

CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE POLVOS COMERCIALES PARA LA PIEL POR TÉCNICAS DE RAYOS X

(CHARACTERIZATION OF THE COMPOSITION OF COMMERCIAL SKIN POWDER BY X RAY TECHNIQUES)

EUCLIDES JOSÉ VELAZCO RIVERO^{1,2}, RICHARD RAFAEL HENRÍQUEZ TORRES¹, DANIEL ALEJANDRO GONZÁLEZ¹, JOSUÉ DAVID MAGO ARREDONDO¹

¹Laboratorio de Materiales, Servolab Overseas, Inc. Puerto Ordaz, Bolívar, Venezuela, ²Departamento de Química, Escuela de Ciencias, Núcleo de Sucre, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

Correo electrónico: dirlab@servolab.com.ve

RESUMEN

Los talcos comerciales para la piel son productos cosméticos que, por lo general, son fabricados con talco mineral, un silicato de fórmula $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Regulaciones internacionales establecen composiciones especiales para estos productos para considerarlos de uso comercial, fuera de estos rangos el polvo es considerado de uso industrial. El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la composición de algunos talcos comerciales disponibles en los comercios regulares por técnicas de rayos X. Se seleccionaron cinco marcas comerciales que comprendían talcos para bebés y talco para los pies, cuatro de ellos a base de talco y uno a base de almidón de maíz, cuyos orígenes son China, India y Venezuela. Se identificaron y cuantificaron las fases minerales presentes en estos productos por difracción de rayos X (DRX); mientras que se evaluó la composición química elemental por fluorescencia de rayos X (FRX). Los resultados obtenidos revelan que, de las cinco marcas comerciales evaluadas, tres de ellas no cumplen con las condiciones para ser considerados polvos comerciales de uso en seres humanos, mostrando composiciones que difieren de lo indicado en las etiquetas de los productos. De estas tres marcas comerciales, uno de ellos no contiene talco, a pesar de estar indicado en el producto y su composición es a base de compuestos carbonáceos (calcita, aragonita y dolomita); mientras que los otros dos contienen dolomita como componente mayoritario. Solo el producto de Venezuela (a base de talco) y el originario de India (a base de almidón de maíz) cumplen con las especificaciones indicadas por los fabricantes. Los productos que no cumplen con las formulaciones indicadas pueden considerarse como productos de grado industrial debido a su composición.

Palabras claves: Talco, rayos X, difracción, fluorescencia

ABSTRACT

Commercial skin powders are cosmetic products that are generally made from mineral talc, a silicate with the formula $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. International regulations establish

special compositions for these products to consider them for commercial use, outside of these ranges the powder is considered for industrial use. The objective of this work was to evaluate the composition of some commercial talcums available in regular stores by X-ray techniques. Five commercial brands were selected that included baby powders and foot powders, four of them based on talc and one based on corn starch, whose origins are China, India and Venezuela. The mineral phases present in these products were identified and quantified by X-ray diffraction (DRX); while the elemental chemical composition was evaluated by X-ray fluorescence (XRF). The results obtained reveal that, of the five commercial brands evaluated, three of them do not meet the conditions to be considered commercial powders for human use, showing compositions that differ from what is indicated on the product labels. Of these three trademarks, one of them does not contain talc, despite being indicated on the product and its composition is based on carbonaceous compounds (calcite, aragonite and dolomite); while the other two contain dolomite as a major component. Only the product from Venezuela (talc-based) and the one originating from India (corn starch-based) meet the specifications indicated by the manufacturers. Products that do not comply with the indicated formulations can be considered as industrial grade products due to their composition.

Key words: Talc, X-rays, diffraction, fluorescence

INTRODUCCIÓN

Los polvos comerciales para la piel, en ocasiones denominados simplemente «talcos», están especialmente formulados para proporcionar adhesividad, suavidad, absorbencia, cobertura o diferentes atributos sensoriales o visuales a la piel. Los principales ingredientes que componen los polvos comerciales para la piel incluyen talco, carbonato de magnesio mesoporoso, sílice, mica, caolín, óxido de zinc (cincita) y/o almidón de maíz. De todos estos compuestos, el talco ha sido uno de los más extensamente utilizados. Este mineral es un silicato laminar que pertenece a la subclase de los filosilicatos, por lo que se considera un mineral blando, de baja densidad y con un hábito hojoso o de escamas. Posee una fórmula molecular de $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$. Estructuralmente, consiste de 3 láminas de grupos de hidróxido de magnesio coordinados octaédricamente e intercalados entre 2 láminas de capas de sílice enlazadas tetraédricamente (NIRAMON & BERNARD 2023). Se ha encontrado que en su estructura pequeñas cantidades

