

2019

Informe de resultados del estudio prospectivo para la determinación de cadmio en chocolate, cacao y alimentos infantiles a base de cereales (EP 09 19 Cd)



MINISTERIO
DE CONSUMO



agencia
española de
seguridad
alimentaria y
nutrición

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. El cadmio en el cacao.	3
1.2. El cadmio en los cereales para alimentos infantiles.	6
2. RESUMEN	9
3. MUESTRAS ANALIZADAS.....	10
3.1. Modelo de colaboración de las CCAA.....	10
3.2. Distribución final de las muestras.....	12
4. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	13
5. RESULTADOS	13
5.1. Muestras aportadas por las CC.AA.....	13
5.2. Resultados por Comunidad Autónoma y grupo de producto.....	20
6. CONCLUSIONES	24
7. ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	26
8. REFERENCIAS.....	27
9. ANEXO I: RESULTADOS ANALÍTICOS.....	28

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe recoge el estudio de los datos de análisis obtenidos durante la toma de muestras y determinación de la presencia de Cadmio en chocolate, cacao y alimentos infantiles a base de cereales.

El cadmio (Cd) es un metal pesado que se encuentra en el medioambiente de forma natural asociado a minerales de cinc, cobre o plomo, por lo que es un subproducto inevitable en las actividades mineras relacionadas con estos metales. Tiene muchas aplicaciones industriales por lo que su liberación al medio ambiente se ve incrementada



por la acción del hombre (quema de combustibles fósiles, metalurgia, incineración de basuras) y por el uso de fertilizantes a base de fosfatos y de lodos residuales. La Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer ([IARC](#)) ⁽¹⁾ ha clasificado el cadmio como un agente de la categoría 1 (cancerígeno para los humanos) por existir suficiente evidencia científica que lo avala.

Fig.1. Cadmio (National Cancer Institute, US)

El principal efecto por exposición prolongada es la disfunción renal, debido a su capacidad de acumulación en el túbulo proximal. También puede provocar desmineralización de los huesos, por acción directa o como resultado del daño renal.

Tras una exposición extrema, el daño tubular puede progresar en la reducción de la filtración glomerular y, consecuentemente, fallo renal. La absorción del cadmio en el aparato digestivo es baja (5-10%); sin embargo, el cadmio se acumula en el organismo, principalmente en el hígado y riñón, estando su vida media estimada en unos 10-30 años en humanos.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) estableció en su [opinión científica del año 2009](#) ⁽²⁾ una ingesta semanal tolerable (TWI) de cadmio de 2,5 µg/Kg de peso corporal, que es la máxima cantidad de cadmio que puede ingerir una persona semanalmente durante toda su vida sin manifestar efectos adversos. Esta TWI fue confirmada por EFSA en el año 2011 en su [“Statement on tolerable weekly intake for cadmium”](#). ⁽³⁾

Entre los grupos de alimentos cuya contribución es mayor a la exposición al cadmio en la dieta, principalmente debido a su elevado consumo, se encuentran los siguientes:

cereales y productos a base de cereales, hortalizas, frutos secos y legumbres, raíces feculentas o patatas y carne y productos cárnicos. Además, las mayores concentraciones de cadmio se detectaron en las algas marinas, el pescado y los mariscos, el chocolate y los alimentos destinados a una alimentación especial (alimentos infantiles y niños de corta edad), así como en las setas, las semillas oleaginosas y las vísceras comestibles (comúnmente conocido como casquería).

La Unión Europea mediante el [Reglamento 1881/2006, de 19 de diciembre de 2006, de la Comisión](#) ⁽⁴⁾ por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios, establece los niveles máximo permitidos para cadmio en distintos productos. Actualmente estos niveles se encuentran en periodo de revisión, tras estimar la Comisión que ha transcurrido el tiempo suficiente para observar un efecto en la aplicación de las medidas de mitigación para la reducción de la presencia de cadmio en alimentos, adaptando los métodos existentes a los cultivos y las zonas geográficas en los que van a aplicarse, así como haberlos dado a conocer y promovido entre los agricultores para conseguir reducciones en los contenidos de cadmio en los alimentos a medio y largo plazo. Esto que dará como resultado una reducción de los límites máximos ya existentes en el Reglamento de contaminantes.

A nivel mundial, el [Codex Alimentarius](#) ⁽⁵⁾ y, concretamente, el Comité de Contaminantes en Alimentos, se encuentra discutiendo tanto los niveles para el cadmio en chocolate con varios porcentajes de contenido en sólidos de cacao, como la modificación de ciertos niveles en otros alimentos, así como la aplicación de un código de buenas prácticas para reducir la presencia en los granos de cacao.

A la vista de lo anterior, se hacía necesario valorar, mediante la realización de un estudio prospectivo, la situación de los niveles de presencia de cadmio en, al menos, dos de los alimentos marcados como grandes responsables de la exposición a este metal y que afectan a segmentos de población considerados como vulnerables, como son los niños.

El objetivo de este estudio es recopilar datos, obteniendo una fotografía actual de la situación del mercado de estos productos en cuanto a sus niveles de cadmio. Estos tendrán una doble utilidad, a nivel nacional servirán como indicador de la presencia de cadmio en los productos analizados indicando si se cumplen o no los límites máximos dispuestos en el Reglamento (CE) Nº 1881/2006 y a nivel Comunitario, los datos se transmitirán a EFSA para ser tenidos en cuenta en futuras discusiones o evaluaciones al respecto.

1.1. El cadmio en el cacao.

De acuerdo con La Organización Internacional del Cacao (ICCO) el mapa del comercio y la producción del cacao en el mundo se muestran en el mapa de la figura. En rojo se pueden identificar los países consumidores de cacao y en rosa los países productores del mismo.

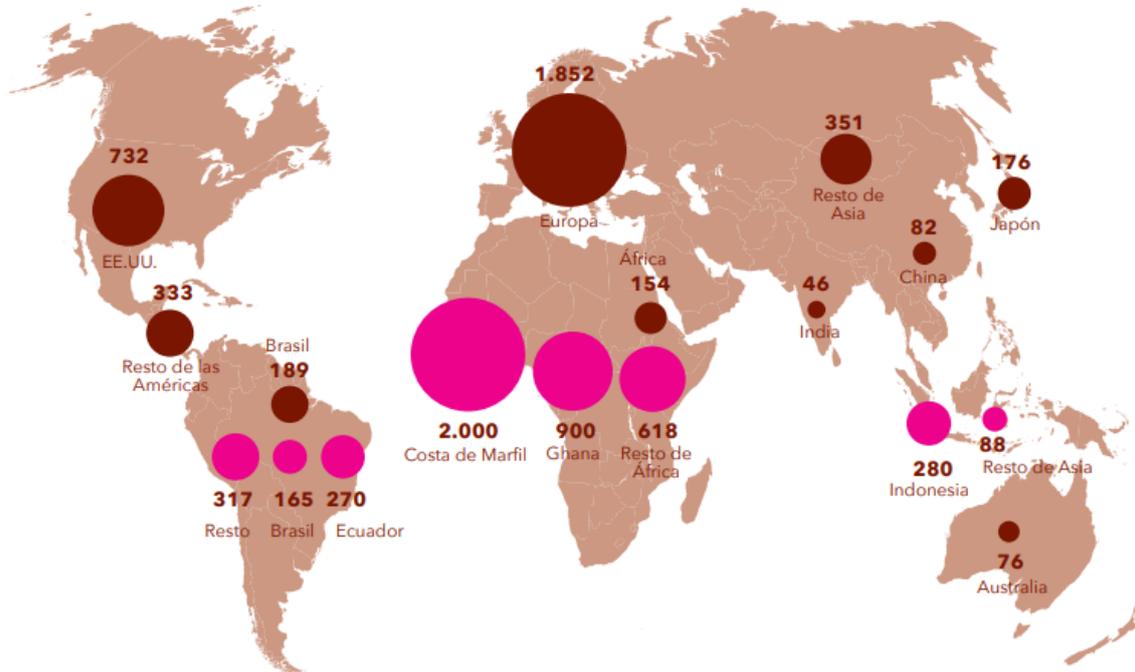


Fig 2. Productores y consumidores de cacao en el mundo en miles de toneladas. Fuente ICCO.

Según la Oficina Europea de Estadística ([Eurostat 2019](#)), la Unión Europea (UE) importó un total de 74.220 Tm de cacao, siendo los mayores proveedores de la Unión: República Dominicana (27.062 Tm), Perú (15.558 Tm), República Democrática del Congo (9.864 Tm), Sierra Leona (7.681 Tm) y Uganda (5.062 Tm).

Según este mismo organismo, los países productores de chocolate en la UE fueron Alemania, Italia, Países Bajos y Francia.

