

# PRESENCIA DE CADMIO EN LOS PLASTICOS COLOREADOS Y SU MIGRACION A LAS SOLUCIONES SIMULANTES

C. Macías, M. Mora, C.A. García y M. Fontaine

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos, Ciudad de La Habana, Cuba

Recibido: 2 de septiembre de 1988

Recibido: 22 de marzo de 1989

**ABSTRACT.** Red, orange, and yellow colours in plastic materials are mostly obtained by using cadmium sulphide or selenide pigments. Considering that cadmium is a very toxic element, special attention must be paid, to eventual hazard for human health due to the possible release from coloured packaging into foods. In this paper, pigment for the manufacture of packaging, commodities and toys are analyzed, and the migration of cadmium from coloured plastic into simulants is studied. The determinations of cadmium were made by atomic absorption spectrophotometry. Fifty per cent of yellow, orange and red colours are cadmium-containing pigment; the extent of migration depends both on the initial concentration in the plastic and the type of food or simulant. The largest migration was observed in the acid simulant, reaching values of 0,01 ppm in polyethylene and 0,68 ppm in plasticized polyvinylchloride.

**RESUMEN.** Los sulfuros y selenuros de cadmio son pigmentos amarillos, naranjas y rojos muy usados para colorear materiales plásticos. Por ser el cadmio un elemento muy tóxico, se le dedica especial atención por el riesgo que implica su presencia en los alimentos para la salud humana, debido a su posible migración desde los envases coloreados. En el presente trabajo se analizaron los pigmentos que se emplean en la producción de para envases, artículos domésticos y juguetes y se llevó a cabo un estudio de la posible migración del cadmio presente en los plásticos coloreados con pigmentos de este tipo. La determinación del cadmio se realizó por espectrofotometría de absorción atómica. Se encontró que un 50 % de los pigmentos amarillos, naranjas y rojos eran de base cadmio y que las cantidades que migraban dependían de su concentración inicial en el plástico y del tipo de solución simulante, obteniéndose la mayor migración en el caso de la solución de carácter simulante ácido en la cual alcanzó valores en el polietileno y en el policloruro de vinilo flexible de 0,01 y 0,68 ppm respectivamente.

## INTRODUCCION

El uso de pigmentos en la confección de artículos plásticos tiene principalmente una finalidad estética y en el caso de envases de alimentos puede servir también para evitar la acción de la luz y de otras radiaciones sobre el producto envasado que pudieran modificar su calidad al alterar sustancias sensibles como, las vitaminas.

Los pigmentos, a diferencia del resto de los aditivos añadidos a los plásticos, son insolubles, lo cual dificulta su migración.

En las legislaciones de algunos países,<sup>1,2</sup> se exige la no migración de los pigmentos (por apreciación visual). Esta regulación global resulta insuficiente ya que excluye una contaminación por elementos tóxicos. Tal es el caso de los sulfuros y selenuros de cadmio, pigmentos de gran uso para colorear plásticos de la gama de colores amarillo a rojo.

Los compuestos de cadmio en general, son tóxicos, bioacumulables y han sido clasificados<sup>3</sup> como cancerígeno; por ello se les debe dedicar especial atención y controlar su empleo y las cantidades en que pueda migrar a los alimentos y a otros medios.

En el presente trabajo se investigaron todos los pigmentos que se emplean en Cuba en la confección de artículos plásticos: de uso doméstico y juguetes para determinar cuáles eran de base cadmio así como, el posible riesgo para la salud debido a migración de éste desde el envase al alimento o por el contacto directo de los juguetes con la boca o la piel de los niños.

## MATERIALES Y METODOS

Se muestrearon 22 pigmentos en la gama de amarillo a rojo. Estos pigmentos se usan indistintamente en fábricas para colorear artículos domésticos, juguetes, materiales escolares plásticos, etcétera. Adicionalmente, se muestrearon 5 pigmentos verdes y 1

pardo por la posibilidad de que estuviesen elaborados con mezclas que incluyeran pigmentos amarillos de base cadmio.