de hierro (III) o aluminio pueden sustituir al silicio en los tetraedros; mientras que cantidades de níquel, hierro (II), hierro (III), manganeso y/o aluminio pueden reemplazar al magnesio en los sitios octaédricos (FIUME *ET AL.* 2015). Así mismo, el talco puede contener o estar asociado a otros minerales entre los que se asocian mayoritariamente están las cloritas (silicatos de magnesio y aluminio hidratados), magnesita (carbonato de magnesio), calcita (carbonato de calcio) y dolomita (carbonato de calcio y magnesio) (OLIVEIRA & PAIVA 2017; PI-PUIG *ET AL.* 2020). Desde hace algunos años se ha cuestionado mucho la utilización del talco como componente principal de los polvos para la piel, ya que se ha relacionado con afectaciones en la salud de las personas (AL AWAM *ET AL.* 2019). Por ejemplo, se le ha asociado a la ocurrencia de cáncer de estómago por inhalación de talco (CHANG *ET AL.* 2019) o la más difundida, como lo es el cáncer de ovarios en la mujer en el uso perineal (JOHNSON *ET AL.* 2020, WOOLEN *ET AL.* 2022). Esto es debido a que se ha vinculado en el talco la presencia de minerales

de asbestos (anfíboles y serpentinas) (PINI ET AL. 2020; STOIBER ET AL. 2020). Debido a esto, la técnica de difracción de rayos X se ha implementado como instrumento de detección de estos minerales en talcos comerciales. Ante las presiones por las denuncias de los riesgos de presencia de asbestos en el talco, muchas empresas han decidido cambiar sus formulaciones por alternativas menos riesgosas para la salud, tales como el almidón de maíz (HOSKINS 2022); el cual, hasta la fecha, no se ha vinculado con la incidencia de cáncer.

Debido al cuestionamiento sobre la presencia o no de minerales de asbestos en el talco, se han conducido muchos estudios sobre la evaluación de los polvos comerciales para la piel a base de este mineral (PI-PUIG ET AL. 2020, STEFFEN ET AL. 2020, BOONRUANG ET AL. 2021, TOMOKI ET AL. 2023). Por ejemplo, DELGADO ET AL. (2020) estudiaron diversos talcos comerciales de uso cosmético o farmacéutico presentes en el mercado español. En dicho estudio se encontró que no todos los productos analizados se compaginan con la información de la composición presentada en las etiquetas de los envases y la identificación del talco se encontró acompañada con otras fases minerales, tales como clorita, dolomita, calcita, magnetita y cuarzo; así como aditivos farmacéuticos como la cincita (ZnO) y la hidrocincita ($\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$), que aportan color al producto. De acuerdo a los resultados, algunos de los talcos estudiados no eran apropiados para uso cosmético, ya que no cumplían con las regulaciones de la *European Pharmacopoeia*, en la que los polvos de talco de uso cosmético deben contener $> 90\%$ de talco, ningún rastro de fibras de asbestos, $\text{Cd} + \text{Cr} + \text{Pb} < 100 \text{ ppm}$, $\text{Pb} < 0,5 \text{ ppm}$, $\text{As} < 0,2 \text{ ppm}$, $\text{Cd} < 0,3 \text{ ppm}$, $\text{Al} < 2\%$, $\text{Ca} < 0,9\%$ y $19,5\% > \text{Mg} > 17\%$ (DELGADO ET AL. 2020).

Considerando la importancia de conocer la composición mineral de los polvos comercia-

les para la piel, el objetivo del presente trabajo consistió en identificar los componentes minerales y la composición química elemental de algunos polvos comerciales para la piel disponibles en el mercado local venezolano mediante técnicas de difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamiento previo de las muestras

Se utilizaron cinco (5) polvos cosméticos para la piel, que incluyeron cuatro (4) marcas comerciales a base de talco y una (1) marca comercial a base de almidón de maíz, según especificaciones presentadas en la **Tabla 1** y los cuales son formulados por diferentes fabricantes cada uno. Para efectos de publicación se omite el nombre de las marcas comerciales y de los fabricantes. Las muestras de los polvos se secaron en una estufa Memmert UF55 a $105,0^\circ \text{C}$ durante una hora antes de los análisis.

Análisis por difracción de rayos X (DRX)

Cada una de las muestras analizadas fueron compactadas con un vidrio en portamuestras de 2,5 cm de diámetro, de tal manera de evitar la incidencia de orientación preferencial en las muestras. Se utilizó un difractómetro Bruker, modelo D2 Phaser, operado a 30 kV y 10 mA, con una radiación de Cu y filtro de Ni. El rango de medida fue de 7° a $95^\circ 2\theta$, con un tamaño de paso de $0,02^\circ 2\theta$ cada 1,0 segundo. Se utilizó una rendija de divergencia de 1 mm y una pantalla antidispersión de aire de 1 mm. Para la identificación de fases cristalinas se utilizó el software Diffraction.EVA con uso de la base de datos PDF-2 del ICDD y la cuantificación de fases se realizó a través del software Diffraction.TOPAS empleando el método Rietveld (ajuste de parámetros).

Análisis por fluorescencia de rayos X (FRX)

Tabla 1. Muestras de talcos comerciales analizados y su composición, según lo presentado en la etiqueta del producto.

