligante está constituido por una sustancia soluble en agua de mar, la que se disuelve conjuntamente con el tóxico. La solubilización del veneno debe reducirse a las cantidades mínimas indispensables para ejercer su acción tóxica sobre las diferentes especies, evitando la fijación; de esta manera se obtienen pinturas de larga vida útil.

La velocidad de disolución del tóxico es característica de cada sustancia en particular, y además es función de su composición química y de la temperatura del medio, por lo cual la durabilidad de la pintura se regula ajustando dos

variables: la solubilidad del vehículo, en primer término, y mediante el empleo de otras sustancias de menor solubilidad y altamente específicas, denominadas tóxicos de refuerzo.

Dichos tóxicos complementan al óxido cuproso y deben tener acción particular sobre las especies de alta agresividad. Además no deben reaccionar con los componentes del vehículo durante la operación de molienda de la pintura pues esas condiciones modificarían las características de solubilidad del mismo. Con las sales presentes en el agua de mar no deben producir compuestos insolubles, ya que en este caso se anularía su acción tóxica.

Dentro de estos tóxicos de refuerzo pueden ser considerados los arseniatos; el arseniato mercurioso ya ha sido empleado como tóxico de refuerzo en anteriores investigaciones, con resultados altamente positivos (4, 5). Como el precio de dicho compuesto es muy elevado (fundamentalmente por el costo del mercurio), se pretende establecer en este trabajo si el mecanismo de acción está relacionado con el anión arseniato, con el catión o con ambos.

Para ello se estudió el comportamiento de otros tres arseniats, que se prepararon en el laboratorio. En primer término, arseniato de calcio, cuyo catión no tiene acción tóxica; en segundo, arseniato de cinc (el óxido de cinc se emplea para potenciar la acción del óxido cuproso) y, finalmente, arseniato de plomo. Como antecedente, puede citarse que se conocen compuestos organo-plúmbicos (6) de buena acción antiincrustante.

---

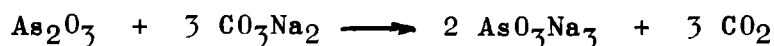
## PARTE EXPERIMENTAL

---

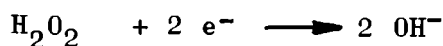
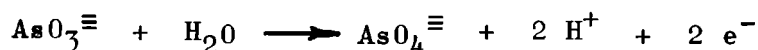
Tanto los arseniats citados, como el de mercurio indicado más arriba, fueron preparados en el laboratorio, lo que obligó a una prolija revisión bibliográfica y al estudio de las reacciones de formación, medios de precipitación, pH, etc. en cada caso particular.

Se parte de una reacción común, que es la obtención de

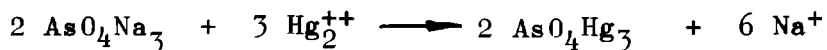
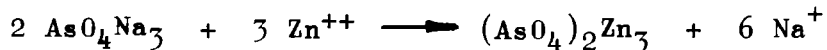
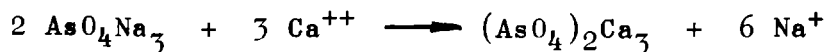
arseniato de sodio a partir del arsenito correspondiente. El arsenito sódico se prepara por disolución de trióxido de arsénico con carbonato de sodio, en un medio cuyo pH final es 8,5-9,0. La reacción que se produce es la siguiente:



Hay una etapa posterior de oxidación de arsenito a arseniato, por tratamiento con peróxido de hidrógeno, en medio alcalino:



A partir de este arseniato sódico se preparan los arseniats de calcio (7, 8), de plomo (9), de cinc (10) y de mercurio:



Las condiciones de precipitación y la secuencia de agregado de cada sustancia reaccionante es diferente para cada caso. El arseniato de calcio precipita a pH 8,5, los de plomo y de cinc a pH 5,5 (evitándose así la formación de sales básicas), mientras que para el arseniato mercurioso es necesario un pH fuertemente ácido (4,0). En todos los casos se requiere el lavado final para eliminar los productos secundarios de la reacción.

La solubilidad de los diferentes arseniats así obtenidos fue determinada tanto en agua bidestilada como en solución de cloruro de sodio 34 0/00. Se empleó el siguiente pro-

TABLA I

## SOLUBILIDAD DE LOS TOXICOS EN AGUA (g/litro)

Compuesto	pH final	Arsenito	Arseniato	Metal
Arseniato mercurioso.....	3,6	0,06	0,81	0,001
Arseniato de calcio.....	6,8	0,74	0,62	0,29
Arseniato de cinc.....	4,5	0,18	0,19	0,07
Arseniato de plomo.....	6,1	0,0045	0,0689	0,0034

TABLA II

## SOLUBILIDAD DE LOS TOXICOS EN CLORURO DE SODIO (g/litro)

Compuesto	pH final	Arsenito	Arseniato	Metal
Arseniato mercurioso.....	9,4	0,057	7,53	0,043
Arseniato de calcio.....	7,5	0,057	5,13	0,37
Arseniato de cinc.....	5,8	0,060	1,76	0,055
Arseniato de plomo.....	7,6	0,011	1,27	0,005

cedimiento común a todos los casos: se colocó un exceso de tóxico en recipientes de 1 litro de capacidad, en contacto con 950 ml de agua bidestilada, a  $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Se agitó durante 24 horas en un dispositivo adecuado, con una velocidad de rotación de 48 rpm. Se dejó sedimentar, se decantó la solución sobrenadante, la que se descartó, ya que ella podía incluir restos de sustancias solubles provenientes del proceso de preparación. Se repitió la operación agregando otra vez 950 ml de agua bidestilada, agitando durante 72 horas, en las condiciones citadas. La misma técnica se empleó con la solución de cloruro de sodio de 34 g  $^{\circ}/_{100}$ , y para obtener los valores correspondientes al óxido de mercurio y al trióxido de arsénico.

Sobre las soluciones obtenidas se determinó, por vía química, el contenido de arsenito, arseniato y catión calcio; la determinación de mercurio, plomo y cinc, teniendo en cuenta el bajo contenido de metal de las soluciones, se realizó por absorción atómica.

Los valores obtenidos, conjuntamente con el pH final de la solución, se indican en las tablas I y II. En la tabla III se presentan los correspondientes al óxido de mercurio y trióxido de arsénico en agua bidestilada y en la solución de cloruro de sodio mencionada.