Se analizaron también artículos domésticos (vasos, platos, cubos, juguetes de cuna y muñecas coloreados con dichos pigmentos).

La determinación de cadmio en los pigmentos y en los artículos se realizó previa mineralización de la muestra por vía húmeda, por espectrofotometría de absorción atómica según el método de la AOAC.<sup>4</sup>

Para el estudio de la migración del Cd se prepararon láminas de (5 X 5) cm con los propios artículos o se conectaron en las fábricas directamente con la materia prima. Se pusieron en contacto 200 cm<sup>2</sup> de material plástico (4 láminas) con 200 mL de soluciones simulantes de alimentos: agua bidestilada, ácido acético al 3 %, etanol al 50 %, heptano e isooctano durante 2 d a 45 °C. Transcurrido este tiempo se evaporó la solución simulante a sequedad, el residuo se disolvió en 5 mL de HCl 2 mol/L y se realizó su análisis cuantitativo por espectrofotometría de absorción atómica.<sup>4</sup>

Para conocer la relación entre la concentración de cadmio en el plástico y los niveles de migración de este metal hacia el medio en cuestión, se utilizó la prueba de correlación lineal incluyendo un análisis de varianza de clasificación simple.

Los métodos fueron evaluados estadísticamente, llevándose a cabo pruebas de precisión y exactitud, donde se obtuvieron resultados satisfactorios dados por un coeficiente de variación menor del 10 % y recobrados mayores de 90 % respectivamente. El límite de detección fue de 0,001 ppm.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I se presentan los resultados del análisis de los pigmentos con respecto al contenido de cadmio.

El 50 % de los pigmentos amarillos, naranjas y rojos resultaron pigmentos de sulfuro de cadmio o mezcla de éste con otras

sales. Ninguno de los pigmentos verdes ni el pardo resultaron de base cadmio.

**TABLA I**  
**Presencia de cadmio en los pigmentos**

Pigmento	Marca	Color	Si	No
Sicotherm yellow K-1601	Basf/RFA	amarillo	x	-
Amarillo Hostasol 36	Hoechst/RFA	amarillo	-	x
Cadmio rot FBA 24	Siegle/RFA	amarillo	x	-
Polimon RS	ICI/Inglaterra	amarillo	-	x
Maxithen SB 2145-20	-/Austria	amarillo	x	-
Amarillo Polycol	Chori/Japón	amarillo	x	-
Sicotherm naranja 450	Basf/RFA	amarillo	x	-
Sicotherm sulfate 450	Basf/RFA	amarillo	-	x
Arcolor amarillo	-/Argentina	amarillo	x	-
Sicoversal amarillo 13-0105	Basf/RFA	amarillo	x	-
Paliogen yellow 1-1560	Basf/RFA	amarillo	-	x
Sicoplast orange T-5603	Basf/RFA	naranja	-	x
Sicoversal naranja 2801-05	Basf/RFA	naranja	x	-
Sicotherm K-3007	Basf/RFA	naranja	x	-
Rojo soluble a la grasa 5B	Hoechst/RFA	rojo	-	x
Rojo cromofotal 8	Ciba Geigy/Suiza	rojo	-	x
Cadmiumrot 125	Siegle/RFA	rojo	x	-
Sicoversal rojo 2997-05	Basf/RFA	rojo	-	x
Maxithen SB 43515	-/Austria	rojo	x	-
Maxithen HP 42847	-/Austria	rojo	-	x
Sicoversal rojo 3910-05	Basf/RFA	rojo	-	x
Arcolor rojo	-/Argentina	rojo	-	x
Rosamine verde	-/Polonia	verde	-	x
Cromofotal GF	Ciba Geigy/Suiza	verde	-	x
Sicoversal verde 87-3005	Basf/RFA	verde	-	x
Maxithen SB-64195	-/Austria	verde	-	x
Monastral Green GN	-/Inglaterra	verde	-	x
Sicoversal pardo 27/9505	Basf/RFA	pardo	-	x

La migración se realizó de forma exploratoria con todas las soluciones simulantes en muestras seleccionadas (Tabla II). En los simulantes grasos heptano e isooctano no se detectó migración. En agua y etanol al 50 % en el único caso que se detectó migración los valores obtenidos son mucho menores que los correspondientes a

la solución de ácido acético al 3 %. La mayor migración en el simulante ácido se explica por la conocida solubilidad del cadmio en medio ácido y está de acuerdo con los resultados obtenidos por Woggon y col.,<sup>5</sup> en un estudio similar.

