



Luis Martí  
Carlos Salcedo  
Silvia Troilo  
Enrique Rey  
Analía Valdés

## METALES EN PRODUCTOS ELABORADOS CON TOMATE

### LEVELS OF METALS IN TOMATO PRODUCTS

**Originales**

Recepción: 15/08/2000

Aceptación: 12/09/2000

#### **RESUMEN**

Para determinar el tenor de metales como constituyentes normales y contaminantes en productos comerciales de tomate: extractos doble y triple, puré, triturado, pelado y salsa portuguesa, se seleccionaron 47 muestras provenientes de 13 establecimientos industriales de Cuyo (Argentina). Las muestras se secaron en estufa con circulación de aire y se mineralizaron para la preparación de extractos clorhídricos, sobre los cuales se cuantificaron plomo, cadmio, cromo, hierro, cobre y zinc, utilizando un espectro-fotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer.

Con los datos obtenidos se calcularon las características muestrales: media, desviación típica y varianza, para cada elemento, y se determinaron los intervalos de confianza para la media para establecer los valores normales para  $\alpha = 0.05$ . Los resultados, expresados sobre sustancia seca, indican:

- la totalidad de las muestras presentan plomo entre 3,28 y 56,29 mg/kg;
- el 61,7 % tiene cromo entre 1,66 y 5,53 mg/kg;
- en el 78,7 % de las muestras se detectó de 0,13 a 8,82 mg/kg de cadmio;
- los metales constituyentes normales

#### **ABSTRACT**

In order to determine normal and contaminating levels of metallic elements in different commercial tomato products, 47 samples coming from different industries in Cuyo (Argentina) were selected. The products included were double and triple extracts, smashed tomatoes, ground tomatoes, peeled tomatoes and portuguese sauce. Laboratory samples were carefully conditioned, dried by means of air circulating heaters and mineralized via dry process to obtain hydrochloric extracts with a 1:50 final dilution. Lead, cadmium, chromium, copper, iron and zinc contents were measured in the extracts using a Perkin-Elmer atomic absorption spectro-photometer.

Statistical analysis of the analytical results included the most important sample characteristics such as mean value, standard deviation and variance for every tested element. Results show that lead was present in all the tested samples, in levels ranging from 3,28 mg/kg to 56,29 mg/kg. Chromium was present in 61,7 % of the samples, with levels between 1,66 and 5,53 mg/kg. Cadmium was found in 78,7 % of the samples, in levels ranging between 0,13 and

presentan elevado coeficiente de variación, destacándose el hierro de 47,97 a 2 576 mg/kg;

- para el cobre, los valores fueron 8,38 y 115,44 mg/kg;
- y para el zinc, 16,66 y 88,63 mg/kg.

0,82 mg/kg. Results for the tomato normal metallic constituents show a high variation coefficient, standing out the iron content, with minimum values of 47,97 mg/kg and maximum values of 2 576 mg/kg. Extreme values for copper were 8,38 and 115,44 mg/kg while for zinc extreme values were 16,66 and 88,63 mg/kg.

#### Palabras clave

metales • tomate • productos comerciales

#### Key words

metals • tomato • commercial products

## INTRODUCCIÓN

El tomate es uno de los principales cultivos hortícolas de Cuyo y el de mayor industrialización en la Argentina. La creciente demanda de productos agroalimentarios de máxima calidad obliga a establecer en qué medida se trasladan ciertos contaminantes desde el compartimento agronómico a los distintos productos industrializados y si los procesos de elaboración -o los envases utilizados- incrementan los tenores propios de la materia prima. Ensayos realizados recientemente sobre detección de metales en frutos frescos de tomate han mostrado que un elevado porcentaje de las muestras provenientes de distintos períodos agrícolas y sitios de cultivo, contenían tenores de metales pesados contaminantes como plomo y cadmio (9, 10).