Muestra	Procedencia	Uso recomendado	Composición mostrada en la etiqueta del producto
M1	China	Polvo para bebé	Talco, estearato de magnesio, óxido de zinc, almidón de maíz modificado, extracto de menta Arvensis, eucalipto, fragancia
M2	China	Polvo para bebé	Talco, fragancia
M3	China	Polvo para los pies	Talco, óxido de zinc, ácido salicílico, salicilato de metilo, mentol, perfume
M4	Venezuela	Polvo para bebé	Talco, fragancia
M5	India (diseñado en USA)	Polvo para bebé	Almidón de maíz, fosfato tricálcico, acetato de tocoferol (vitamina E), fragancia

Se prepararon pastillas prensadas en una prensa hidráulica manual Herzog TP-40. Aproximadamente 10 g de la muestra se colocaron en un anillo de acero inoxidable de 3,5 cm de diámetro. Cada muestra fue sometida a una presión de 200 kN durante un minuto. Las pastillas se analizaron en un espectrómetro de fluorescencia de rayos X portátil Bruker, modelo S1 Titan con un análisis en tres etapas de 10 segundos cada una, para un tiempo total de 30 segundos, y un rango de medida elemental desde magnesio (Mg) hasta uranio (U).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Difracción de rayos X

Se realizaron análisis por DRX para la identificación de los componentes cristalinos presentes en las muestras de talco para la piel, cuyos resultados se presentan en las **Figs. 1 a**

5. La **Fig. 1** muestra el resultado de la identificación realizada a M1 (procedente de China). Puede observarse que en la muestra analizada se identificaron 3 componentes cristalinos: calcita magnésica ($\text{Mg}_{0,03}\text{Ca}_{0,97}\text{CO}_3$), aragonita (CaCO_3) y dolomita (CaMgCO_3). La cuantificación realizada por TOPAS arroja que M1 está compuesto por un 76,16% de calcita magnésica como fase mayoritaria y la aragonita como segundo componente; mientras que la dolomita aparece como fase minoritaria. Por otro lado, no se detectaron por DRX ninguno de los componentes indicados en la etiqueta del producto, especialmente el talco, el cual debía ser el componente mayoritario, debido a la naturaleza del producto. Además, es bien conocido que el carbonato de calcio (CaCO_3) se ha utilizado en polvos para la piel, especialmente en maquillaje, por ser un compuesto que incrementa la habilidad de absorber la

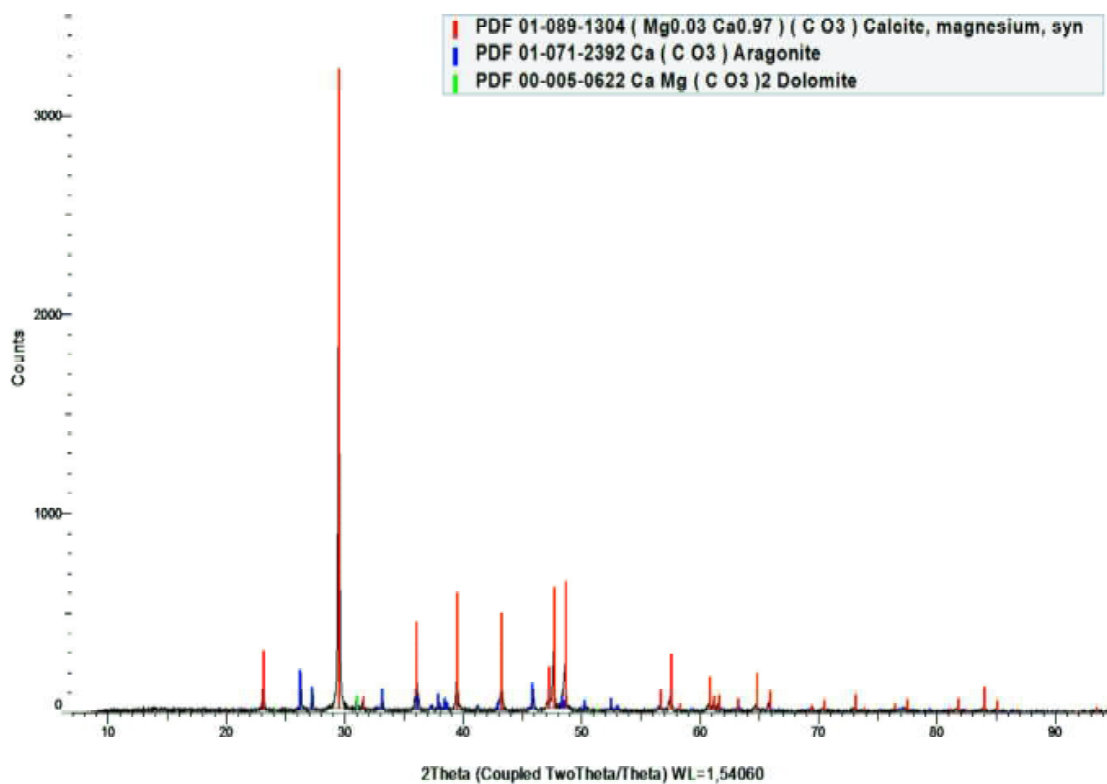


Figura 1. Difractograma del polvo para la piel M1.