Para los ensayos en balsa, se prepararon en un molino de bolas de laboratorio, 16 muestras de pinturas antiincrustantes formuladas con óxido cuproso como tóxico fundamental, y con contenidos decrecientes del tóxico de refuerzo (13, 10, 7 y 4 %). El vehículo de estas pinturas está constituido por colofonia (rosin WW) plastificada con un barniz fenólico (relación 5/1). La molienda se realizó durante 24 horas, incorporándose el óxido cuproso durante las tres horas finales.

La composición de las pinturas se indica en las tablas IV, V, VI y VII.

Las muestras se pintaron a pincel (2 manos de pintura antiincrustante), sobre placas de acero de 30 x 40 cm, previamente arenadas, pretratadas con wash-primer vinílico y protegidas con tres manos de una pintura anticorrosiva de alta resistencia. Se dejó secar 24 horas entre manos, y 48

TABLA III

SOLUBILIDAD DE ANHIDRIDO ARSENIOSO Y OXIDO MERCURICO EN AGUA Y EN CLOURO DE SODIO (g/litro)

Compuesto	pH final		Solubilidad		Metal	
	Agua	CINa	Agua	CINa	Agua	CINa
Anhidrido arsenioso ( $As_2O_3$ )..	5,5	6,4	2,54	2,59	--	--
Oxido mercurico (HgO).....	6,5	7,0	0,005 <sup>4</sup>	0,02	0,0051	18,4

horas luego de la última mano. A continuación se colocaron en la balsa experimental y se sumergieron en agua de mar en el puerto de Mar del Plata.

Los paneles fueron observados trimestralmente, evaluándose el fouling fijado de acuerdo con la escala 0 a 5 ya mencionada en trabajos anteriores. La inmersión se prolongó durante 18 meses.

---

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

---

Los valores de fijación de fouling registrados al cabo de 3, 6, 9, 12, 15 y 18 meses, se presentan en la tabla VIII y se han graficado en la figura 1.

Existe una clara diferencia de comportamiento de las pinturas expuestas si se considera el ensayo hasta los 12 meses de inmersión (15-XII-73/15-XII-74), y, separadamente, el período entre 12 y 20 meses (15-XII-74/15-VIII-75).

Durante la primera etapa mencionada, la mayor parte de las pinturas presentan buen comportamiento. Sólo las muestras X-2 (10 %) y Z-2 (4 %), a base de arseniato de calcio, registran valores de fijación mayores de 1; la eficiencia de las muestras restantes en cuanto al control del fouling, oscila entre 80 y 100 %.

Después de los 12 meses se evidencian claras diferencias entre los distintos tóxicos de refuerzo utilizados. Al cabo de 15 meses sólo satisfacen las exigencias de las especificaciones las muestras Y-1 (arseniato mercurioso), X-4 e Y-4 (arseniato de plomo); a los 20 meses se mantienen sin incrustación sólo estas últimas.

En el caso del arseniato de calcio, la pérdida de eficiencia de las pinturas es muy marcada, pasando rápidamente de valores de fijación entre 0-1 y 1-2 a 2-3 y 3-4. Este arseniato tiene una alta solubilidad tanto para el catión como para el anión, en las condiciones experimentales (sistema cerrado, con equilibrio entre el sólido disuelto y el

TABLA IV

## COMPOSICION DE LAS PINTURAS (g/100 g), 15 % DE TOXICO DE REFUERZO

	W-1	W-2	W-3	W-4
Oxido cuproso.....	31,4	31,4	31,4	31,4
Oxido de cinc.....	3,1	3,1	3,1	3,1
Arseniato mercurioso...	13,0	--	--	--
Arseniato de calcio....	--	13,0	--	--
Arseniato de cinc.....	--	--	13,0	--
Arseniato de plomo.....	--	--	--	13,0
Estearato de aluminio..	2,5	2,5	2,5	2,5
Vehículo (5/1), disol- ventes y diluyentes....	50,0	50,0	50,0	50,0

TABLA V

## COMPOSICION DE LAS PINTURAS (g/100 g), 10 % DE TOXICO DE REFUERZO

	X-1	X-2	X-3	X-4
Oxido cuproso.....	34,1	34,1	34,1	34,1
Oxido de cinc.....	3,4	3,4	3,4	3,4
Arseniato mercurioso...	10,0	--	--	--
Arseniato de calcio....	--	10,0	--	--
Arseniato de cinc.....	--	--	10,0	--
Arseniato de plomo.....	--	--	--	10,0
Estearato de aluminio..	2,5	2,5	2,5	2,5
Vehículo (5/1), disol- ventes y diluyentes....	50,0	50,0	50,0	50,0

TABLA VI

COMPOSICION DE LAS PINTURAS (g/100 g), 1 y 2 DE TOXICO DE REFUERZO

	Y-1	Y-2	Y-3	Y-4
Oxido cuproso.....	36,8	36,8	36,8	36,8
Oxido de cinc.....	3,7	3,7	3,7	3,7
Arseniato mercurioso.....	7,0	--	--	--
Arseniato de calcio.....	--	7,0	--	--
Arseniato de cinc.....	--	--	7,0	--
Arseniato de plomo.....	--	--	--	7,0
Estearato de aluminio.....	2,5	2,5	2,5	2,5
Vehiculo (5/1), disolventes y diluyentes.....	50,0	50,0	50,0	50,0

TABLA VII

COMPOSICION DE LAS PINTURAS (g/100 g), 3 y 4 DE TOXICO DE REFUERZO

	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4
Oxido cuproso.....	39,6	39,6	39,6	39,6
Oxido de cinc.....	3,9	3,9	3,9	3,9
Arseniato mercurioso.....	4,0	--	--	--
Arseniato de calcio.....	--	4,0	--	--
Arseniato de cinc.....	--	--	4,0	--
Arseniato de plomo.....	--	--	--	4,0
Estearato de aluminio.....	2,5	2,5	2,5	2,5
Vehiculo (5/1), disolventes y diluyentes.....	50,0	50,0	50,0	50,0

solido sin disolver) ideadas en el laboratorio (tabla II). Frente a una solución de ión cloruro al 34 ‰, es decir equivalente a la del agua de mar, se produce cloruro de calcio (que tiene gran afinidad por el agua formando hidratos de varios tipos) (11) o formando autocomplejos, de acuerdo a lo demostrado por Noyes (12) en sus estudios sobre las variaciones en el valor del número de transporte con la concentración. Aun cuando existe en los paneles sumergidos, una cierta acción de control por parte del vehículo, el arseniato de calcio debe disolverse rápidamente y el poder antiincrustante queda circunscripto así a la acción del óxido cuproso que, como ya se ha visto en experiencias anteriores, raramente excede los 12 meses de inmersión, salvo que se utilicen vehículos de menor solubilidad (por ej. relación colofonia/plastificante 3/1).