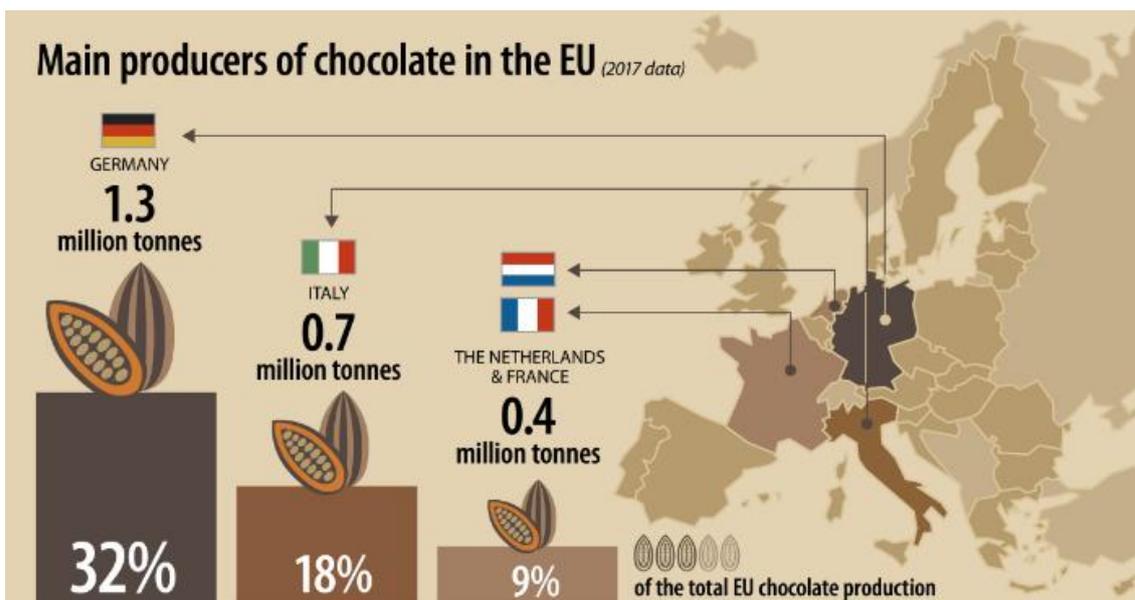


Fig 3. Productores de chocolate en la UE. Fuente Eurostat 2019.

Estas cifras dan una idea de la importancia del comercio y del consumo de estos productos y, por tanto, de la necesidad de establecer un adecuado control, más aún cuando pueden ir dirigidos a un grupo de población vulnerable como son los niños, por la presencia significativa en cuanto a la presencia de contaminantes y en este caso el cadmio.

El peligro de este metal es su elevada persistencia en el medio ambiente. La procedencia del cadmio es diversa, antropogénica y no antropogénica, como erupciones volcánicas, fertilizantes, contaminación ambiental, plaguicidas, abonos, etc., siendo absorbido y bioacumulado por los árboles del cacao (*Theobroma cacao* L).

En los casos anteriores, cuando el suelo es para cultivos de cacao, se pueden traducir en niveles inaceptablemente altos en los granos de cacao que luego con gran probabilidad estarán presentes en los productos finales de chocolate.

De acuerdo con algunos autores que recoge el texto de debate del Codex sobre la prevención de contaminación por cadmio del cacao, estos serían los factores más relevantes que influyen en la presencia de cadmio en las plantas de cacao:

Factores	Efecto en la absorción de cadmio por las plantas
Los factores edáficos incluyen la textura del suelo y la actividad microbiológica de la lista.	
1. pH	La absorción se incrementa cuando disminuye el pH (suelos ácidos)
2. Salinidad del suelo	La absorción se incrementa con la salinidad.
3. Cantidad de cadmio	La absorción se incrementa con la concentración de Cd
4. Micronutrientes	La deficiencia de zinc y manganeso aumentan su absorción
5. Macronutrientes	Pueden incrementar o decrecer la absorción
6. Temperatura	Alta temperatura incrementa la absorción
Factores del cultivo	
7. Especies y cultivares	Verduras>Raíces>Cereales>Frutos Se lee: las verduras absorben más que las raíces, las raíces absorben más que los cereales, y los cereales absorben más que los frutos.
8. Tejido de la planta	Hoja>Grano>Frutos y raíces comestibles
9. Edad de la hoja	Hojas viejas>Hojas jóvenes

Tabla 1. Factores que influyen en la presencia de cadmio en el cacao. Fuente: Codex Alimentarius.

Está claro que la presencia de cadmio en el cacao, y en el chocolate posterior, puede darse en todas las fases de la cadena productiva del mismo. Así pues, existen propuestas

que van desde la elección del tipo de suelo hasta las precauciones en el proceso de fermentado del cacao que luego se destinará para la fabricación de chocolate.

Además, hay que tener en cuenta que los países que cuentan con una mayor actividad volcánica son susceptibles de manera natural de ofrecer al mercado cacao con mayores cantidades de cadmio que los que no cuentan con ella. Así pues, todos los autores coinciden en que los países del cono sur americano productores de cacao cuentan con mayores índices de presencia de metales que los países africanos.

Algunos autores han demostrado que, en el caso del cadmio y como se ha podido ver en otros metales que se acumulan en la planta del cacao, la presencia de éste es mayor cuanto mayor proporción de cacao está presente en el producto de chocolate, por lo que sería de esperar que los chocolates negros tuvieran, como es evidente, mayor presencia de este metal que los que tienen menores porcentajes de cacao (chocolate con leche, etc.).

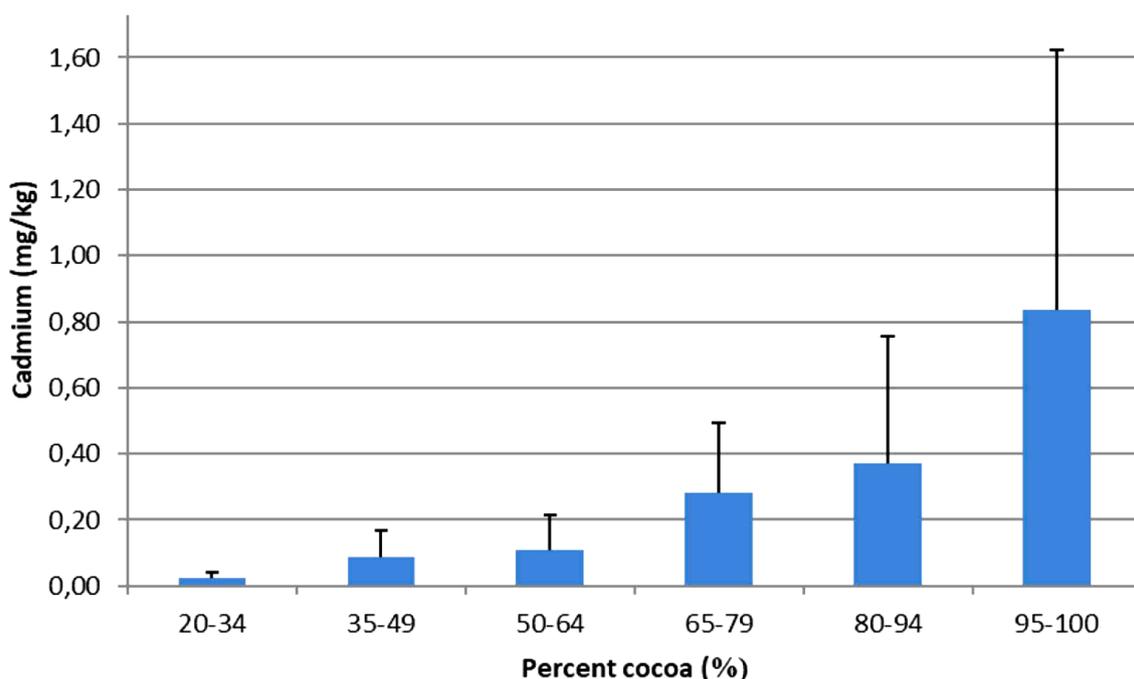


Fig 4. Presencia de cadmio frente a % de cacao en el producto final (6)

1.2. El cadmio en los cereales para alimentos infantiles.

Al igual que ocurría en la planta del cacao, la movilidad del cadmio desde los suelos a las plantas se ve influenciado por varios factores como el pH, materia orgánica presente en el suelo, uso de fertilizantes con presencia de cadmio, así como la contaminación atmosférica o el uso de plaguicidas con cadmio en su formulación.

Algunos autores han estudiado la influencia de la absorción del cadmio en cereales proporcionando interesante información sobre los niveles de acidez del suelo y la movilización del cadmio hacia las raíces y la posterior fijación del mismo en la planta.

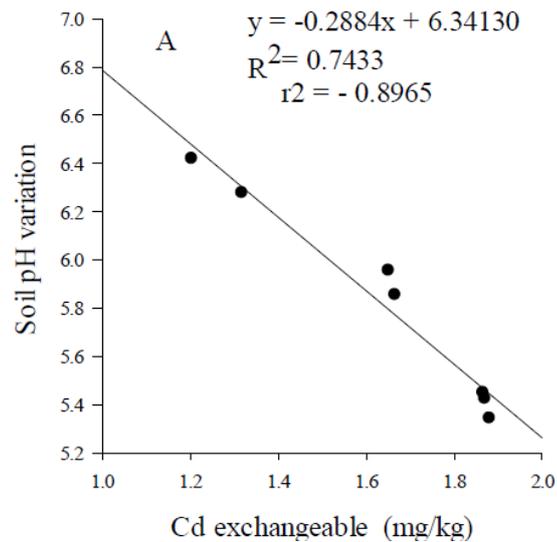


Fig 5. Disponibilidad del cadmio frente al pH suelo de cultivo (7)

Está claro que una de las principales fuentes de cadmio para las plantas, ya sean cereales, tubérculos o cualquier otra especie, es el que se encuentra ya disponible a nivel del sustrato donde crecen los cultivos. La distribución del cadmio es bastante variable y depende del tipo de suelo de cultivo. El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) elaboró en el año 2012 un mapa de la concentración del cadmio en el suelo en la península. Es de suponer que los cultivos que se presenten en las zonas con mayor presencia de este metal tendrán mayores probabilidades de fijar cadmio y que luego aparezca en los alimentos derivados.