El plomo es captado por las plantas a través de sus raíces, hojas y frutos, siendo posteriormente retenido en las membranas celulares, mitocondrios y plástidos. Se ha establecido que aprox. 54 % del plomo encontrado en las plantas proviene de la contaminación aérea y el resto es absorbido por las raíces (14). El cadmio es fácilmente absorbido por las raíces y presenta una gran movilidad dentro de la planta. No obstante, en suelos alcalinos como los cuyanos disminuye notablemente la captación de cadmio y de otros metales por las raíces (7). La elevada toxicidad de estos elementos ha obligado a la FAO y la OMS a establecer límites de tolerancia al aporte diario, fijando menos de 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para cadmio y menos de 0,05  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para plomo. El cromo, necesario para la salud humana como Cr III, es simultáneamente uno de los principales agentes cancerígenos como Cr VI. Al existir una rápida transformación de Cr VI a Cr III en el ambiente, sólo hay riesgo de contaminación en la vecindad de emisiones directas (5).

Debido a la importancia del cultivo de tomate y a las posibilidades de contaminación, se ha determinado el tenor de metales como constituyentes normales y contaminantes en los productos comerciales: extractos doble y triple, puré, triturado, pelado y salsa portuguesa, provenientes de industrias regionales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El listado detalla las muestras recolectadas en distintos centros de expedición de Mendoza: 47 muestras de 13 establecimientos agroindustriales y de distintos productos. En ellas se determinó la humedad en fresco, colocando en crisoles de porcelana tarados 5 g de extracto doble o triple, o bien 10 g de puré de tomate o tomate pelado homogeneizado. Los crisoles se llevaron a estufa de aire de circulación forzada a

65 °C durante aprox. 24 horas hasta lograr la sequedad de las muestras. Posteriormente se pesaron para determinar la humedad en fresco.

La preparación de los extractos ácidos se realizó a partir de las muestras secas contenidas en los crisoles, las cuales se incineraron sobre tela de amianto y luego se colocaron en mufla a 500-550 °C, durante aprox. 4 horas, hasta obtención de cenizas blancas homogéneas.

A continuación se agregó 10 ml de ácido clorhídrico (1+1) p.a. Merck a cada crisol, calentando a ebullición muy suave para lograr la completa disolución de las cenizas. El contenido se transfirió cuantitativamente a matraces de 50 ml realizando varios lavados con agua desmineralizada caliente y completando con la misma hasta volumen. Una vez transcurrido el tiempo necesario para la estabilización del extracto se filtró con papel de poro medio.

Para la determinación cuantitativa de los metales presentes en las muestras se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer. Sobre cada una de las muestras se detectaron contenidos de hierro, cobre, zinc, plomo, cromo y cadmio. Los tenores de los metales valorados expresados en mg/kg se obtuvieron multiplicando las lecturas del espectrofotómetro por las