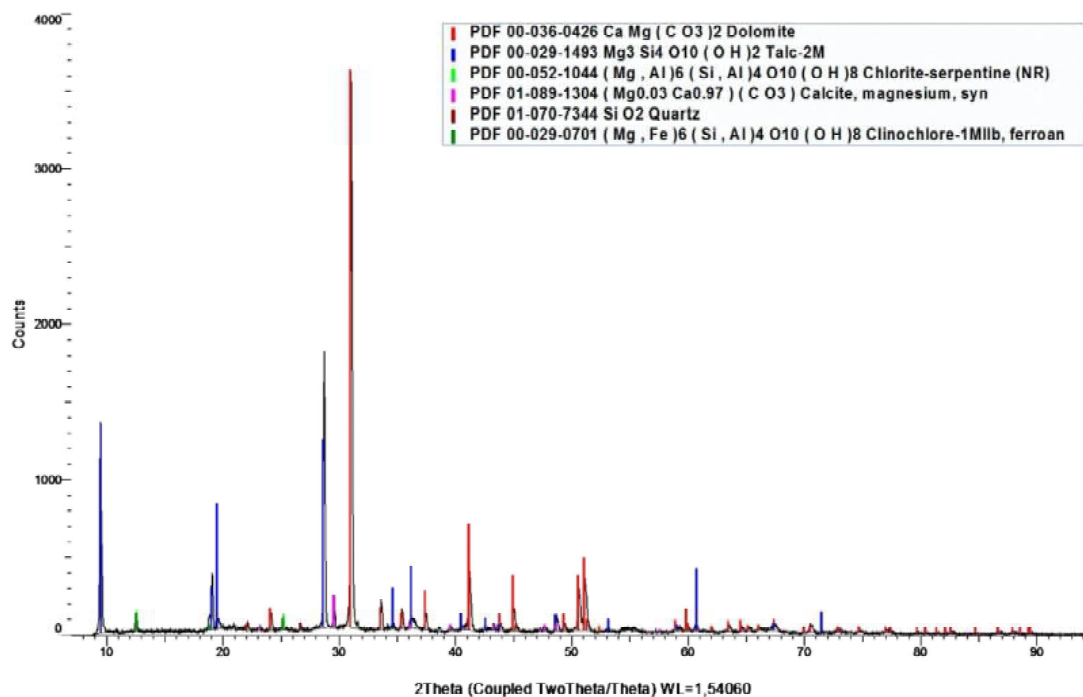


Figura 2. Difractograma del polvo para la piel M2.

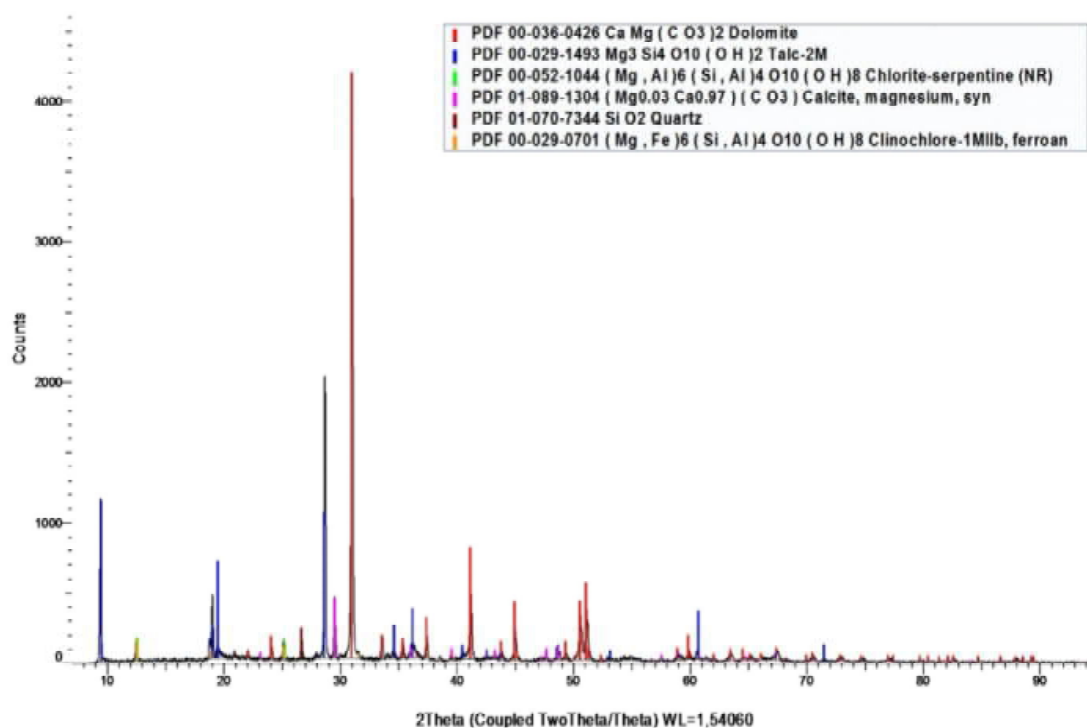


Figura 3. Difractograma del polvo para la piel M3.