**TABLA II**  
**Migración de cadmio de los materiales plásticos a las soluciones simulantes**

Tipo de plástico	Contenido de cadmio en el plástico (%)	Migración (ppm) soluciones simulantes				
		H <sub>2</sub> O	ácido acético 3 %	etanol 50 %	Heptano	Isooctano
Polietileno amarillo	0,48	0,06	0,36	0,07	-	-
Polietileno amarillo	0,11	-	0,01	0,007	-	-
Poliestireno amarillo	0,04	-	0,001	-	-	-
Poliestireno rojo	0,11	-	0,001	-	-	-
Polipropileno naranja	0,58	-	0,006	-	-	-
Polipropileno naranja	0,38	-	0,003	-	-	-

- no fue detectable

En la Tabla III se observa que la migración aumenta con la concentración de cadmio en el plástico, con el tiempo de contacto y con la temperatura. Sin embargo, estos aumentos son pequeños, migrando a los 2 d a 45 °C sólo el 0,11 % del cadmio que originalmente se encontraba en la placa.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores y con el objetivo de investigar las posibilidades máximas de migración, se llevó a cabo este proceso durante 2 d a 45 °C en ácido acético al 3 %.

En la Tabla IV se presentan los resultados de la determinación de cadmio en las muestras de polietileno y su migración.

**TABLA III**

**Efectos del tiempo y de la temperatura y de la concentración de cadmio en el plástico sobre la migración**

Tiempo (h)	Temperatura											
	10 °C				30 °C				45 °C			
	A		B		A		B		A		B	
( $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ )	ppm	( $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ )	ppm	( $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ )	ppm	( $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ )	ppm	( $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ )	ppm	( $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ )	ppm	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,001
8	-	-	-	-	0,215	0,002	-	-	-	-	0,248	0,002
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,289	0,003
24	-	-	-	-	-	-	-	-	0,278	0,003	0,289	0,003
48	-	-	-	-	0,194	0,002	-	-	0,298	0,003	0,720	0,007
240	0,150	0,001	0,182	0,002	0,224	0,02	-	-	-	-	1,410	0,010

A láminas de polipropileno con 0,38 % de cadmio; B láminas de polopropileno con 0,58 % de cadmio

**TABLA IV**

**Migración de cadmio de muestras de polietileno en ácido acético**

Pigmento	Cadmio		Migración	
	en el plástico	en las láminas (%)	( $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ )	(ppm)
Sicoversal amarillo 13-0105	0,80	0,13	0,970	0,010
Sicoversal naranja 2801-05	0,58	0,13	0,720	0,006
Sicoversal naranja 2801-05	0,38	0,09	0,298	0,003
Sicotherm yellow K-1601	0,11	0,04	1,040	0,010
Sicotherm K-3007	0,09	0,01	0,086	0,001
Sicoversal naranja 2801-05 + Sicotherm K-3007	0,05	0,006	0,138	0,001
Sicotherm yellow K-1601	0,05	0,005	0,241	0,002
Sicotherm K-3007	0,02	0,002	0,144	0,001

Para concentraciones de cadmio en el plástico entre 0,09 y 0,80 % la migración osciló en un rango de 0,001 a 0,01 ppm. Como no todas las muestras tenían el mismo espesor, se hizo el cálculo, considerando el peso de las cuatro placas que constituyen cada muestra, del contenido de cadmio en las láminas, con el fin de hacer comparables los resultados. Al relacionar el contenido de cadmio en ellas con la cantidad migrada se encontró que hay una correla-

ción lineal significativa, aunque el coeficiente fue moderadamente bajo ( $\alpha = 0,05$  y  $r = 0,667$ ).