| Nº | Producto         | Envase     | Procedencia   |
|----|------------------|------------|---------------|
| 1  |                  |            | Mendoza       |
| 2  |                  |            | Mendoza       |
| 3  |                  |            | San Rafael    |
| 4  |                  |            | San Rafael    |
| 5  |                  |            | San Juan      |
| 6  |                  |            | San Juan      |
| 7  |                  |            | Tunuyán       |
| 8  |                  |            | Tunuyán       |
| 9  | Extracto doble   | Lata       | San Juan      |
| 10 |                  |            | San Juan      |
| 11 |                  |            | Mendoza       |
| 12 |                  |            | Mendoza       |
| 13 |                  |            | Mendoza       |
| 14 |                  |            | Mendoza       |
| 15 |                  |            | R. de la Cruz |
| 16 |                  |            | R. de la Cruz |
| 17 |                  |            | Maipú         |
| 18 |                  |            | Maipú         |
| 19 | Puré             | Cartón     | Mendoza       |
| 20 |                  |            | Mendoza       |
| 21 |                  | San Martín |               |
| 22 |                  | San Martín |               |
| 23 |                  | Lata       | Tupungato     |
| 24 |                  | Cartón     | Catamarca     |
| 25 |                  | Lata       | San Juan      |
| 26 |                  | Tunuyán    |               |
| 27 |                  | Tunuyán    |               |
| 28 |                  | San Juan   |               |
| 29 | Cartón           | San Juan   |               |
| 30 |                  | Lavalle    |               |
| 31 |                  | Lavalle    |               |
| 32 |                  | Lavalle    |               |
| 33 |                  |            | Río Negro     |
| 34 | Extracto triple  |            | San Martín    |
| 35 | Extracto triple  |            | San Martín    |
| 36 | Tomate triturado | Vidrio     | San Martín    |
| 37 | Tomate triturado |            | San Martín    |
| 38 | Cubeti           |            | San Juan      |
| 39 | Salsa portuguesa |            | San Juan      |
| 40 | Salsa portuguesa |            | San Juan      |
| 41 | Puré             | Lata       | Mendoza       |
| 42 |                  | Mendoza    |               |
| 43 |                  | Cartón     | Catamarca     |
| 44 | Tomate pelado    | Lata       | San Juan      |
| 45 |                  |            | San Juan      |
| 46 |                  |            | Mendoza       |
| 47 |                  |            | Mendoza       |

diluciones realizadas a las muestras. Para referir los resultados anteriores sobre muestra en seco, éstos se afectaron por el factor humedad correspondiente a cada muestra. Para comparar los resultados con datos obtenidos en un trabajo anterior (9, 10) se calcularon los intervalos de confianza de las medias para un nivel de significancia de 0,95, los que se usaron como prueba de significancia (6).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la tabla se consignan los estadígrafos muestrales de los contenidos de metales ensayados en productos industriales. Los constituyentes normales del tomate se encuentran en valores medios de  $458.10 \pm 155$  mg/kg para el hierro;  $40.16 \pm 6.88$  mg/kg para el cobre y para el zinc,  $33.94 \pm 4.42$  mg/kg. Estos mismos elementos sobre tomate fresco (9, 10) presentan valores medios de  $106.9 \pm 15.56$  mg/kg,  $31.5 \pm 3.34$  mg/kg y  $36.2 \pm 2.81$  mg/kg respectivamente.

| <b>Estadígrafos</b> | <b>Hierro</b> | <b>Cobre</b> | <b>Zinc</b> | <b>Plomo</b> | <b>Cromo</b> | <b>Cadmio</b> |
|---------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
| Media               | 458,10        | 40,16        | 33,94       | 24,57        | 1,92         | 0,67          |
| Máximo              | 2576,02       | 115,44       | 88,63       | 56,29        | 5,53         | 8,82          |
| Mínimo              | 47,97         | 8,38         | 16,66       | 3,28         | 1,66         | 0,13          |
| Desviación típica   | 542,15        | 24,07        | 15,46       | 16,63        | 1,78         | 1,28          |
| Varianza            | 293926        | 579,27       | 238,65      | 185,72       | 3,16         | 1,64          |
| N                   | 47            | 47           | 47          | 47           | 29           | 37            |
| Límite superior     | 613,10        | 47,04        | 38,36       | 28,47        | 2,56         | 1,09          |
| Límite inferior     | 303,10        | 33,27        | 29,52       | 20,67        | 1,27         | 0,26          |