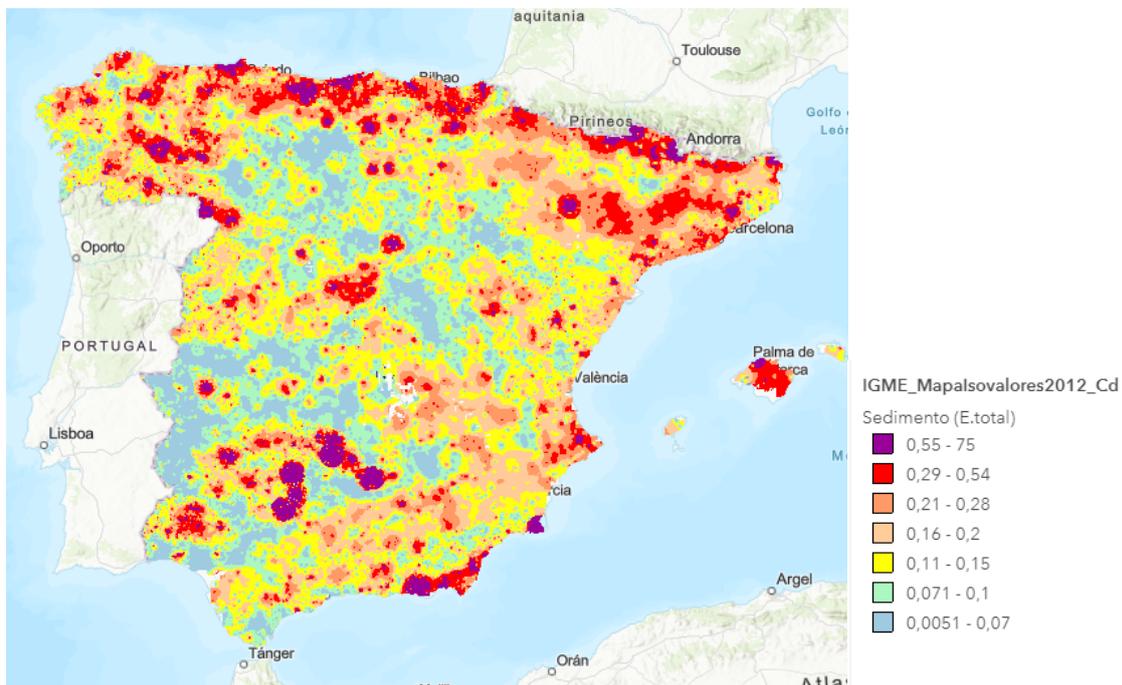


Fig 6. Presencia de cadmio en los sedimentos en España. IGME, 2012.

Como en la mayor parte de los casos es complicado el cambio geográfico de un cultivo, y los procesos de descontaminación del suelo por medio de la retirada de una capa de éste sustituyéndola por otra con más bajos niveles de cadmio resulta difícil de llevar a cabo, los operadores pueden aplicar otro tipo de medias de mitigación a la hora de reducir en la medida de lo posible la fijación del cadmio.

La concentración de metales es aún, si cabe, más importante cuando hablamos de alimentos destinados a niños pequeños, ya que este tipo de comida constituye un elevado porcentaje del alimento que se ingiere en edades tempranas. Es por ello que el Reglamento (CE) Nº 1881/2006 establece unos límites muy estrictos de contenido en cadmio (0,040 mg/kg) en los cereales que van destinados a la fabricación de este tipo de alimentos.

Por todo lo anterior, se consideró necesario plantear un estudio prospectivo que mostrase la presencia de cadmio en los productos de chocolate y alimentos infantiles a base de cereales que se encuentran comercializados en España, reflejando la realidad del mercado, y que pudiera generar datos que sean transmitidos a EFSA. Estos datos podrán ser utilizados en el establecimiento de niveles máximos en una próxima revisión de los mismos, tal y como están realizando en este momento la Comisión y los Estados miembros.

2. RESUMEN

En este estudio prospectivo han participado las Comunidades Autónomas (CCAA) y la Subdirección General de Sanidad Exterior (SANEX) aportando muestras, o aportando y analizando muestras.

Desde la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) se propuso un muestreo **prospectivo**, es decir, no por triplicado. Las conclusiones extraídas y los datos presentados reflejan el estado del mercado en un periodo de tiempo concreto.

Para la elección de los diferentes tipos de chocolate o cacao se han tenido en cuenta los 4 grupos establecidos en el Reglamento (CE) Nº 1881/2006, así como las definiciones, características y denominaciones de venta del Real Decreto 1055/2003⁽⁸⁾, de 1 de agosto por el que se aprueba la Reglamentación técnica-sanitaria sobre los productos de cacao y chocolate destinados a la alimentación humana.

- **Chocolate con leche.** - Se consideran incluidos todos los chocolates con leche, con independencia de su porcentaje de cacao, así como los chocolates denominados con nata o con leche desnatada.
- **Chocolate.** - Se consideran incluidos todos los chocolates sin leche – también conocidos como chocolate negro (copos, fideos, cobertura, con independencia de su porcentaje de cacao).
- **Cacao en polvo o cacao.** - Se consideran incluidos los productos que sean exclusivamente cacao, esto es, sin azúcar, harina, etc. Pueden ser productos destinados a consumo directo o bien que se utilicen como ingrediente para la elaboración de otros productos.
- **Chocolate en polvo para beber,** también denominado, familiar en polvo, cacao azucarado, cacao en polvo azucarado Es el producto consistente en mezcla de cacao en polvo y azúcares.
- **Chocolate a la taza.** - Es el producto obtenido a partir productos de cacao, azúcares y harina o almidón.

Se advirtió a los participantes que, ya que el Reglamento (CE) Nº 1881/2006 establece límites máximos de presencia de cadmio en función de la proporción de la cantidad de sólidos de cacao, todas las muestras deberían ir acompañados de la declaración de pureza en porcentaje del cacao que forma parte del chocolate.

Con el fin de tener mayor seguridad sobre las condiciones de producción exigibles en este estudio, el muestreo se pudo realizar en toda la cadena alimentaria (**industrias elaboradoras y minoristas comercializadores del producto**).

La obtención de la muestra se realizó tomando como referencia el [Reglamento \(CE\) N° 333/2007 de la Comisión de 28 de marzo de 2007](#) ⁽⁹⁾, por el que se establecen los métodos de muestreo y análisis para el control oficial de los niveles de plomo, cadmio, mercurio, estaño inorgánico, 3-MCPD y benzo(a)pireno en los productos alimenticios. En dicho Reglamento se menciona, con carácter general, que la muestra global que reúna todas las muestras elementales tiene que ser como mínimo **1 kg**, no obstante, el tamaño mínimo de la muestra necesario para el estudio fue de **500 g**.

Al laboratorio se enviaron las muestras precintadas, identificándolas correctamente, así como con la fecha y el lugar del muestreo.

Las muestras no sólo se almacenaron y transportaron en recipientes adecuados, sino que además se cumplieron las condiciones de conservación dispuestas en el protocolo de muestreo, es decir, mantenerse en sitio seco y fresco preferentemente entre 14 °C y 18 °C, sin sobrepasar los 24 °C. Además, y teniendo en cuenta el cronograma existente, el producto muestreado no pasó la fecha de caducidad o de consumo preferente cuando se inició su análisis.

Para el análisis de los ejemplares recibidos participaron el [Centro Nacional de alimentación \(CNA-AESAN\)](#), el [Laboratorio de Salud Pública del Principado de Asturias](#), el [Laboratorio de Salud Pública de Galicia](#), [Laboratorio de Salud Pública de Alicante](#) y el [Laboratorio Arbitral Agroalimentario \(LAA-MAPA\)](#).

3. MUESTRAS ANALIZADAS

3.1. Modelo de colaboración de las CCAA.

En la siguiente tabla se disponen las CCAA que han ofertado su participación en el estudio y el modelo en el que lo harán. No se incluyen en esta tabla los organismos como el Centro Nacional de Alimentación (CNA) dependiente de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) y el Laboratorio Arbitral Agroalimentario (LAA) dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Estos organismos realizarán los ensayos de las muestras que no sea posible hacer en las CCAA participantes.

CCAA participantes	Muestreo	Muestreo y Análisis	Envío resultados
Aragón			X
Asturias		X	
Baleares			X
Cantabria	X		
Castilla la Mancha	X		
Galicia			X
Madrid	X		X
País Vasco	X		
SANEX	X		
Valencia			X

Tabla 2. CCAA participantes y modelos de participación.

De entre todas las matrices propuestas para llevar a cabo el ensayo de presencia de cadmio, en la tabla se disponen las muestras tomadas por las CCAA y el laboratorio en el que se realizaría el ensayo de cadmio. Nótese que aquellas que solo envían resultados, como Aragón, Baleares, Galicia y Valencia, no están incluidas en la tabla. Estas CCAA aportarían de acuerdo con el protocolo inicial de estudio prospectivo: 3, 3, 12 y 20 resultados respectivamente.

CC.AA	Chocolate con leche	Chocolate	Chocolate en polvo para beber	Cacao en polvo	Cereales para papilla/ productos infantiles	Chocolate a la taza	Laboratorio
Asturias		1	2	1		1	Asturias
Cantabria				1		1	Asturias
Castilla La Mancha	2	3	2	2		1	LAA
Madrid					10		CNA
País Vasco	1	2	1			1	Asturias

SANEX	5						CNA
TOTAL	8	6	5	4	10	4	37

Tabla 3. Número de muestras previstas por matriz.