En las Tablas V y VI se observan los resultados del análisis del contenido de cadmio en poliestireno y policloruro de vinilo (PVC) y de su migración.

**TABLA V**

**Migración de cadmio de las muestras de poliestireno en ácido acético**

Pigmento	Cadmio		Migración	
	en el plástico	en las láminas	( $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ )	(ppm)
Sicoversal naranja 2801-05	0,46	0,13	0,320	0,030
Sicoversal naranja 2801-05	0,30	0,18	0,0275	0,003
Maxitherm SB 2145-20	0,04	-	0,125	0,001
Sicoversal rojo 2997-05	0,01	-	0,125	0,001

**TABLA VI**

**Migración de cadmio de las muestras de policloruro de vinilo flexible en ácido acético**

Pigmento	Cadmio		Migración	
	en el plástico	en las láminas	( $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ )	(ppm)
Sicotherm K-3007	0,19	0,08	2,64	0,03
Cadmium rot FBA 24 + Sicotherm K-3007	0,12	0,06	67,79	0,60
Sicotherm yellow K-1601	0,11	0,02	2,84	0,03
Sicotherm K-3007	0,03	0,02	54,18	0,54
Sicotherm K-3007	0,02	0,008	5,65	0,06

La migración en el poliestireno fue de menor orden que en el polietileno. Los mayores valores se encontraron en el policloruro de viniloflexible. Los resultados encontrados en PVC flexible (material que se utilizó para la confección de juguetes) se pueden aplicar a estos artículos, ya que las condiciones experimentales usadas (tiempo, temperatura y solución simulante) son más severas que las correspondientes al contacto con la boca o la piel de un niño. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que la población sujeta a riesgo está formada por niños de corta edad.

En la literatura se encuentran pocos trabajos sobre la migración del cadmio de los plásticos hacia los alimentos. Preda y col.<sup>6</sup> hallaron que la migración de ese metal en el caso de plásticos que contenían hasta 1 % de pigmento, alcanzaba un máximo de 0,46 ppm en ácido acético al 3 %. Woggon y col.<sup>5</sup> encontraron en polietileno valores de migración de 0,02 a 0,2 ppm en ácido acético 5 %, mientras que Hoppe y Romminger<sup>7</sup> hallaron también en polietileno empleando ácido acético 3 %, valores en el rango de 0,025 a 0,128 ppm que alcanza 0,47 ppm cuando el experimento se realizaba bajo la influencia de la luz. Estos valores son semejantes a los encontrados en alimentos por contaminación del medio.<sup>5,9</sup>

El Comité de Expertos FAO/OMS<sup>10</sup> ha fijado una ingesta semanal provisional tolerable para el cadmio de 0,0067 a 0,0083 mg/kg de peso corporal; asumiendo que el hombre tiene un peso corporal promedio de 60 kg, la ingesta diaria de cadmio no debe ser mayor de 0,071 mg.

En algunos países se ha establecido 0,5 ppm como límite máximo de migración para plásticos coloreados, valor similar al que se ha fijado para artículos de cerámica.<sup>7</sup> Considerando que en un día se consumen 500 g de alimentos envasados en plásticos coloreados<sup>7</sup> y el límite de migración citado, estos alimentos aportarían diariamente una cantidad de cadmio mayor que 0,071 mg.

En base a los resultados del presente trabajo y asumiendo que una persona consuma diariamente 3 vasos de jugo de naranja (aproximadamente 500 mL almacenado durante 1 d en artículos plásticos coloreados, la posible migración del cadmio sería de 0,0005 a 0,005 mg la cual resulta inferior a la ingesta diaria permisible lo que permite inferir que no hay riesgo para la salud por esta vía. Sin embargo, al hacer estas consideraciones se debe tener en cuenta que estas cantidades relativamente pequeñas se van a sumar a la carga total de cadmio que aportan los alimentos que se ha calculado que es de 50 a 55  $\mu\text{g/d}$ .