Datos expresados sobre peso seco en mg/kg

- El mismo equipo de trabajo, al comparar datos obtenidos en los productos elaborados y en tomate fresco, expresados ambos sobre sustancia seca, comprobó que el hierro muestra una diferencia importante en los valores medios, que pasan de 106,9 mg/kg en tomate fresco a 458,10 mg/kg en tomate elaborado; es decir, un aumento aprox. de 300 %.
- Para el cobre este aumento es de 31 %: 31,5 mg/kg en tomate fresco a 40,16 mg/kg en tomate elaborado.
- En el caso del zinc no se observan diferencias significativas al comparar los valores medios obtenidos en ambos ensayos: de 36,29 a 33,94 mg/kg.
- En cuanto a los metales pesados: plomo, cadmio y cromo, la totalidad de las muestras ensayadas contiene plomo que varía entre 3,28 y 56,29 mg/kg, con una media de 24,57 mg/kg.
- El 61,7 % de las muestras presenta cromo que varían de 1,66 a 5,53 mg/kg, siendo el valor medio 1,92 mg/kg.
- En el 78,7 % de las muestras se detecta cadmio en contenidos de 0,13 a 8,82 mg/kg, con una media de 0,67 mg/kg. Los valores consignados, en todos los casos, están expresados sobre sustancia seca.

Metales en productos elaborados con tomate

- El tenor medio de plomo en tomate elaborado se duplica con respecto al valor medio obtenido en tomate fresco: 24,57 y 12,7 mg/kg.
- El cadmio está presente en proporciones similares a las detectadas sobre frutos frescos: 0,67 y 0,60 mg/kg.
- No se dispone de datos para el cromo en tomate fresco.

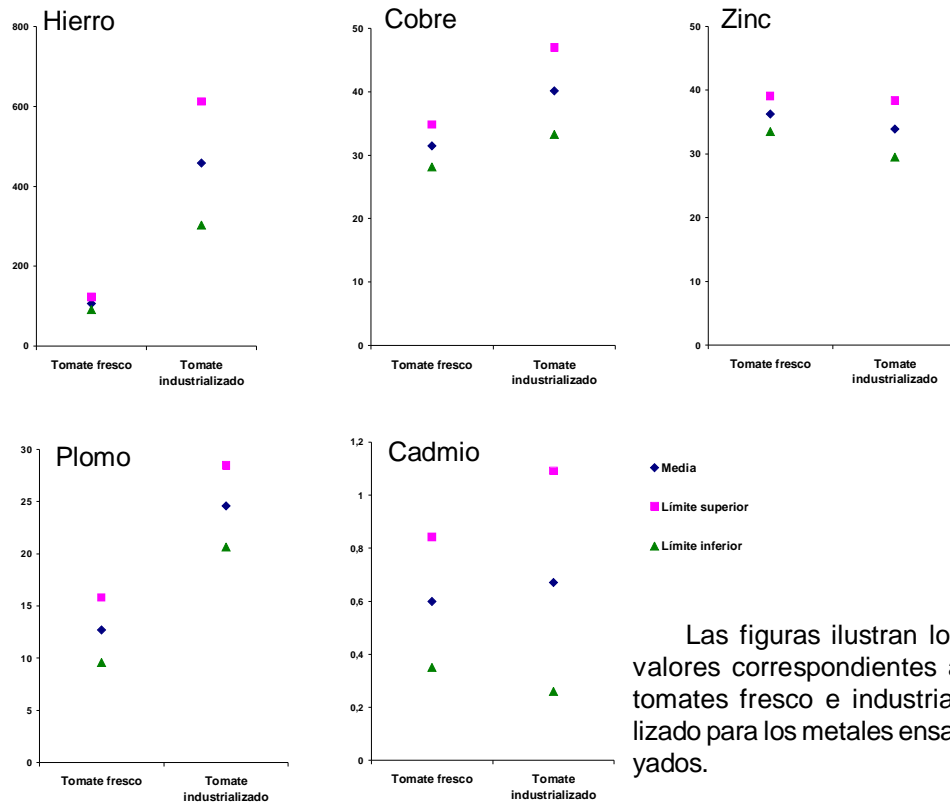
De acuerdo a los valores obtenidos, para los siguientes elementos, se considera:

**Hierro**

Los valores máximos de hierro se encuentran en dos muestras de la misma fábrica y en envase de vidrio, lo cual hace presuponer que existe una contaminación importante durante el proceso industrial en dicho establecimiento. En el resto de los establecimientos también se producen aportes de hierro durante el proceso pero en menor magnitud. No existiría influencia de los distintos tipos de envase ni del producto elaborado.