Lo dicho queda confirmado por el hecho de que la totalidad de las muestras con arseniato de calcio tienen gran incrustación al final del trimestre siguiente (15 meses).

El arseniato de cinc proporciona muestras de buena resistencia (fijación 0-1) luego de 12 meses. La muestra de mejor comportamiento (0-1) es la que corresponde a un contenido de 7 % de tóxico de refuerzo, y la fijación en este panel crece a 1-2 a los 15 y 20 meses. La solubilidad del metal cinc en agua y en cloruro de sodio es baja (0,07 y 0,055 g/litro); en la última de las soluciones citadas puede formar, al pH 8,0-8,2 que tiene normalmente el agua de mar, haluros complejos de carácter básico, de fórmula general  $Zn(Hal)_2 \cdot 4 Zn(OH)_2$  y  $Zn(Hal)_2 \cdot 3 Zn(OH)_2$  (11), parcialmente solubles. La porción insoluble de dichos complejos es un precipitado formado por capas concéntricas donde se superponen la sal normal y el hidróxido. Por esta causa disminuye la cantidad de cinc soluble liberado que puede actuar como tóxico.

El arseniato mercurioso ha mostrado en este período un comportamiento inferior al observado en experiencias anteriores, aún cuando deben remarcarse las excepcionales condiciones de agresividad observadas en el puerto de Mar del Plata, y que han sido establecidas por Bastida en una publicación anterior (13). El mejor resultado corresponde a la muestra Y-1 que tiene fijación 1 luego de 15 meses y fijación 1-2 al final del ensayo.

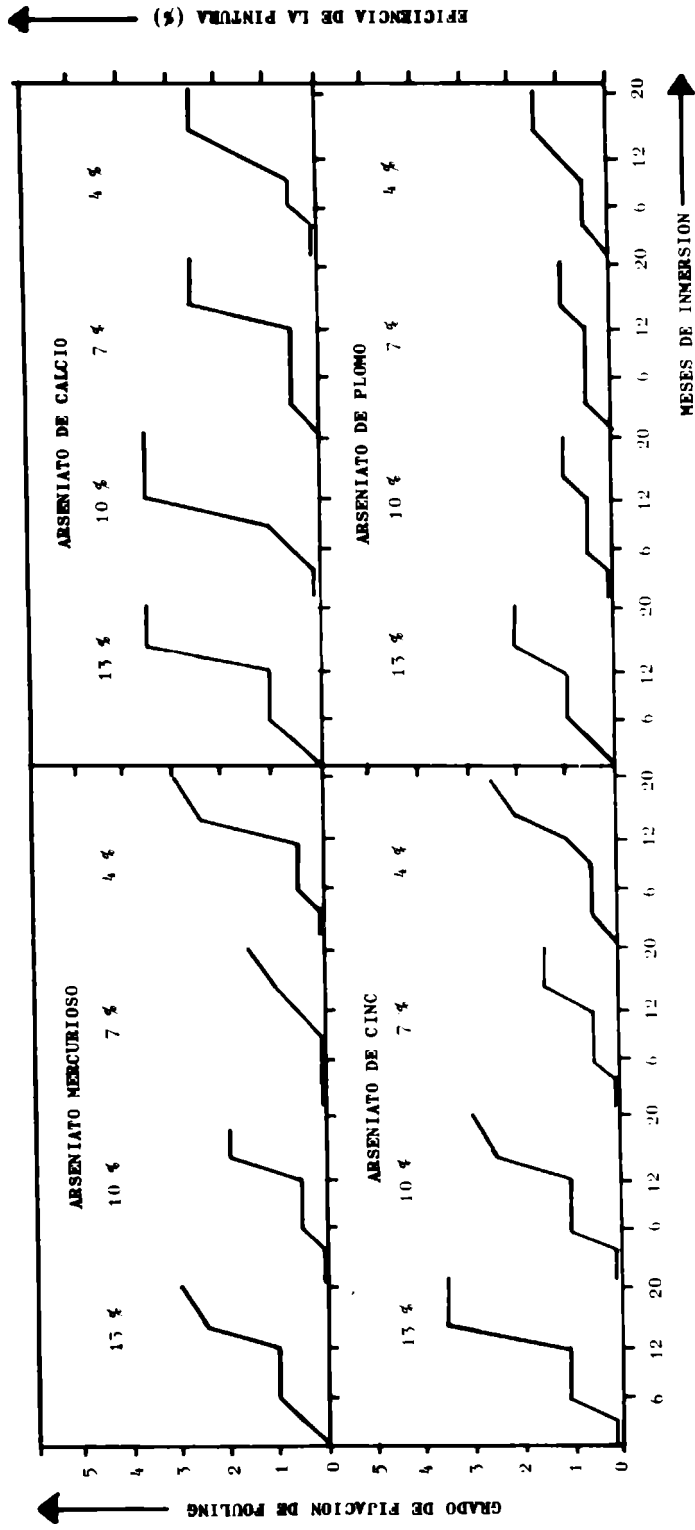
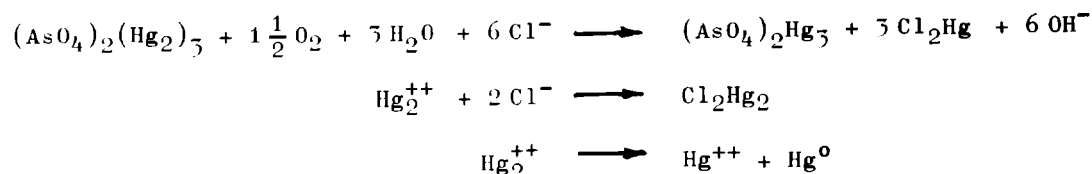


Figura 1.- Grado de fijación de "fouling" luego de 3, 6, 9, 12, 15 y 20 meses de inmersión en la balsa experimental, puerto de Mar del Plata