Mundialmente existe la tendencia a disminuir o eliminar el uso de los pigmentos de cadmio en este campo,<sup>7-12</sup> inclusive existen países como Suecia donde se prohíbe su uso y la importación de artículos plásticos destinados a estar en contacto con alimentos que contengan pigmentos de cadmio.<sup>13</sup>

## CONCLUSIONES

Se encontró que el 50 % de los pigmentos amarillos, naranjas y rojos que se utilizan en la industria cubana para colorear plásticos son de base cadmio.

La migración del cadmio presente en estos plásticos depende de su concentración en ellos, del tipo de solución simulante, del tiempo de contacto y de la temperatura.

La mayor migración que tuvo lugar en el simulante ácido presentó valores en orden creciente para poliestireno, polietileno y policloruro de vinilo flexible.

Como el uso de plásticos coloreados para artículos en contacto con alimentos no está tan extendido en Cuba, la ingesta diaria posible de cadmio por esta vía, debe ser menor que la permisible. No obstante, por ser el cadmio bioacumulable y existen otras vías de entrada al organismo humano, es recomendable disminuir o eliminar el uso de los pigmentos de cadmio para artículos plásticos destinados a contener alimentos o en juguetes que puedan estar en contacto directo con los niños.

## BIBLIOGRAFIA

1. Regulación sobre plásticos para artículos domésticos. No. 2, 20, 7, 1967. Ministerio de Salud Pública de la RDA.
2. Oficina General de Sanidad de la RFA. Materiales colorantes para plásticos destinados a la producción de artículos domésticos. Comunicación, 129, 1978.
3. IARC Monographs. On the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man. Cadmium, nickel, some apoxides miscellaneous industrial chemicals and general considerations on volatile anaesthetics. WHO, 2, 1976.
4. AOAC Cadmium. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemistry. Williams Horitz Editor. 13th Ed. Washington, DC, 1980.
5. Woggon H., Köhler U., Uhde W.J. *Dtsch. Lebensmittel Rdsch.*, 164, 243, 1988.
6. Preda N. *Igiene*, 27, 151, 1978.
7. Hoppe H., Romminger K. *Nahrung*, 23, 785, 1979.
8. Cattaneo P. *Ristorazione Collettiva*, 85, 1985.
9. Das Thakur S.P. *Indian Food Package*, July-August 35, 1985.
10. FAO/OMS Contaminantes. Lista de contaminantes y sus dosis máximas en los alimentos, Codex Alimentarius. XVII CACEDI 1ra. Edición. Roma, Italia, 1984.
11. Tsuchiya K. *Toxicology of Cadmium*. Personal Publication, 1984.
12. Anderson E.A., Engqvist A. F. *Sät u. Sven Veterinärtidning* 21, 833, 1977.
13. Legislación Sueca. *Gesundheits- und Umweltsgefährliche Produkte*, 30, 8, 1979.

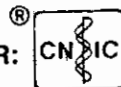
# ZARANDA RECOMBINANTE DE MESA

*Este equipo resulta de gran utilidad en el trabajo de laboratorio clínico, principalmente, en aquellos casos que involucran procesos extractivos que son realizados en tubos de ensayo, erlenmeyers, vasos de precipitado y otros útiles de laboratorio, o que estén dirigidos específicamente, a la extracción de triglicéridos, catecolaminas, lípidos totales a partir de órganos, ácidos grasos, así como de sustancias estimulantes (dopping) contenidas en la orina, etcétera.*

## DATOS TECNICOS

- Voltaje: 110 / 220 V (CA)
- Frecuencia: 60 Hz
- Consumo: 300 W
- Velocidad: 0 a 200 r/min
- Desplazamiento: 30 mm

PRODUCIDO Y EXPORTADO POR:



**Centro Nacional de Investigaciones Científicas**

Avenida 25 y calle 158, Cubanacán, Playa  
Ciudad de La Habana, Cuba

Apartados Postales 6880 y 6990

Teléfono: 21 8066 Télex: 51 1582 CNIC CU