**Cobre**

Dos de los establecimientos presentan los máximos valores detectados en puré de tomate y en tomate pelado. En lo que respecta a envase se observan los valores más elevados en cartón y en lata. Existe aporte de este metal durante el proceso industrial pero en proporciones inferiores al hierro.



Las figuras ilustran los valores correspondientes a tomates fresco e industrializado para los metales ensayados.

### Zinc

El mismo establecimiento que presenta los mayores valores de hierro, también acusa los máximos en zinc. El envase correspondiente es el de vidrio y el producto, tomate triturado. No existiría prácticamente contaminación con zinc durante el proceso al considerar las muestras en conjunto.

### Plomo

Tres establecimientos presentan similares valores máximos y el tipo de producto o el envase no es determinante de los altos contenidos. El proceso industrial ha incrementado aparentemente los contenidos de plomo ya que son muy superiores a valores medios encontrados en tomate fresco.

### Cromo

Cinco establecimientos presentan los valores más elevados de cromo pero también poseen muestras donde no se detecta este metal, lo cual significaría que el proceso no lo ha aportado y que proviene de la materia prima.

### Cadmio

Se comporta en forma similar al cromo: los establecimientos que tienen los mayores valores también presentan productos sin cadmio, o sea que el proceso industrial no lo ha aportado. El tipo de producto o el envase no influyen en los contenidos de cadmio, siendo la materia prima quien lo aporta.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BARBOLANI, E. et al. 1986. Residual heavy metal Cu and Cd removal by *Iris pseudocorus* Water, air and soil pollution. 28, 277-288.
2. CAMBIER, P. 1994. Contamination of soil by heavy metals and other trace elements. Analisis Magazine, vol. 2, Nº 2, 21-24.
3. COTTENIE, A. et al. 1979. Fractionation and determination of trace elements in plants, soil and sediments. Pure and Appl. Chem. 52: 45-53.
4. DALEMBERG, J. 1990. Contribution of atmospheric deposition to heavy metal concentration in field crops. Netherlands Journal of Agricultural Science 38, 369-379.
5. HARTE, J. 1995. Guía de las sustancias contaminantes. Libro de los tóxicos de la A a la Z. Grijalbo. México.
6. KISCH, Leslie. 1979. Muestreo de encuestas. Trillas. México. 64-69.
7. LAGERWERFF, J. 1971. Uptake of Cd, Pb and Zn by rabish from soil and air. SoilSci. 111: 129-133.
8. \_\_\_\_\_. 1983. Pb, Hg y Cd como contaminantes ambientales In: Micronutrientes en agricultura. Cap 23: 655-693.
9. MARTI, L. et al. 1999. Contenido de elementos metálicos en tomate para industria cultivado en distintos suelos y períodos agrícolas. Cong. Arg. Ambiental 99 - PRODEA 246 - 250.
10. \_\_\_\_\_. 1999. Metales pesados contaminantes en suelos de los oasis irrigados en Mendoza: Contenidos totales de Pb, Cd, Zn y Cu. Cong. Arg. Ambiental 99 - PRODEA: 236-245.
11. O.M.S. 1979. Pb: criterios de salud ambiental. Washington (D.C.) Publicación Científica Nº 18. de acuerdo a los valores obtenidos.
12. PESSAROSSA, B. et al. 1993. Effect of repeated phosphate fertilization on the heavy metal accumulation in soil and plants under protected cultivation. Common Soil Sci. Plant Anal. 24 17&18, 2307-2319.
13. TCHOBANOUGLOUS, G. 1994. Gestión integral de residuos tóxicos. Origen, tipo y propiedades de los residuos peligrosos.
14. TER HAAR, G. et al. 1969. The lead uptake by perennial rygrass and radishes from air, water and soil environ . Res 2: 267-271.