La mayor toxicidad demostrada por el arseniato mercurioso respecto del trióxido de arsénico y del óxido de mercurio podría explicarse por las diferencias de solubilidad indicadas en las tablas II y III. El trióxido de arsénico forma fundamentalmente el cloruro y se disuelve muy rápidamente; el catión  $\text{As}^{+++}$  sólo tiene acción tóxica sobre ciertas especies (15). El óxido de mercurio produce alta concentración de iones  $\text{Hg}^{++}$ , y el arseniato mercurioso se hidroliza elevando el pH de la solución, y forma cloruro mercurioso y mercurio metálico (ambos insolubles) por la tendencia a producir una reacción de óxido-reducción. Estas reacciones se pueden interpretar (14):



Tanto el cloruro mercurioso como el mercurio metálico, al quedar insolubles, no actúan como tóxicos. Es posible entonces que la acción tóxica se deba fundamentalmente al anión arseniato.

El arseniato de plomo resultó el tóxico de mejor comportamiento, dentro de los ensayados. Las cuatro muestras tienen fijación entre 0-1 y 1 a los 12 meses; las pinturas con 10 y 7 por ciento de arseniato presentan fijación 1 a los 20 meses.

Estos resultados son congruentes con los obtenidos en las pruebas de disolución en laboratorio, ya que tanto en agua como en solución de cloruro de sodio el arseniato de plomo es el tóxico de refuerzo que disuelve menor cantidad de iones arseniato y arsenito, lo cual significa mayor posibilidad con control del "leaching rate" de la pintura durante el ensayo en balsa. El poco incremento en el grado de fijación de fouling luego de los 12 meses sugiere que la disolución del tóxico se produce muy lentamente y en forma controlada perfectamente por el vehículo empleado. Es probable que en este caso tampoco sea importante la acción tóxica del catión, dada la pequeña cantidad que se disuelve.

El estudio del gráfico de la fig. 1, muestra que la con-

TABLA VIII

FIJACION DE FOULING DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

Pintura	Tóxico de refuerzo %	Grado de fijación*					
		3 meses	6 meses	9 meses	12 meses	15 meses	20 meses
<u>Arseniato mercurioso:</u>							
W-1	13,0	0-1	1	1	1	2-3	3
X-1	10,0	0	0-1	0-1	0-1	2	2
Y-1	7,0	0	0	0	0-1	1	1-2
Z-1	4,0	0	0-1	0-1	0-1	2-3	3
<u>Arseniato de calcio:</u>							
W-2	13,0	0-1	1	1	1	3-4	3-4
X-2	10,0	0	0-1	1	3-4	3-4	3-4
Y-2	7,0	0-1	0-1	0-1	0-1	2-3	2-3
Z-2	4,0	0	0-1	0-1	1-2	2-3	3
<u>Arseniato de cinc:</u>							
W-3	13,0	0-1	1	1	1	3-4	3-4
X-3	10,0	0	1	1	1	2-3	3
Y-3	7,0	0	0-1	0-1	0-1	1-2	1-2
Z-3	4,0	0-1	0-1	0-1	1	2	2-3
<u>Arseniato de plomo:</u>							
W-4	13,0	0-1	1	1	1	2	2
X-4	10,0	0	0-1	0-1	0-1	1	1
Y-4	7,0	0-1	0-1	0-1	0-1	1	1
Z-4	4,0	0-1	0-1	0-1	1	2	2

\* Grado de fijación: 0 (sin fouling)  
 1 (muy poco)  
 2 (poco)  
 3 (regular)  
 4 (mucho)  
 5 (totalmente incrustado)

TABLA IX

	Fijación 20 meses inmersión	Relación $\text{AsO}_3^{\equiv}/\text{metal}$	Relación $\text{AsO}_4^{\equiv}/\text{metal}$
$(\text{AsO}_4)_2\text{Pb}_3$ .....	1	2,20	254,0
$(\text{AsO}_4)_2\text{Hg}_3$ .....	1-2	1,33	175,1
$(\text{AsO}_4)_2\text{Zn}_3$ .....	1-2	1,09	32,0
$(\text{AsO}_4)_2\text{Ca}_3$ .....	2-3	0,15	8,5

centración de tóxico de refuerzo más adecuada para todas las muestras es del 7 por ciento. Si para este caso particular calculamos las relaciones arsenito disuelto/metal disuelto, y arseniato disuelto/metal disuelto obtenidas en el laboratorio, vemos que los valores mínimos se obtienen para el arseniato de calcio, y los máximos para el arseniato de plomo (tabla IX). El grado de fijación, para 20 meses de inmersión se halla en relación inversa con dichas cantidades. Estos resultados son válidos también para las muestras que contienen 15, 10 y 4 por ciento de tóxico de refuerzo sobre la pintura.

La acción tóxica del anión arseniato queda confirmada, además, por la afinidad química entre sus componentes y los grupos químicos de las proteínas. Actúa fundamentalmente sobre los procesos metabólicos, con una tendencia a la combinación con los grupos sulfhidrilo, interfiriéndolos (15). Un mecanismo similar parece interpretar la acción tóxica del mercurio y del plomo.

Finalmente, quedaría todavía por confirmar cuál es la concentración exacta en que debe intervenir el tóxico de refuerzo en estas pinturas, a fin de lograr la mínima fijación en experiencias de larga duración, y un nivel de veneno que sea el adecuado desde el punto de vista económico.

Como comentario final, es necesario hacer resaltar que la presencia del óxido cuproso, como tóxico de acción general, es fundamental desde el punto de vista de obtener una pintu-

ra antiincrustante eficaz y económica. Esta sustancia no ha podido ser reemplazada, hasta el presente, ni desde el punto de vista técnico ni desde el punto de vista económico.

---

## CONCLUSIONES

---

1. Los iones arseniato y arsenito parecen ser los responsables de la acción antiincrustante de los arseniatos utilizados. Su acción es conjunta, y el metal regula la velocidad de disolución del tóxico.

2. La concentración más efectiva, dentro de las ensayadas, es la de 7 por ciento; para dicho valor se obtienen, en cada caso, las pinturas de menor fijación (20 meses), cualquiera sea el arseniato utilizado. Es evidente, además, que no puede reemplazarse una cantidad excesiva de óxido cuproso, sin pérdida de las propiedades antiincrustantes.