3.2. Distribución final de las muestras.

A la finalización del periodo de envío de datos, se recibieron en AESAN por parte de las CCAA y organismos participantes **70** resultados repartidos por matrices como se indica en la tabla. Como incidencia reseñable, comentar que de las **5** muestras que había indicado Sanidad Exterior que iba a proporcionar al estudio prospectivo, finalmente tan solo pudieron recoger **2**. Aun así, y como se puede comprobar, el número de datos enviados por los participantes fue muy superior al estimado en un principio.

CC.AA	Chocolate con leche	Chocolate	Cacao en polvo	Chocolate para bebida	Chocolate a la taza	Cereales para papilla/productos infantiles	Total por CC AA
Asturias		1	1	2	1		5
Aragón		2	1				3
Baleares		1	1			1	3
Cantabria			1		1		2
Castilla La Mancha	2	3	3	2			10
Galicia		4	1	3			8
Madrid						10	10
País Vasco	1	2		1	1		5
SANEX	2						2
Valencia	3	6	4		6	3	22
TOTAL	8	19	12	8	9	14	70

Tabla 4. Número final de datos enviados por tipo de muestra.

4. MÉTODOS DE ANÁLISIS.

Los laboratorios participantes han utilizado para realizar los ensayos la tecnología de **espectrometría masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS)**. Se trata de una técnica de análisis inorgánico elemental capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica en un rango que va desde ng/L a mg/L.

5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las muestras aportadas por las CC AA se encuentran resumidos en el **Anexo I** del presente informe.

El Reglamento (CE) N° 1881/2006 establece niveles máximos de cadmio para chocolate y productos derivados de chocolate además de para alimentos infantiles a base de cereales.

<i>Alimento</i>	Límite máximo de cadmio (mg/kg)
<u><i>Productos específicos de cacao y chocolate</i></u>	
<i>chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao < 30 %.</i>	0,10
<i>chocolate con un contenido de materia seca total de cacao < 50 %; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 30 %.</i>	0,30
<i>chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 %.</i>	0,80
<i>cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final (chocolate para beber).</i>	0,60
<u><i>Alimentos infantiles</i></u>	
<i>Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad.</i>	0,040

Tabla 5. Niveles máximos de cadmio en los productos objeto del estudio prospectivo.

5.1. Muestras aportadas por las CC.AA.

Como ya se ha dicho anteriormente, se recibieron 70 resultados en la Agencia para este estudio prospectivo. Las muestras enviadas se distribuyen según los siguientes porcentajes por tipo de producto con respecto al total de resultados. Se puede observar que no hay uno de ellos que sobresalga de manera ostensible sobre los demás.

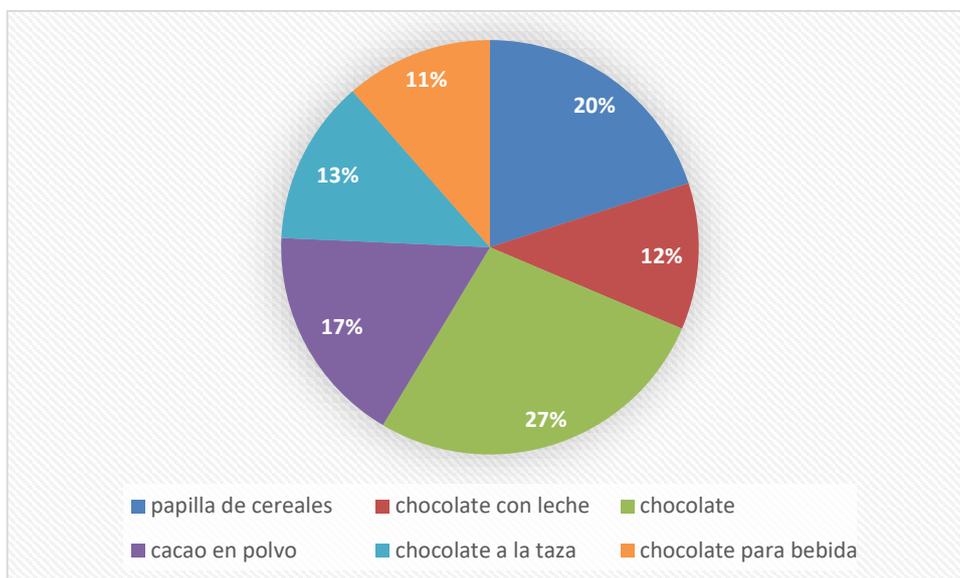


Fig.7. Porcentaje de tipo de producto frente al total de muestras recibidas

De los 70 valores recopilados en este estudio –de los que 56 corresponden a productos de cacao y chocolate y 14 a alimentos infantiles a base de cereales–, tan solo 7 de ellas (10% aprox.) estuvieron por debajo de los límites de cuantificación de las muestras, correspondiendo 4 de ellas a alimentos infantiles a base de cereales, y 3 a productos de cacao y chocolate (2 dentro de la categoría “chocolate” y 1 en la de “chocolate para bebida”).

En el caso de aquellos valores que, como hemos comentado, se encuentran por debajo del límite de cuantificación (LOQ), a la hora de trasladarlos a las tablas de datos y gráficas, en el caso de los metales pesados, se acepta que no existen “verdaderos ceros”, ya que son sustancias ubicuas que podrían estar siempre presentes, aunque, a veces, en bajísimas concentraciones. Por lo que para los **cálculos estadísticos**, se ha empleado el método de sustitución de acuerdo a las recomendaciones que proporciona la guía de EFSA [“Management of left-censored data in dietary exposure assesment of chemical substances”](#) ⁽¹¹⁾, en el que se asignan valores determinados a estos resultados por debajo del LOQ. Estos cálculos pueden aportar una percepción más exacta de sus contenidos.

De acuerdo con los criterios de la guía:

- En los casos en que el número de resultados <LOQ es inferior al 60% del total, éstos resultados son sustituidos por $\frac{1}{2}$ del LOQ.

- En los casos en que el número de resultados <LOQ es **superior** al **60%**, se realizan dos estimaciones, dando lugar al:
 - nivel bajo o “**lower bound level**” cuando los resultados <LC se sustituyen por $\frac{1}{2}$ **LOQ**
 - nivel alto o “**upper bound level**” cuando los resultados <LC se sustituyen por **el LOQ**.

En nuestro caso para las representaciones, y como nos encontramos en el primero de los supuestos que describe la guía (valores menores del LOQ menores que el 60%), estos valores se sustituyen por $\frac{1}{2}$ **LOQ**.

Para la presentación de los resultados de este estudio, se ha determinado agrupar los productos muestreados por las categorías que se han definido en el protocolo del estudio prospectivo:

- **Chocolate con leche.**
- **Chocolate.**
- **Cacao en polvo o cacao.**
- **Chocolate en polvo para beber.**
- **Chocolate a la taza.**
- **Alimentos infantiles a base de cereales.**

Por otro lado, en las mismas gráficas se recogen también los límites máximos de presencia de cadmio en los productos, de esta manera se pueden detectar aquellos casos en los que se supera el límite máximo establecido por legislación. Hay que tener en cuenta que los niveles máximos dispuestos en el Reglamento para los productos de cacao y chocolate se basan en el porcentaje de sólidos de cacao, menos de 30%, igual o superior a 30% pero menos que 50%, y más del 50%. Es por ello que se puede dar la situación de que, dentro de una misma categoría de productos, coincidan dos límites máximos, ya que dentro de la misma se encuentran productos de diferente porcentaje de sólidos de cacao.

Con todos los datos disponibles, podemos agruparlos mediante un histograma en dos categorías, una que solo contenga productos de cacao y chocolate y otra con los alimentos infantiles a base de cereales. De esta manera podemos ver las concentraciones de cadmio en las que más frecuentemente se hallaban los alimentos muestreados.

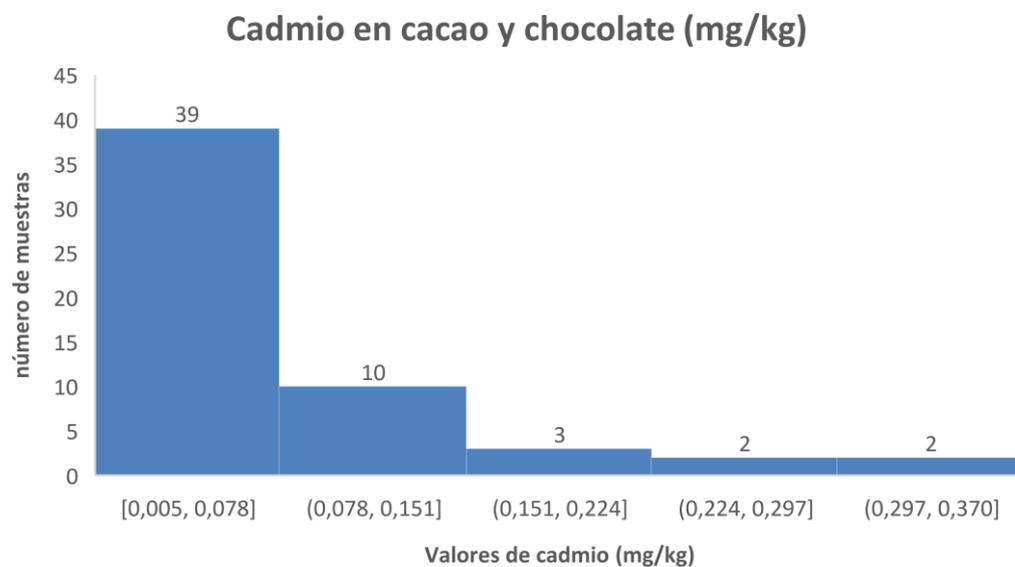


Fig 8. Distribución de valores de cadmio en los productos de cacao y chocolate.