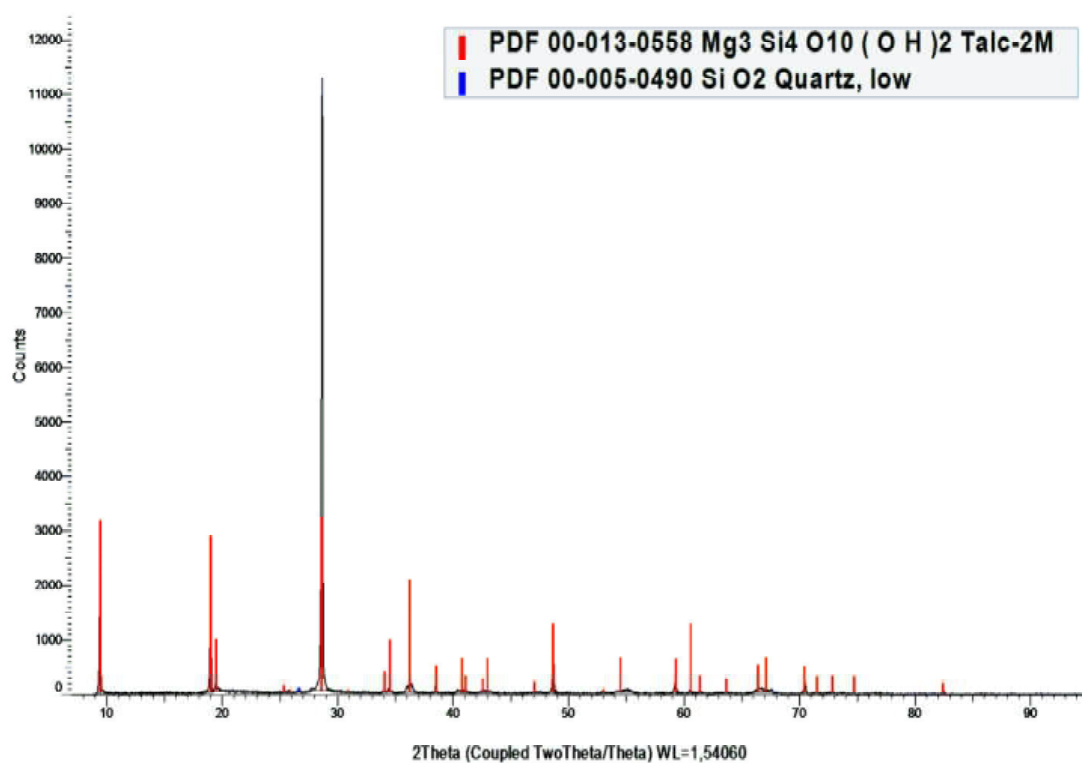


Figura 4. Difractograma del polvo para la piel M4.

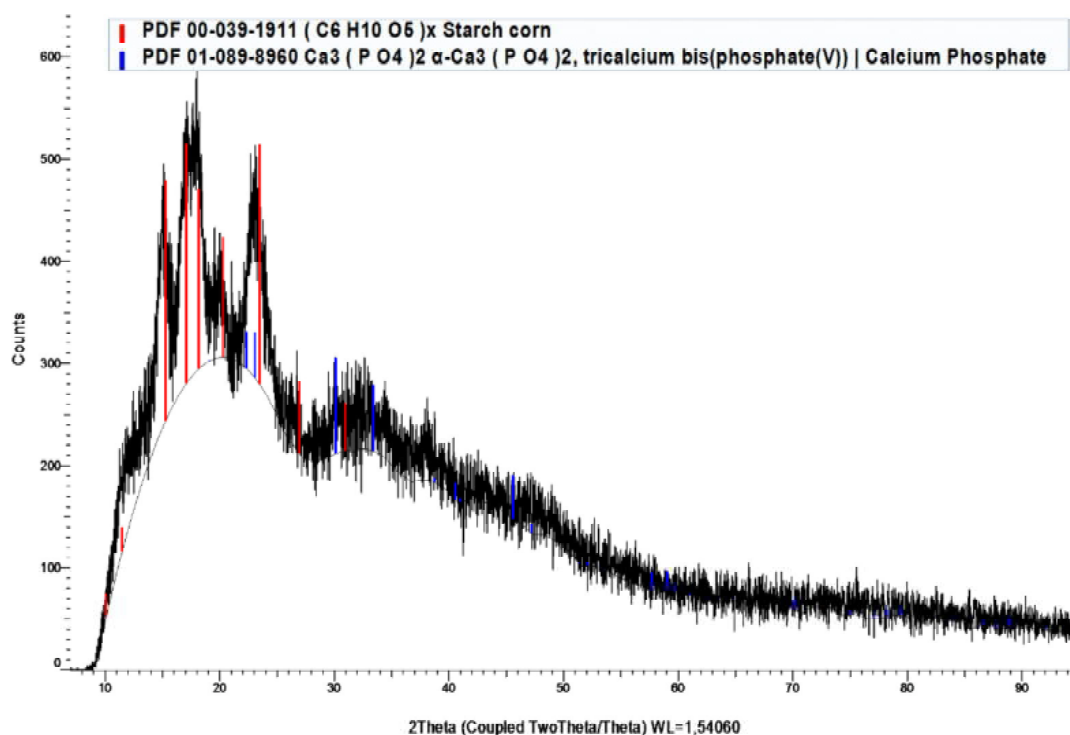


Figura 5. Difractograma del polvo para la piel M5.

humedad en estos productos. Sin embargo, no se ha reportado el uso de este compuesto como principal componente de un polvo comercial para la piel, especialmente para uso en bebés. Las investigaciones recientes han determinado que este tipo de productos comerciales, en las que la pureza del talco se encuentre por debajo del 50% y contiene impurezas, tales como dolomita, clorita, cuarzo, etc., se consideran inadecuados para uso en humanos (DELGADO *ET AL.* 2020).