3. El arseniato de plomo, en esta serie experimental, y con un vehículo de las características del utilizado (relación colofonia/plastificante 5/1), es el tóxico de refuerzo que mejores resultados proporciona. Las pinturas con 10 y con 7 por ciento de esta sustancia tienen, luego de 20 meses de ensayo en balsa, fijación 1.

4. El arseniato mercurioso es el que le sigue en eficacia; una de las muestras (7 por ciento) presenta fijación 1 luego de 15 meses de inmersión.

5. El arseniato de cinc permite la obtención de muestras con las cuáles se satisface la exigencia mínima de 12 meses de protección, ya que en ese período no presentan fijación significativa. El arseniato de calcio, por su alta solubilidad, se agota rápidamente; sólo tres de las muestras tienen acción tóxica durante un año, pero se incrustan rápidamente luego de cumplido dicho lapso.

---

## BIBLIOGRAFIA

---

1. Bastida, R. O.- Las incrustaciones biológicas en el puer-

- to de Mar del Plata. Rev. Mus. Arg. C. Nat. B. Rivad., tomo III, Hidrobiología, nº 2, 203, 1971.
2. Bastida, R.O., Caprari, J. J. y Rascio, V.- Las incrustaciones biológicas y su control por medio de pinturas. Anales IV Congreso Lat. Zoología, Caracas, 1969.
  3. Wisely, B.- Nature, 193, 543, 1962, y 203, 1132, 1964.
  4. Rascio, V. y Caprari, J. J.- Contribución al estudio del comportamiento de las pinturas antiincrustantes; influencia del tipo de tóxico y de su solubilidad del vehículo. LEMIT, serie II, nº 128, 1968.
  5. Rascio, V. y Caprari, J. J.- Contribución al estudio del comportamiento de las pinturas antiincrustantes. II. Influencia del contenido de tóxico. LEMIT, serie II, nº , 1969.
  6. van der Kern, G.- New developments in organolead chemistry. Ind. Eng. Chem., 58, 10, 29-35, 1966.
  7. Pearce, W. L. y Norton, L. B.- A phase rule study of the calcium arsenates. J. Am. Chem. Soc., 58, 1104-1108, 1936.
  8. Pearce, W. L. y Arens, W.- Further phase rule studies of the calcium arsenates. J. Am. Chem. Soc., 59, 1258, 1937.
  9. Frear, D. E.- Chemistry of insecticides, fungicides and herbicides. Van Nostrand Co., 2nd. ed., London, 1948.
  10. De Ong, E. R.- Chemistry and uses of insecticides. Reinhold Publ. Co, 1st. ed., New York, 1948.
  11. Sidwick, N. V.- Los elementos químicos y sus compuestos, tomo I, 278. Aguilar Ed., 1968.
  12. Noyes, A. A.- Z. physikal Chem., 36, 63, 1901.
  13. Bastida, R. O., Adabbò, H. E. y Rascio, V.- Contribución al estudio del comportamiento de las pinturas antiincrustantes. IX. Estudio sobre micropaneles con diferentes concentraciones de tóxico. LEMIT-ANALES, 3-1976, 1/39.
  14. Vetere, V.- Informe interno del CIDEPINT, inédito, 1976.
  15. Hoare, L.- Handbook of medical protozoology.
  16. Torgerson, D. C.- Mode of action and relation of chemical structure to activity of paint fungicides. J. Paint Technol., 38, 498, 368/370, 1966.

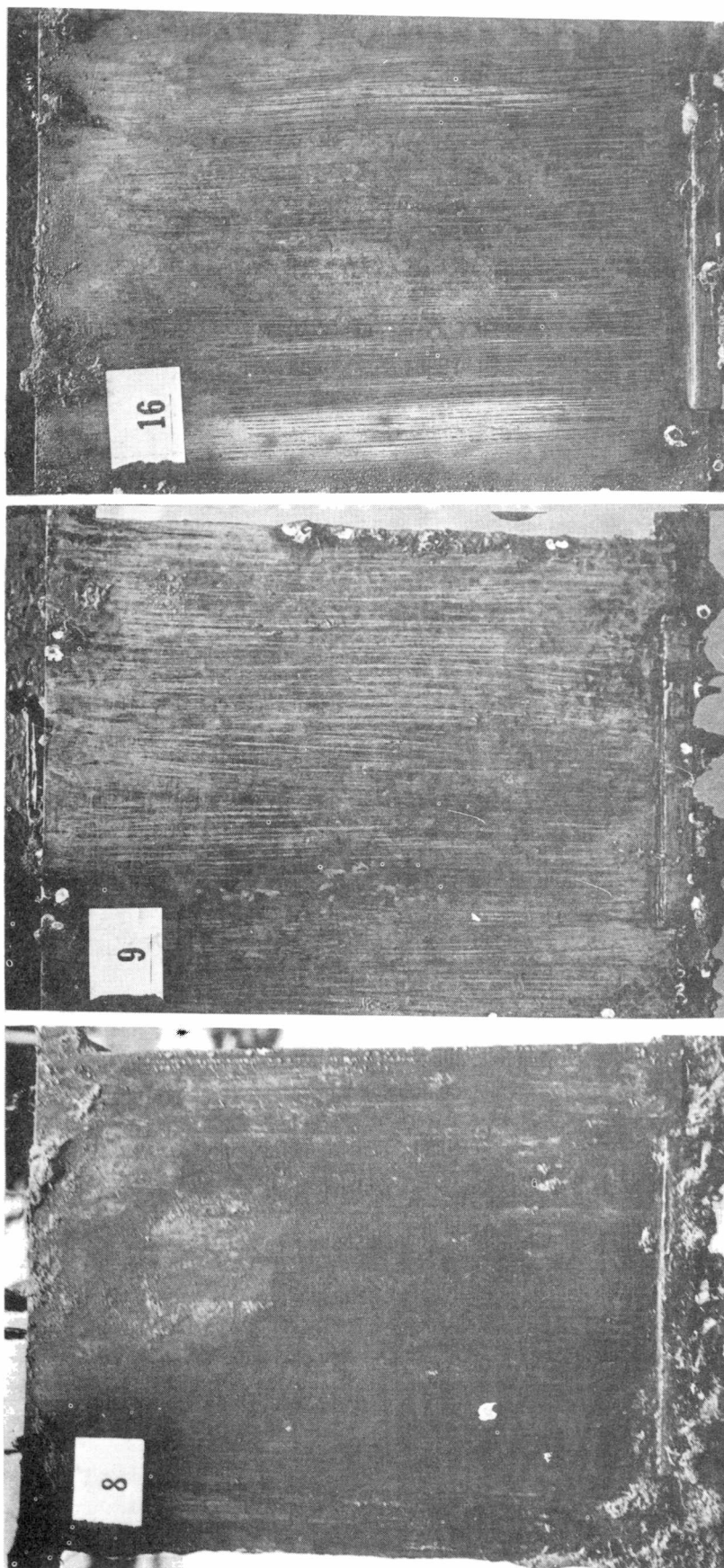


Fig. 2.- Muestras con arseniados de calcio (8), de cinc (9) y de plomo (16), 12 meses de inmersión  
concentración 13 por ciento (fijación 1 en todos los casos)