De los 56 valores reportados para productos de cacao y chocolate, se observa que ninguno de ellos supera los límites máximos más elevados de 0,80 mg/kg ni de 0,6 mg/kg establecidos en la legislación y que, por el contrario, una gran proporción de los productos muestreados presentan resultados por debajo incluso de 0,10 mg/kg, que es la cantidad mínima de presencia de cadmio en estos productos. Tan solo 2 productos quedan dentro del tramo que incluye el límite máximo de 0,3 mg/kg que marca los niveles legales para la categoría de *chocolate con un contenido de materia seca total de cacao < 50 %; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 30 %*. Estos valores que pueden suponer un problema en cuanto a la superación del límite legal, se analizarán más adelante cuando se den los resultados agrupados por categoría de productos.

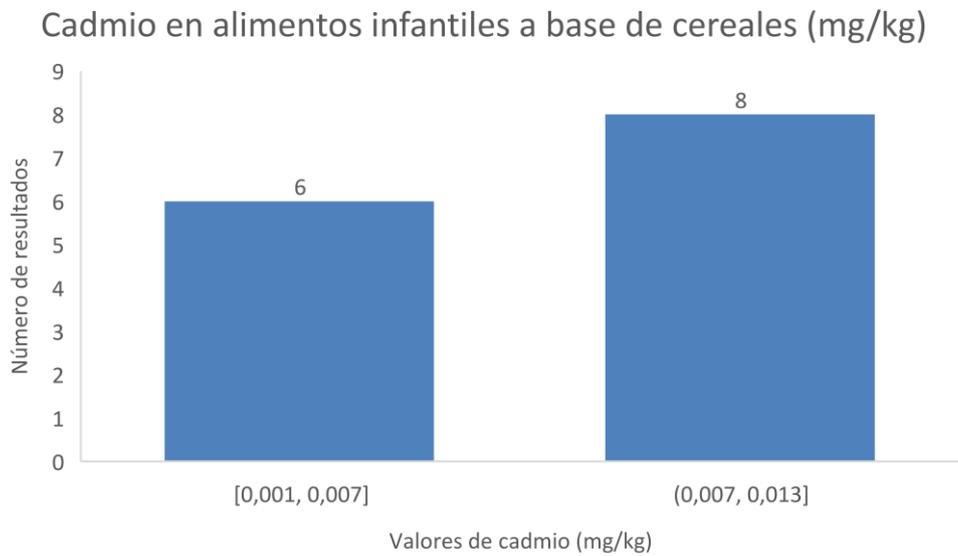


Fig 9. Distribución de valores de cadmio en los productos de alimentos infantiles a base de cereales.

Respecto a los alimentos infantiles, se observa que los valores se distribuyen en intervalos de concentración de cadmio muy similares, pero que en ninguno de los casos se supera el límite máximo legislado de 0.040 mg/kg.

Los histogramas incluidos aportan una visión de la posición que ocupan las muestras obtenidas en este estudio de forma comparativa con el resto de países mediante el análisis de los datos que pone a disposición la Organización Mundial de la Salud (OMS), que desde el año 1976 recopila datos sobre contaminantes mediante su aplicación “Evaluación de la Contaminación Alimentaria” ([GEMSFood](#)). Observando los datos obtenidos en los últimos años 2017 para la región europea y los productos de cacao y chocolate y para alimentos infantiles a base de cereales que han sido objeto de este estudio, obtenemos la siguiente distribución:

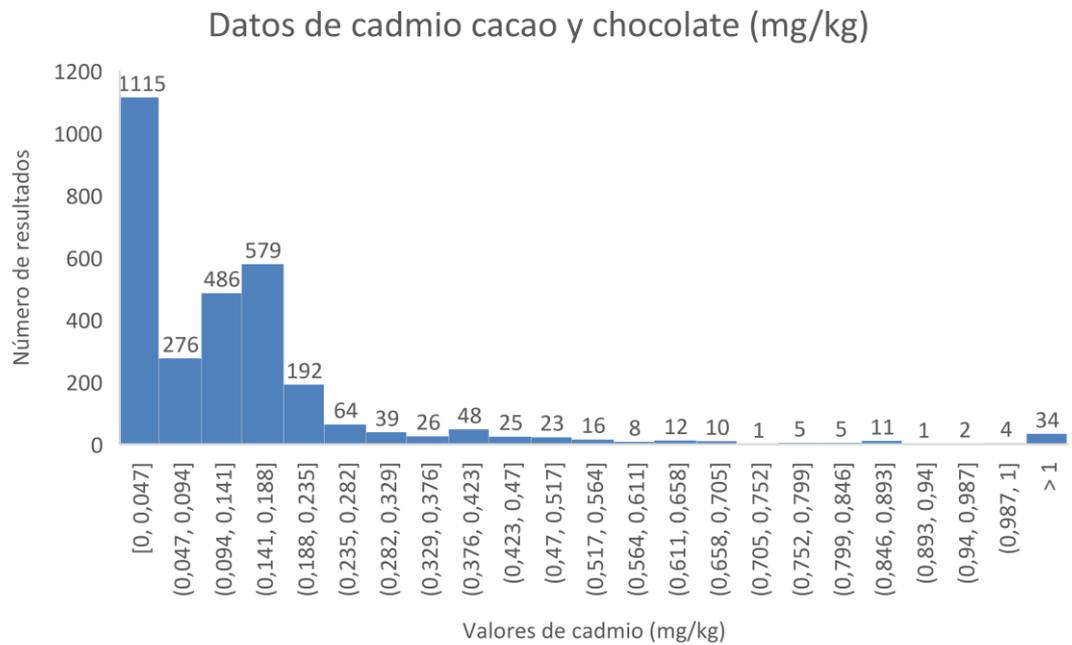


Fig 10. Distribución de unidades de cadmio en los productos de cacao y chocolate para la región europea GEMSfood (OMS).

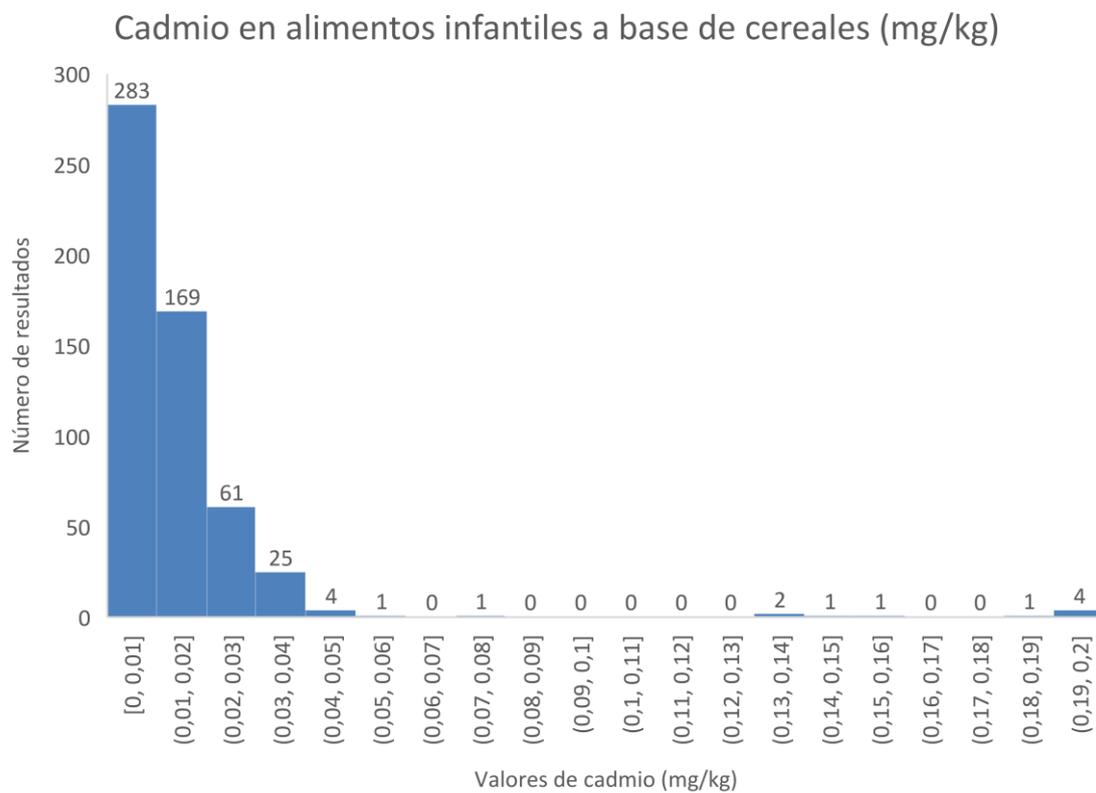


Fig 11. Distribución de unidades de cadmio en los alimentos infantiles a base de cereales para la región europea GEMSfood (OMS).

Según indica la aplicación GEMSfood, en el caso de cadmio en cacao y productos de chocolate, la mayor parte de los resultados se sitúan entre 0,04 y 0,3 mg/kg. En alimentos infantiles a base de cereales, la mayor parte de los datos se encuentran en el intervalo de 0,01 a 0,04 mg/kg. Esta situación indica que los resultados obtenidos en su conjunto para este estudio prospectivo sobre el mercado español de estos productos seleccionados, estarían dentro de la tendencia de valores observada por la base de datos del Codex en la Unión Europea.