Las muestras M2 y M3, las cuales son procedentes de China, tienen usos y composiciones diferentes, según los fabricantes (ver **Tabla 1**). Sin embargo, los análisis por DRX (**Fig. 2** y **Fig. 3**) muestran una composición mineralógica idéntica en ambos polvos, en los cuales fueron identificados los mismos componentes minerales (**Tabla 2**). El componente mayoritario identificado en estos dos productos corresponde a la dolomita (CaMgCO_3) y, en menor proporción, el talco-2M ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$); mientras que, entre los

minoritarios se encontró calcita magnésica ($\text{Mg}_{0,03}\text{Ca}_{0,97}\text{CO}_3$), cuarzo (SiO_2), clorita-serpentina ($(\text{Mg},\text{Al})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$) y clinocloro ($(\text{Mg},\text{Fe})_6(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$). La calcita magnésica se asocia a la dolomita presente; mientras que la clorita-serpentina y el clinocloro (minerales del grupo de los filosilicatos) y el cuarzo detectados en estas dos muestras son minerales asociados o que co-ocurren con talco en rocas metamórficas (RASMUSSEN *ET AL.* 2019). La dolomita puede considerarse que es relativamente no tóxica. Sin embargo, se considera que los síntomas de toxicidad de la dolomita sean altos cuando se incrementa la ingesta oral de la misma. Estudios han reportado diversos síntomas respiratorios, como sibilancias y tos, con exposición a partículas de polvo de dolomita (NEGHAH *ET AL.* 2012). Otros problemas respiratorios, como irritación del tracto digestivo, también son asociados a compuestos como la clorita y el clinocloro; sin embargo, estos minerales son clasificados como no cancerígenos.

Tabla 2. Composición mineralógica obtenida por DRX (en porcentajes) de los polvos para la piel analizados.

Compuesto	Concentración (%)*				
	M1	M2	M3	M4	M5
Dolomita (CaMgCO_3)	2,07	68,20	71,50	-	-
Talco-2M ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	-	25,60	19,80	92,59	-
Calcita, magnésica ($\text{Mg}_{0,03}\text{Ca}_{0,97}\text{CO}_3$)	76,16	1,30	2,30	-	-
Aragonita (CaCO_3)	21,77	-	-	-	-
Cuarzo (SiO_2)	-	0,30	1,20	7,31	-
Clorita-serpentina ($(\text{Mg}, \text{Al})_6(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$)	-	2,50	2,70	-	-
Clinocloro-1Mlib ($(\text{Mg}, \text{Fe})_6(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$)	-	2,10	2,40	-	-
Almidón de maíz ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) _n	-	-	-	-	89,50
Fosfato tricálcico ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)	-	-	-	-	10,50

nos. Aunque las indicaciones de uso de los polvos son distintas: polvo para bebés (M2) y polvo para los pies (M3), la composición identificada para ambos. Además los componentes identificados difieren en cierta medida de lo indicado en las etiquetas de los productos, en el que el compuesto principal es talco. En el caso de M3, por ejemplo, no se detectó el óxido de zinc (ZnO) ni el ácido salicílico ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$) (compuestos sólidos cristalinos) en este producto. Hasta este punto, es importante destacar que se ha determinado que productos de talco con contenido de talco mineral en un 90% se consideran aptos para uso en seres humanos (uso comercial); mientras que aquellos con contenidos < 90% se consideran talcos de grado industrial (BURNS ET AL. 2019, DELGADO ET AL. 2020).

Ahora bien, en el caso de la muestra M4 (Fig. 4), producto procedente de Venezuela, la composición mineralógica identificada corrobora que el componente principal en este producto es el talco (cerca del 93%), coincidiendo con lo indicado por el fabricante (Tabla 1). Sin embargo, este producto contiene poco más de un 7% de SiO_2 , el cual, como se ha menciona-

do anteriormente, es un mineral asociado al talco. Se podría indicar, entonces, que el alto contenido de talco mineral del producto M3 hacen que este sea considerado de uso comercial y apropiado para uso en seres humanos.

En el caso de la muestra M5, el análisis por DRX (Fig. 5) corrobora lo indicado por el fabricante, ya que los compuestos identificados fueron almidón de maíz (~90%) y fosfato tricálcico (~10%). En el caso de este producto, la identificación realizada corresponde con la formulación del fabricante.

Fluorescencia de rayos X

La composición química elemental de las muestras de los productos analizados fue determinada por FRX (Tabla 3), lo que permitió evaluar el contenido de metales y otros elementos y correlacionarlos con los resultados obtenidos por DRX. Para las muestras estudiadas se encontró que el contenido de calcio (Ca) supera el 40% en M1, resultado que se justifica con la identificación de calcita magnésica, aragonita y dolomita en dicho producto. Este elemento también fue identificado en

las muestras M2 (13,88%) y M3 (15,13%), el cual se considera que proveniente de la dolomita identificada en ambas muestras. Ahora bien, se ha establecido en la *European Pharmacopoeia* que el contenido de Ca permisible en polvos de talco comerciales debe ser menor al 0,9% (DELGADO ET AL. 2020). Considerando estos valores, puede establecerse que los productos M1, M2 y M3 no cumplen con esta regulación y, por consiguiente, dichos productos pueden considerarse no aptos para uso comercial y los mismos deberían catalogarse como productos de grado industrial. En el caso de la muestra M4 no se detectó Ca; mientras que la muestra M5, la cual es a base de almidón de maíz, tiene un contenido de Ca de apenas 0,05%, lo cual se compagina con el análisis por DRX, en el cual no se detectaron carbonatos en ambos productos.