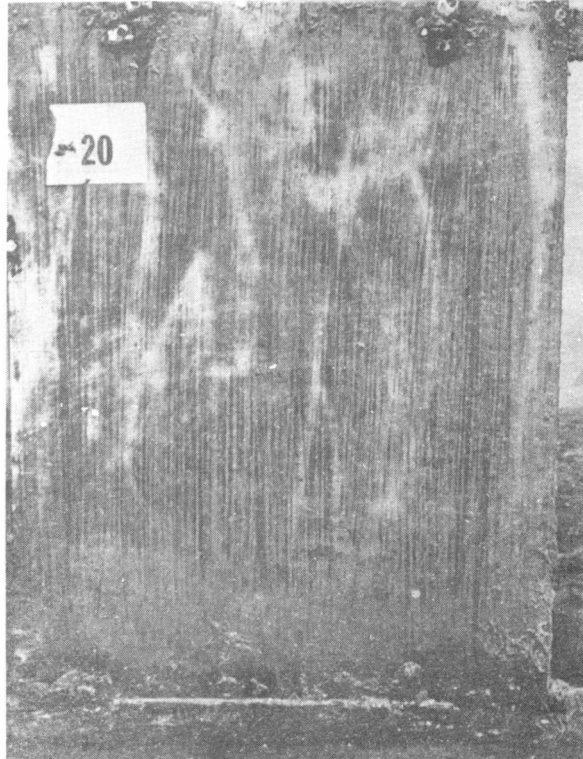
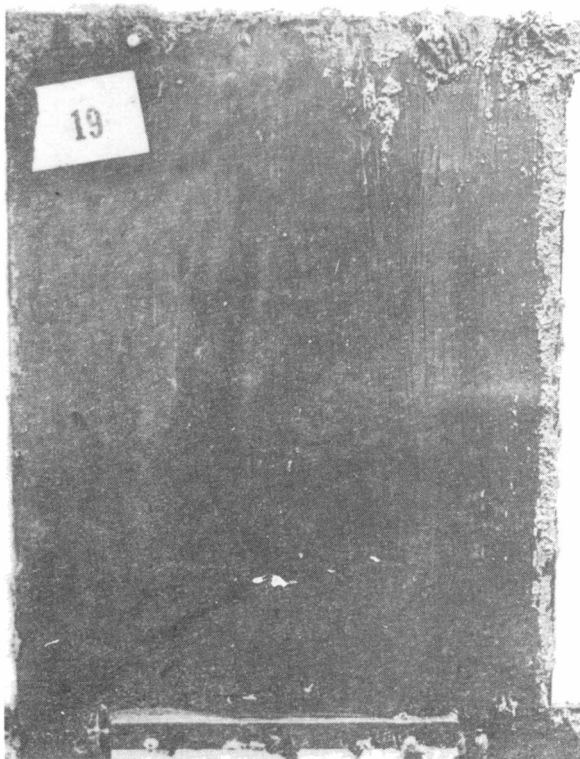
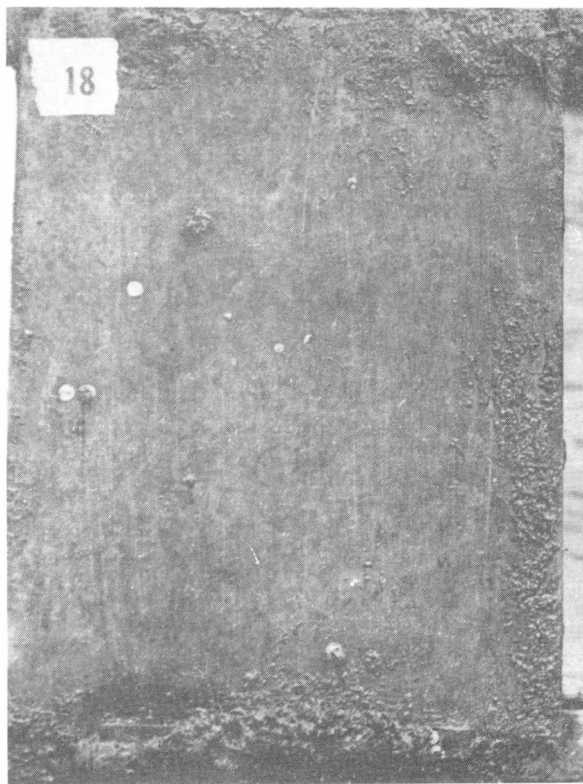