Los valores medios de presencia de cadmio encontrados en los distintos grupos de productos y la correspondencia con los límites máximos del Reglamento de contaminantes, se muestran en la siguiente tabla:

Producto	Valor medio de cadmio (mg/kg)	Límite máximo (mg/kg) Reglamento (CE)Nº 1881/2006.
Chocolate con leche	0.05	0.10/0.30
Chocolate	0.06	0.80
Cacao en polvo o cacao	0.15	0.60
Chocolate en polvo para beber	0.03	0.10
Chocolate a la taza	0.08	0.10/0.30
Cereales para papillas	0.01	0.04

Tabla.6. Valores medios de cadmio por grupo vs niveles máximos legislados.

Como se puede comprobar, ninguno de los valores medios para los grupos de productos muestreados supera los límites máximos establecidos por la legislación de acuerdo a la cantidad de sólidos de cacao para cada uno de ellos. Nótese que dentro de dos categorías hay dos límites máximos, esto es porque dentro de un mismo grupo de productos hay ejemplares que entran en dos categorías del Reglamento de contaminantes.

5.2. Resultados por Comunidad Autónoma y grupo de producto.

➤ Chocolate con leche.

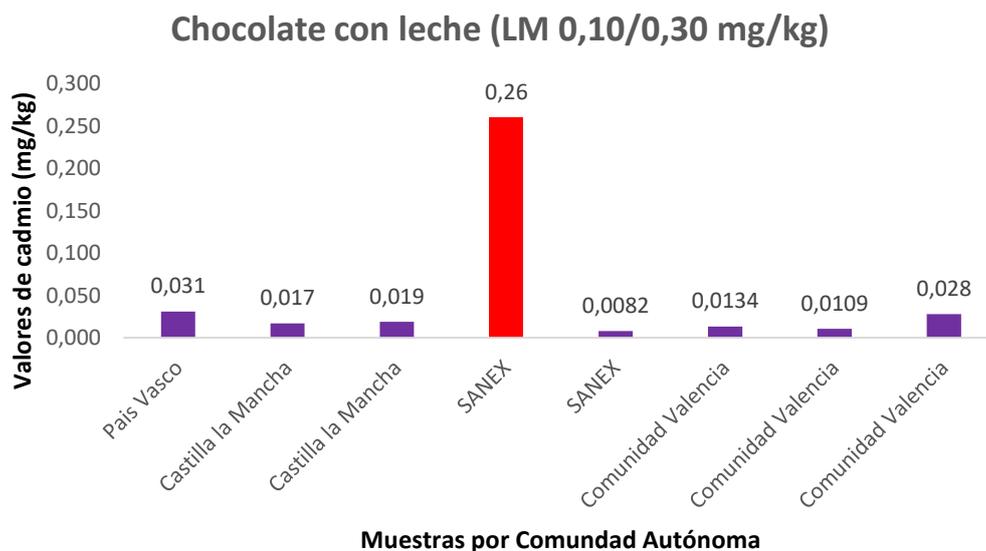


Fig.12. Valores de cadmio para muestras de chocolate con leche por Comunidad Autónoma

➤ Chocolate.

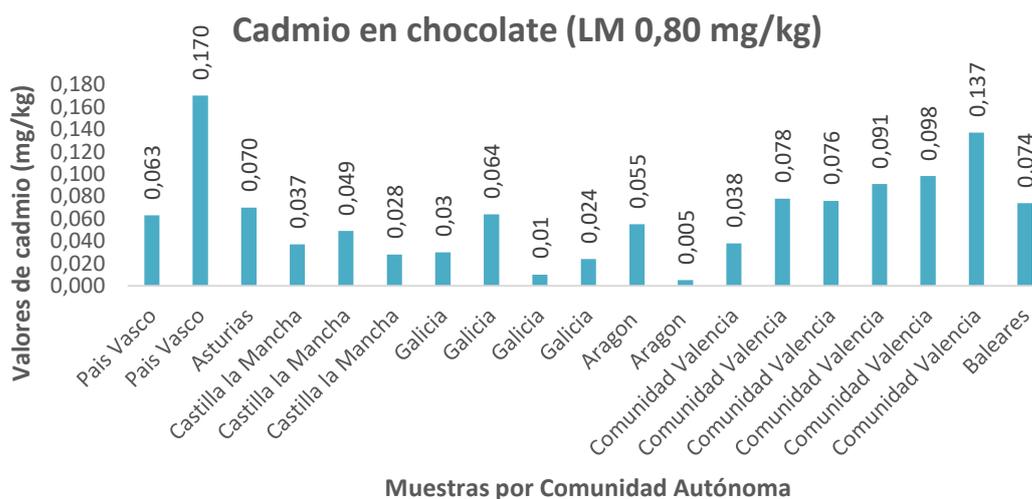


Fig.13. Valores de cadmio para muestras de chocolate por Comunidad Autónoma

➤ **Cacao en polvo o cacao.**

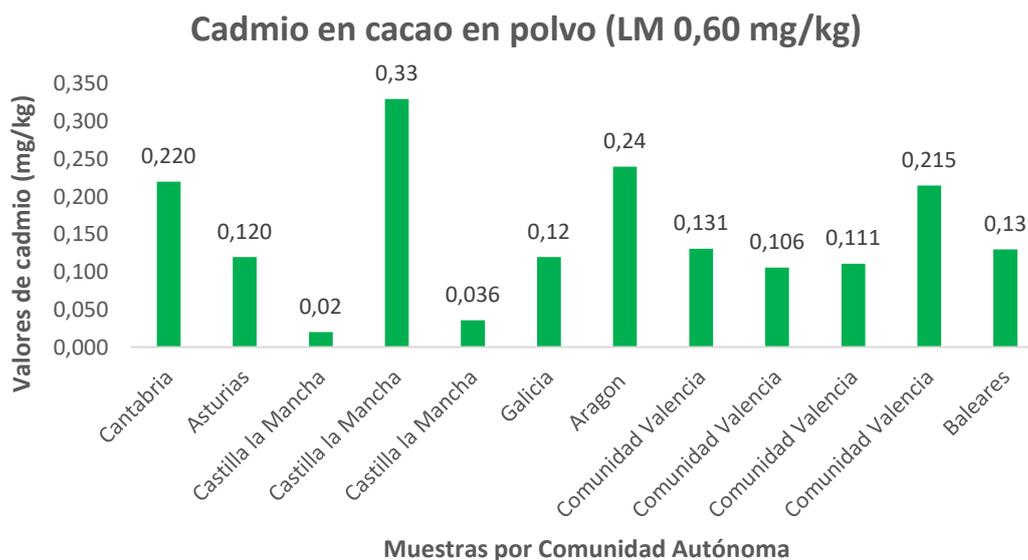


Fig.14. Valores de cadmio (mg/kg) para muestras de cacao en polvo por Comunidad Autónoma

➤ **Chocolate en polvo para beber.**

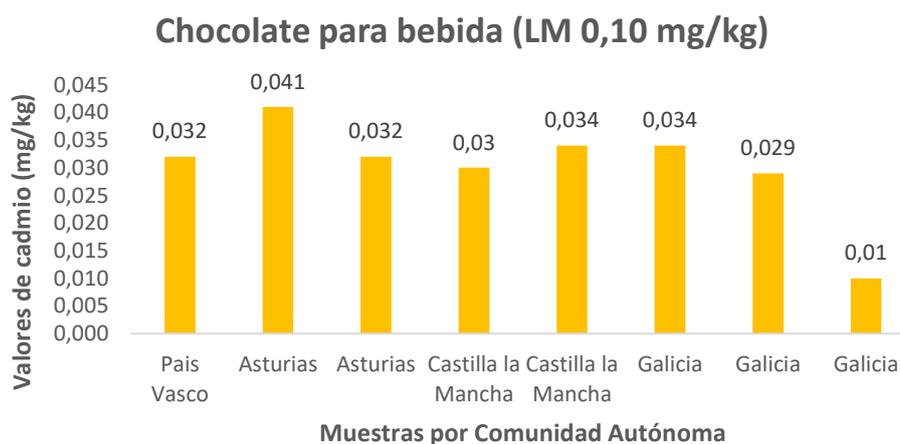


Fig.15. Valores de cadmio para muestras de chocolate para bebida por Comunidad Autónoma

➤ **Chocolate a la taza.**

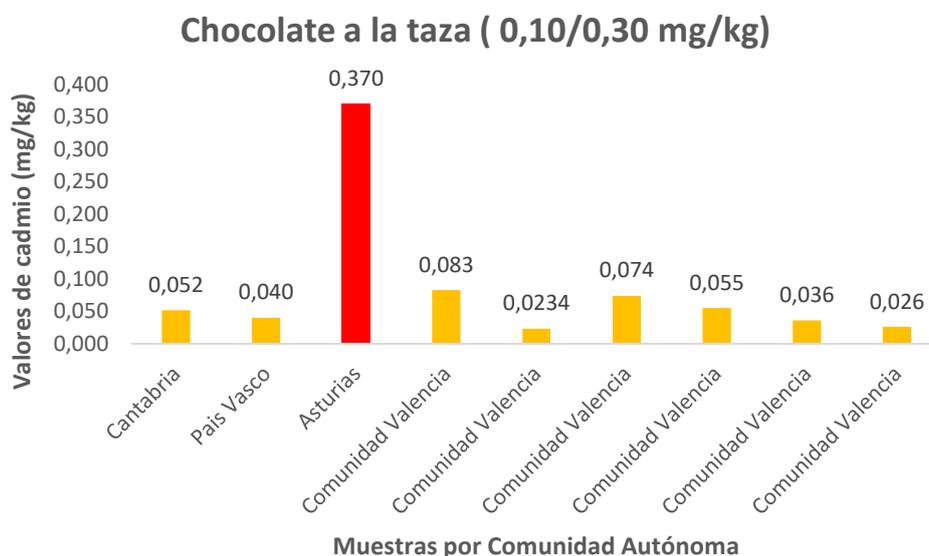


Fig.16. Valores de cadmio para muestras de chocolate a la taza por Comunidad Autónoma

Dentro de esta serie de datos, hay que señalar que dos únicos valores (marcados en rojo) correspondientes a una muestra de **“Chocolate con leche”** con un contenido en cadmio de 0.26 mg/kg y a otra de **“Chocolate a la taza”** con un contenido en cadmio de 0.37 mg/kg, superarían los límites máximos marcados por la legislación, 0.10 mg/kg y 0.30 mg/kg respectivamente.