Considerando ahora los contenidos de Mg y Si (expresados en la forma de MgO y SiO₂, respectivamente), los cuales deben proceder del talco, en las muestras M1 y M5 se cuantificaron muy bajos contenidos de dichos elementos (0,9% y 0,78% de MgO para M1 y M5, y 0,62% y 1,24% de SiO₂ para M1 y M5, respectivamente), lo que se justifica porque no se identificó la presencia de talco por DRX en dichos productos y su contenido puede deberse a fases minerales no identificadas por esta técnica. En el caso del producto M1, según el fabricante, el producto es a base de talco, con estearato de magnesio como aditivo; este último añadido a productos cosméticos para mejorar la adherencia a la piel. Sin embargo, el bajo contenido de MgO en este producto (0,9%) demuestra la escasa concentración de componentes minerales que lo contengan, por lo que la presencia de este elemento se atribuye a la dolomita identificada por DRX. En el caso de las muestras M2 y M3, los contenidos de MgO y SiO₂ oscilan entre el 30 a 34% (**Tabla 3**), por lo que se considera que estos elementos (Mg y Si) provienen

de las fases minerales de talco, clorita-serpentina y clinocloro identificadas por DRX, con una contribución escasa de Si por parte del cuarzo, también identificado en ambos productos. En el caso de la muestra M4, ésta presenta un contenido de Mg de 30,27% (MgO) y 56,24% de Si (SiO₂), lo que se atribuye al talco y cuarzo identificados por DRX. Estos valores están acordes con la composición teórica del talco, el cual debe contener 31,7% de MgO y 63,5% de SiO₂. Además, el contenido de Mg es cercano al 18,25% en M4, el cual entra en lo estipulado por la *European Pharmacopoeia*, que indica un contenido permisible de 19,5% e» Mg e» 17% en talcos comerciales (DELGADO ET AL. 2020).

Otro elemento a considerar en los análisis es el aluminio (Al), el cual fue detectado en las muestras M1, M2, M3 y M5 en niveles por debajo del 1% (expresado en la forma de Al₂O₃). Para el caso de M2 y M3 se justifica por la presencia de la clorita-serpentina y el clinocloro. En M1 el contenido de Al es similar a M2 y M3; sin embargo, en este producto solo se identificaron fases carbonáceas, por lo que no se puede justificar su procedencia, al igual que el contenido de Al en M5 que, aunque es muy bajo (0,13% en forma de Al₂O₃), no se identificaron fases cristalinas que contengan Al por DRX en dicho producto; mientras que en M4 no se detectó este elemento. La *European Pharmacopoeia* considera que el contenido de Al en talcos comerciales debe ser menor al 2%, por lo que este elemento se encuentra en niveles permisibles.

Del resto de los elementos identificados por FRX, se detectaron metales como manganeso (Mn) en M1, M2 y M3, estaño (Sn) en M2, M3 y M4, estroncio (Sr) en M2 y M3, cinc (Zn) en M3 y M4 y (Cr) en M5, entre otros, la gran mayoría de ellos por debajo del 0,05%. Es importante destacar que entre los principales metales pesados que son monitoreados en los cosméticos, en general, corresponden

Tabla 3. Análisis químico elemental obtenido por FRX (en porcentajes) de los polvos para la piel analizados

Elemento	Concentración (%)				
	M1	M2	M3	M4	M5
Ca	41,97	13,88	15,13	-	0,02
MgO	0,90	34,13	32,91	30,27	0,78
SiO ₂	0,62	33,29	30,20	56,24	1,24
Al ₂ O ₃	0,50	0,65	0,58	-	0,13
P	0,23	-	0,04	-	0,03
Cl	0,08	0,15	0,21	-	0,20
Fe	0,07	0,63	0,61	0,19	-
K ₂ O	0,07	-	0,01	-	-
Sn	-	0,02	0,04	0,02	-
S	0,02	0,05	-	-	-
Mn	0,01	0,05	0,05	-	-
Ti	-	0,02	0,01	0,01	-
Sr	-	0,01	0,01	-	-
Zn	-	-	0,03	0,27	-
Cr	-	-	-	-	0,01

al plomo (Pb), cadmio (Cd), níquel (Ni), mercurio (Hg) y arsénico (As), los cuales tienen efectos perjudiciales para la salud en los seres humanos (ATTARD & ATTARD 2022). Para el caso del Cr, detectado en M5, las autoridades de drogas y alimentos de los Estados Unidos, FDA, no ha establecido regulaciones que limiten el uso de Cr en cosméticos; sin embargo, han sugerido niveles máximos de 50 ppm de Cr (UNITED STATES FOOD AND DRUG AUTHORITIES 2020). En algunos estudios de metales pesados en talcos comerciales de diversas marcas se encontraron niveles bajos de

Cr entre 0,08 y 0,35 ppm medidos por espectrometría de absorción atómica (REHMAN ET AL. 2013), o niveles entre 4,8 y 5,8 ppm medidos por espectroscopia de masa con plasma acoplado inductivamente, ICP-MS (ALMUGREN ET AL. 2023). En estos casos, los niveles se consideraron normales.