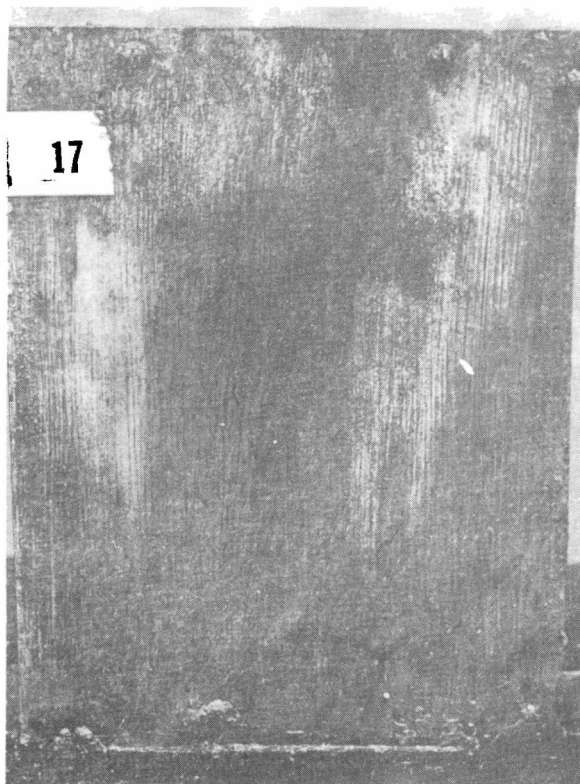
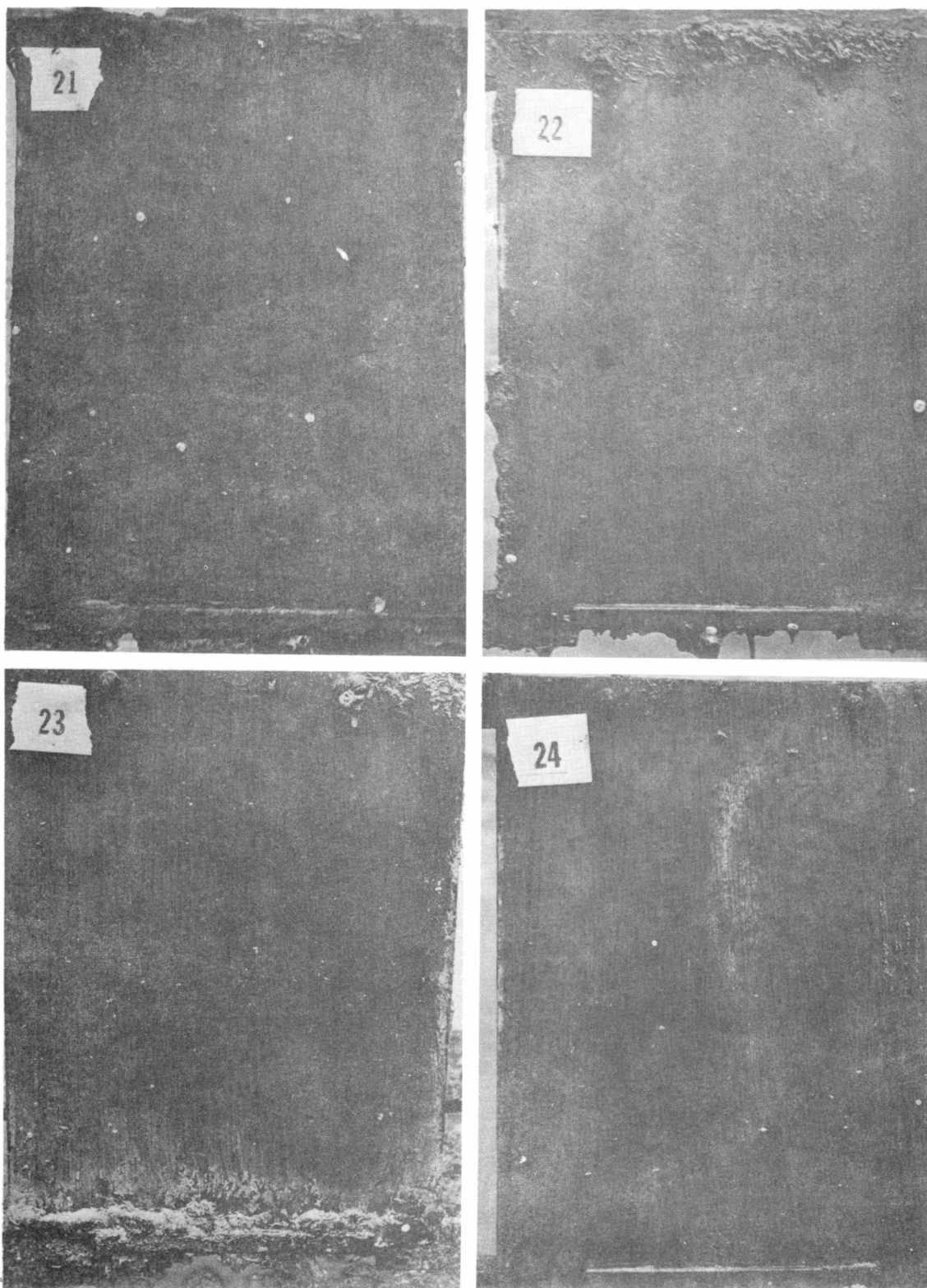
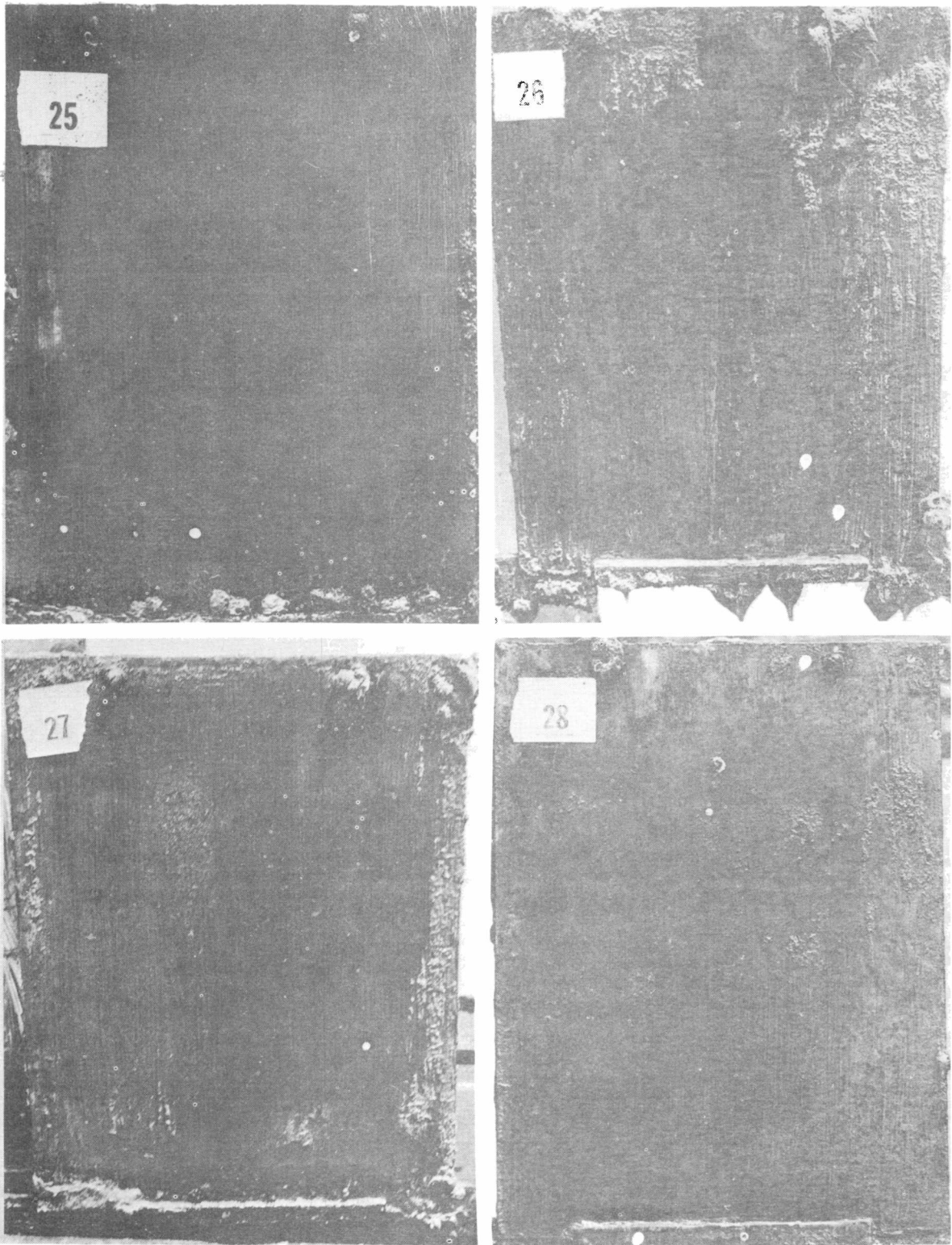