En el caso de la muestra de **“chocolate con leche”**, con un contenido de cadmio de **0.26 mg/kg**, la superación del límite máximo quedaría a expensas de definir el porcentaje de sólidos de cacao, ya que si estos estuvieran por encima de 30% la muestra quedaría por debajo del Límite máximo de **0.30 mg/kg**. Si por el contrario el contenido en sólidos de cacao fuera inferior a 30%, sí estaríamos en presencia de un incumplimiento de la legislación ya que el límite máximo está establecido en **10 mg/kg**.

El caso de la muestra de **“chocolate a la taza”**, cuyo contenido en cadmio es de **0.37 mg/kg**, es diferente a la anterior ya que, si bien esta muestra tiene bien definido el porcentaje de sólidos de cacao en un 35% y estaría por encima del límite máximo establecido en 0.30 mg/kg, sin embargo, al descontar la incertidumbre analítica estimada como 0,09, el valor final sería de **0,28 mg/kg**, quedando por debajo del límite legal y, por lo tanto, el producto, de acuerdo con lo dispuesto en el [“Report on the relationship between analytical results, measurement uncertainty, recovery factors and the provisions of EU Food and Feed legislation”](#)⁽¹²⁾ de la Comisión Europea, **cumpliría con los límites máximos**.

Por tanto, el **porcentaje de incumplimientos** oscilaría entre el 2,66% correspondiente al primer escenario y el 0% del segundo. En cualquier caso, sería menor que el 5% que se entiende fijado en los grupos de trabajo de expertos en la Unión Europea como máximo deseable de rechazos en el mercado.

El análisis de los datos representados expone un elevado grado de cumplimiento con los límites máximos dispuestos en la legislación actual para presencia de cadmio en productos de cacao y chocolate en la Unión Europea. Sería, por otra parte, un buen ejercicio de cara a las discusiones que se están manteniendo en el seno del Codex de Contaminantes sobre la presencia de cadmio en estos productos, enlazar los datos aportados sobre presencia de cadmio en productos de cacao y chocolate con la procedencia del cacao usado como materia prima con el fin de trazar el origen, africano o sudamericano. El motivo es comprobar si el cacao proveniente de los países de América del Sur contiene mayor cantidad de cadmio que el proveniente de los países africanos. Actualmente, en el Codex se están desarrollando unas guías de buenas prácticas para reducir y prevenir la presencia de este metal en el cacao y los países más afectados son aquellos pertenecientes al cono sur americano.

➤ **Alimentos infantiles a base de cereales.**

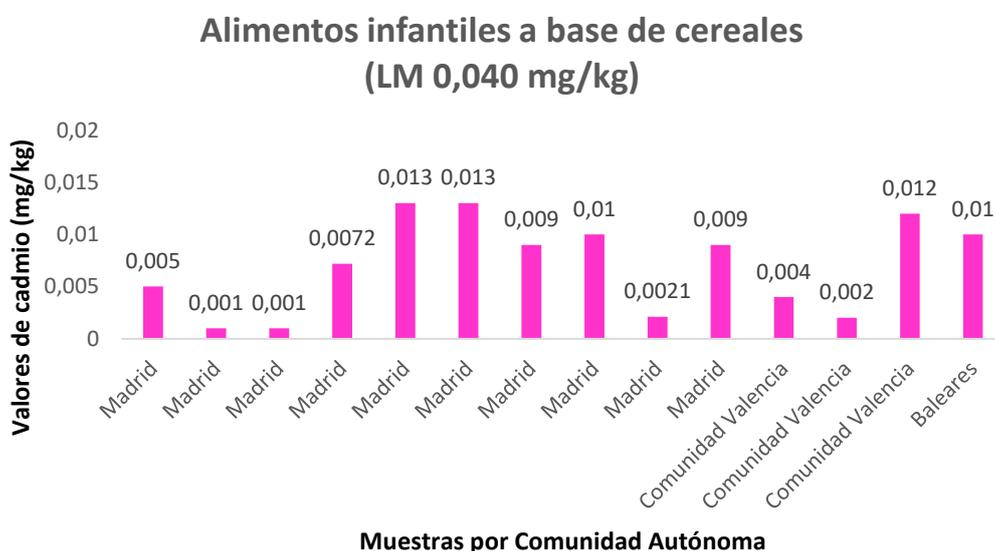


Fig.17. Valores de cadmio para muestras de alimentos infantiles a base de cereales por Comunidad Autónoma

Todas las muestras de cadmio para alimentos infantiles están por debajo del límite máximo de 0,040 mg/ kg fijado para este tipo de productos.

Dado que, entre otras sustancias, los cereales son capaces de fijar el cadmio en las raíces y transferirse a lo largo de la planta, dando como resultado la presencia de metales pesados en las materias primas utilizadas en la fabricación de estos productos, se considera oportuno, para futuros estudios en este campo, contar con la información adicional del tipo de cereal utilizado para la fabricación de los alimentos analizados y poder asociar la cantidad de cadmio a las distintas variedades de cereales viendo si hay diferencias, a pesar de los niveles tan bajos de cadmio entre los distintos cereales (arroz, trigo, etc.).

6. CONCLUSIONES

- El objetivo del estudio prospectivo fue la toma de datos de presencia de cadmio en productos de cacao y chocolate, así como en alimentos infantiles a base de cereales. Estos datos recopilados serán transmitidos a EFSA para que puedan ser utilizados en futuras evaluaciones de riesgo y para el establecimiento, en su caso, de nuevos límites máximos cuando estos vuelvan a ser revisados por la Comisión y los Estados miembros.
- Aunque el número de muestras ha sido extenso para este estudio prospectivo, la cantidad muestreada por productos hace que no se pueda obtener una visión más efectiva de la situación de cada tipo de producto en el mercado. Por ello, y de cara a futuros estudios, es interesante que cuando éstos cuenten con varios productos, se incremente el número de muestras para cada uno o en su defecto, y previa consideración por revisión bibliográfica sobre el consumo de los mismos, se primen unos productos sobre otros para poder tener una visión clara de la presencia de los contaminantes en los mismos.
- En relación a los 56 valores correspondientes a los productos de cacao y chocolate, una vez comparados con los límites máximos que establece el Reglamento (CE) Nº 1881/2006 en función del porcentaje de sólidos de cacao, se observa que, dependiendo del escenario, entre un 81,3 a un 100% de los productos muestreados cumplen con la legislación vigente en materia de contenido en cadmio y que, por lo tanto, no suponen una preocupación para el consumidor. La tasa de incumplimiento detectada en el estudio puede ser debida a que la falta de datos sobre el porcentaje de sólidos de cacao hace que se hayan englobado provisionalmente en una categoría del Reglamento que no corresponde con los productos.
- Del estudio de los datos obtenidos para el grupo de cacao y productos de chocolate, y a diferencia de los que afirman algunos autores, parece que no hay una evidencia clara de mayor concentración de cadmio en chocolates con mayor proporción de sólidos de cacao, ya que la media de cadmio en la categoría “Chocolate”, con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 % y con el límite máximo más alto, fijado en 0,80 mg/kg, es incluso menor que otras variedades de chocolates con menor

proporción de cacao. Aunque, por otro lado, se advierte que quizás el volumen de muestras no ha sido lo suficientemente extenso para comprobarlo y puede ser objeto de un futuro estudio.

- En el caso concreto de los 14 datos obtenidos para los alimentos infantiles elaborados a base de cereales, población especialmente vulnerable, teniendo en cuenta que el límite máximo es de 0,040 mg/kg, los valores medio y máximo en la serie de datos representan, respectivamente, sólo el 17% y el 32% del límite legal, por lo que se considera que para esta población especial no existe preocupación en cuanto al consumo de estos alimentos.
- Del análisis de los productos en este estudio prospectivo, hubiera sido muy interesante, por un lado, trazar el origen del cacao utilizado en la fabricación de los productos de chocolate y, en el caso de los alimentos infantiles, haber establecido una distinción del producto y el cereal utilizado en su fabricación para asociar niveles de cadmio y variedades de los mismos.
- Dada la importancia de la presencia de metales en los cereales destinados a la elaboración de alimentos infantiles, podría explorarse la posibilidad de investigar la presencia de varios de ellos: As, Ni, Cd, Pb en este tipo de alimentos, relacionando producto con la variedad de cereal y la concentración de metales.
- Finalmente, desde AESAN y dado los buenos resultados de este estudio, se anima a los operadores a continuar aplicando buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de fabricación para mitigar la presencia de cadmio en los alimentos.

7. ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AESAN	Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición
CCAA	Comunidades Autónomas
CNA	Centro Nacional de Alimentación
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
EUROSTAT	Oficina Europea de Estadística
IARC	Agencia Internacional de Investigación del Cáncer
ICCO	Organización Internacional del Cacao
ICP-MS	espectrometría masas con plasma de acoplamiento inductivo
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
LAA	Laboratorio Arbitral Agroalimentario
LM	Límite máximo
LOQ	Límite de cuantificación
Tm	Tonelada

8. REFERENCIAS

- (1) IARC (International Agency for Research on Cancer), 1993 Beryllium, Cadmium, Mercury and Exposures in the Glass Manufacturing Industry. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 58. Lyon, France. 444 pp
- (2) Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. [The EFSA Journal](#) (2009) 980, 1–139.
- (3) EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSA Journal* 2011; 9(2):1975. [19 pp.] doi:[10.2903/j.efsa.2011.1975](#)
- (4) [Reglamento 1881/2006, de 19 de Diciembre de 2006](#), de la Comisión, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios
- (5) [Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos](#) (CXS 193-1995)
- (6) Eileen Abt, Jennifer Fong Sam, Patrick Gray & Lauren Posnick Robin (2018) Cadmium and lead in cocoa powder and chocolate products in the US Market, *Food Additives & Contaminants: Part B*, 11:2, 92-102.
- (7) Elyamine, A. M., Moussa, M. G., Ismael, M. A., Wei, J., Zhao, Y., Wu, Y., & Hu, C. (2018). Earthworms, Rice Straw, and Plant Interactions Change the Organic Connections in Soil and Promote the Decontamination of Cadmium in Soil. *International journal of environmental research and public health*, 15(11), 2398.
- (8) [Real Decreto 1055/2003, de 1 de agosto](#), por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria sobre los productos de cacao y chocolate destinados a la alimentación humana.
- (9) [Reglamento 333/2007, de 28 de Marzo de 2007](#), de la Comisión, por el que se establecen los métodos de muestreo y análisis para el control oficial de los niveles de plomo, cadmio, mercurio, estaño inorgánico, 3-MCPD y benzo(a)pireno en los productos alimenticios
- (10) [“Management of left-censored data in dietary exposure assesment of chemical substances”](#)
- (11) [Report on the relationship between analytical results, measurement uncertainty, recovery factors and the provisions of EU Food and Feed legislation](#)

9. ANEXO I: RESULTADOS ANALÍTICOS.

Nº de muestra	Denominación de la muestra	Parámetro	Resultados/Método	Resultado (mg/kg)
1.	Cacao en polvo	Cadmio	ICP-MS	0,220
2.	Cacao en polvo 100%	Cadmio	ICP-MS	0,120
3.	Cacao puro en polvo 100%	Cadmio	ICP-MS	0,02
4.	Cacao en polvo 95%	Cadmio	ICP-MS	0,33
5.	Cacao puro desgrasado en polvo 19%	Cadmio	ICP-MS	0,036
6.	Cacao en polvo puro	Cadmio	ICP-MS	0,12
7.	Cacao en polvo	Cadmio	ICP-MS	0,24
8.	Cacao en polvo	Cadmio	ICP-MS	0,131
9.	Cacao puro desgrasado en polvo	Cadmio	ICP-MS	0,106
10.	Cacao puro desgrasado en polvo	Cadmio	ICP-MS	0,111
11.	Cacao puro desgrasado en polvo	Cadmio	ICP-MS	0,215
12.	Cacao en polvo 100%	Cadmio	ICP-MS	0,13
13.	Chocolate negro extrafino 55% en cacao mínimo	Cadmio	ICP-MS	0,063
14.	Chocolate negro. Cacao 85% mínimo	Cadmio	ICP-MS	0,170
15.	Tableta de Chocolate 72%	Cadmio	ICP-MS	0,070
16.				
17.	Cobertura de chocolate 66%	Cadmio	ICP-MS	0,037

Nº de muestra	Denominación de la muestra	Parámetro	Resultados/Método	Resultado (mg/kg)
18.	Chocolate negro 70%	Cadmio	ICP-MS	0,049
19.	Cobertura de chocolate 51%	Cadmio	ICP-MS	0,028
20.	Cobertura de chocolate	Cadmio	ICP-MS	0,03
21.	Pastel de chocolate	Cadmio	ICP-MS	0,064
22.	Perlas de chocolate negro	Cadmio	ICP-MS	<LOQ ⁽¹⁾
23.	Chocolate con frutos secos y frutas	Cadmio	ICP-MS	0,024
24.	Chocolate negro	Cadmio	ICP-MS	0,055
25.	Chocolate negro	Cadmio	ICP-MS	<LOQ ⁽²⁾
26.	Chocolate negro	Cadmio	ICP-MS	0,038
27.	Chocolate con almendra	Cadmio	ICP-MS	0,078
28.	Chocolate negro	Cadmio	ICP-MS	0,076
29.	Chocolate negro	Cadmio	ICP-MS	0,091
30.	Chocolate negro	Cadmio	ICP-MS	0,098
31.	Chocolate negro	Cadmio	ICP-MS	0,137
32.	Tableta de Chocolate 70% cacao	Cadmio	ICP-MS	0,074
33.	Chocolate familiar a la taza	Cadmio	ICP-MS	0,052
34.	Desayuno a la taza. Cacao desgrasado en polvo 21,5%	Cadmio	ICP-MS	0,040
35.	Chocolate a la taza 35%	Cadmio	ICP-MS	0,370

Nº de muestra	Denominación de la muestra	Parámetro	Resultados/Método	Resultado (mg/kg)
36.	Chocolate a la taza	Cadmio	ICP-MS	0,083
37.	Cacao a la taza	Cadmio	ICP-MS	0,0234
38.	Chocolate a la taza	Cadmio	ICP-MS	0,074
39.	Chocolate a la taza	Cadmio	ICP-MS	0,055
40.	Chocolate a la taza	Cadmio	ICP-MS	0,036
41.	Chocolate a la taza	Cadmio	ICP-MS	0,026
42.	Chocolate con leche. Cacao mínimo 33%	Cadmio	ICP-MS	0,031
43.	Chocolate con leche 30%	Cadmio	ICP-MS	0,017
44.	Cobertura de chocolate con leche 36%	Cadmio	ICP-MS	0,019
45.	Chocolate con leche	Cadmio	ICP-MS	0,26
46.	Crema de avellanas con leche y cacao	Cadmio	ICP-MS	0,0082
47.	Chocolate con leche	Cadmio	ICP-MS	0,0134
48.	Chocolate leche cremoso	Cadmio	ICP-MS	0,0109
49.	Chocolate con leche	Cadmio	ICP-MS	0,028
50.	Soluble al cacao. Cacao desgrasado en polvo 23%	Cadmio	ICP-MS	0,032
51.	Chocolate en polvo para beber 20%	Cadmio	ICP-MS	0,041
52.	Chocolate en polvo para beber 22,1%	Cadmio	ICP-MS	0,032

Nº de muestra	Denominación de la muestra	Parámetro	Resultados/Método	Resultado (mg/kg)
53.	Desayuno de chocolate. Preparado alimenticio a base de cacao. 22%	Cadmio	ICP-MS	0,03
54.	Preparado alimenticio en polvo de cacao 23%	Cadmio	ICP-MS	0,034
55.	Cacao en polvo para bebida	Cadmio	ICP-MS	0,034
56.	Cacao en polvo para bebida	Cadmio	ICP-MS	0,029
57.	Cacao en polvo para bebida	Cadmio	ICP-MS	<LOQ ⁽¹⁾
58.	Alimento infantil multicereales	Cadmio	ICP-MS	0,005
59.	Alimento infantil cereales crema de arroz	Cadmio	ICP-MS	<LOQ ⁽³⁾
60.	Alimento infantil cereales sin gluten	Cadmio	ICP-MS	<LOQ ⁽³⁾
61.	Alimento infantil cereales con miel	Cadmio	ICP-MS	0,0072
62.	Alimento infantil multicereales con miel	Cadmio	ICP-MS	0,013
63.	Alimento infantil 8 cereales	Cadmio	ICP-MS	0,013
64.	Alimento infantil multicereales	Cadmio	ICP-MS	0,009
65.	Alimento infantil multicereales con miel	Cadmio	ICP-MS	0,01
66.	Galletas sin gluten	Cadmio	ICP-MS	0,0021
67.	Alimento infantil 8 cereales con miel	Cadmio	ICP-MS	0,009

Nº de muestra	Denominación de la muestra	Parámetro	Resultados/Método	Resultado (mg/kg)
68.	Papilla 8 cereales con miel (trigo, maíz, arroz, avena, cebada, centeno, sorgo y mijo)	Cadmio	ICP-MS	0,004
69.	Papilla Cereales sin gluten (maíz y arroz)	Cadmio	ICP-MS	<LOQ ⁽⁴⁾
70.	Papilla 8 cereales con galleta maría (trigo, avena, cebada, centeno, maíz, espelta, arroz, triticale) (con cereales integrales)	Cadmio	ICP-MS	0,012
71.	Papilla de cereales (semolina de trigo) con leche.	Cadmio	ICP-MS	<LOQ ⁽¹⁾

LOQ: Límite de cuantificación.

(1) 0.02 mg/kg

(2) 0.01 mg/kg

(3) 0.002 mg/kg

(4) 0.004 mg/kg

ICP-MS: Espectrometría de masas con plasma inductivo acoplado.