Fig. 3.- Muestras con arseniatos de Hg (17), Ca (18), Zn (19) y Pb (20) 12 meses de inmersión, concentración 10 por ciento (fijación 0-1, 1, 1 y 0-1, respectivamente)



**Fig. 4.-** Muestras con arseniados de Hg (21), Ca (22), Zn (23) y Pb (24), 12 meses de inmersión, concentración 7 por ciento (fijación 0-1, 0-1, 1 y 0-1, respectivamente



**Fig. 5.-** Muestras con arseniados de Hg (25), Ca (26), Zn (27) y Pb (28), 12 meses de inmersión, concentración 4 por ciento (fijación 0-1, 1-2, 1 y 1, respectivamente)

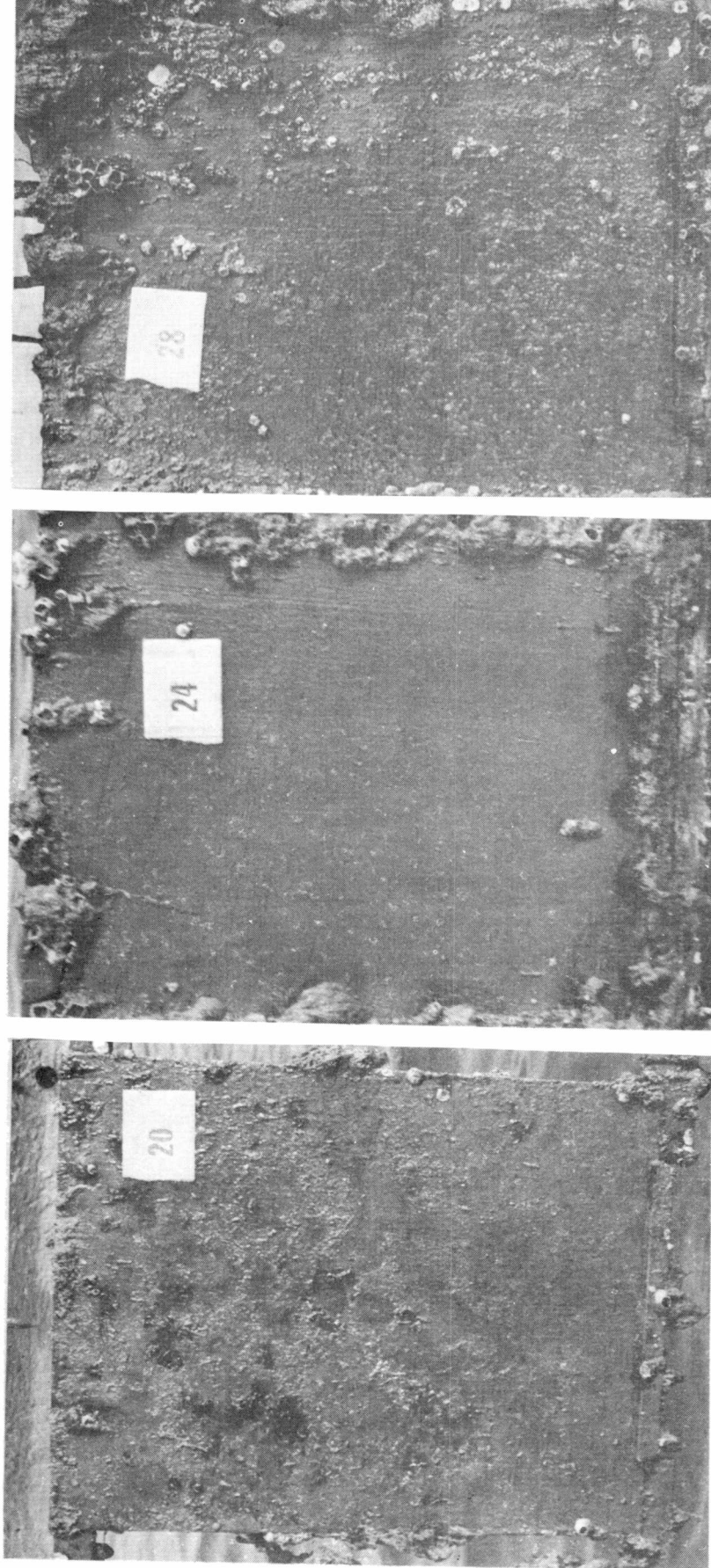


Fig. 6.- Muestras con arseniato de plomo, concentración 10, 7 y 4 por ciento, 20 meses de inmersión (fijación 1, 1 y 2, respectivamente)