CONCLUSIONES

El análisis por las técnicas de rayos X permitió evidenciar que algunos de los talcos comerciales analizados, específicamente los pro-

cedentes de China, no cumplen con la composición indicada en las etiquetas de los productos. Los componentes identificados, tanto por DRX como por FRX, permiten establecer que los mismos no deben ser aptos para uso comercial (uso en seres humanos), presentando una composición que se adecua más a polvos de uso industrial. Por otro lado, solo el polvo para la piel de origen nacional (Venezuela) y el formulado a base de almidón de maíz (formula de U.S.A. fabricado en la India) cumplen con las especificaciones indicadas en las etiquetas de los productos y su composición los hace adecuados para uso comercial. Los resultados obtenidos ponen en evidencia que no se están llevando a cabo los adecuados controles de calidad de los productos cosméticos para la piel (talcos) que ingresan al país, lo cual es de vital importancia, al ponerse en riesgo la salud de los consumidores, en especial a bebés y niños, por ser a quienes van dirigidos dichos productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL AWAM K.A., JOHNSON S., ALONAZI A., ALEEH A.A., ALDHAMEN A., ALHADDAD A., ALNOUF S., ALMUTAIRI F., ZILA R., ALGOUD R., ALGHURAB D., ALSAYEGH M. & ALNAKLI B. 2019. The effect of cosmetic talc powder on health. *Indian J. Respir. Care*. 8(1): 18-21. https://www.ijrc.in/doi/IJRC/pdf/10.4103/ijrc.ijrc_24_18
- ALMUGREN K.S., ABDUL SANI S.F., MUHAMAD AZIM M.K., ISMAIL N.N., KHANDAKER M.U., ALSUFYANI S.J., ALKALLAS F.H., ALMAJID H.F., BRADLEY D.A. & NASEER K.A. 2023. The presence of norms and toxic heavy metals in talcum baby powder. *J. Radiat. Res. Appl. Sci.* 16(4): 100660. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2023.100660>
- ATTARD T. & ATTARD E. 2022. Heavy metals in cosmetics. In *Environ. Impact Remediat. Heavy Met.* IntechOpen. pp. 1-21 doi: 10.5772/intechopen.102406.
- BOONRUANG C., WON-IN K., THUMANU K. & DARARUTANA P. 2021. X-ray and infrared spectroscopy study on contamination of asbestos in Thai commercial cosmetic talc powder product. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 1163: 012028. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1163/1/012028/meta>
- BURNS A. M., BARLOW C. A., BANDUCCI A. M., UNICE K. M. & SAHMEI J. 2019. Potential airborne asbestos exposure and risk associated with the historical use of cosmetic talcum powder products. *Risk Analysis*. 39(10): 2272-2294. <https://doi.org/10.1111/risa.13312>
- CHANG C. J., YANG Y. H., CHEN P. C., PENG H. Y., LU Y. C., SONG S. R. & YANG H. Y. 2019. Stomach cancer and exposure to talc powder without asbestos via chinese herbal medicine: a population-based cohort study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 16(5): 717. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050717>
- DELGADO R., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ M. V., GZOULY M., MOLINERO-GARCÍA A., CERVERA-MATA A., SÁNCHEZ-MARAÑÓN M., HERRUZO M. & MARTÍN-GARCÍA J. M. 2020. The quality of Spanish cosmetic-pharmaceutical talcum powders. *Appl. Clay Sci.* 193: 105691. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105691>
- FIUME M. M., BOYER I., BERGFELD W. F., BELSITO D. V., HILL R. A., KLAASSEN C. D., LIEBLER D. C., MARKS J. G., SHANK R. C., SLAGA T. J., SNYDER P. W. & ANDERSEN F. A. 2015. Safety assessment of talc as used in cosmetics. *Int. J. Toxicol.* 34(1): 66S-129S. <https://doi.org/10.1016/j.ijtoxic.2015.01.001>

- doi.org/10.1177/1091581815586797
- HOSKINS P. 2022. Johnson & Johnson to replace talc-based powder with cornstarch. *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/business-62514263>
- JOHNSON K. E., POPRATILOFF A., FAN Y., McDONALD S. & GODLESKI J. J. 2020. Analytic comparison of talc in commercially available baby powder and in pelvic tissues resected from ovarian carcinoma patients. *Gynecol. Oncol.* 159(2): 527–533. <https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2020.09.028>
- JOHNSON N. F. 2021. Inhalation toxicity of talc. *J. Aerosol. Med. Pulm. Drug. Deliv.* 34(2): 79-107. <http://doi.org/10.1089/jamp.2020.1609>
- NEGHAB M., ABEDINI R., SOLTANZADEH A., KASHKOOL, A. I. & GHAYOOMI S. 2012. Respiratory disorders associated with heavy inhalation exposure to dolomite dust. *Iran. Red Crescent Med. J.* 14(9): 549-557.
- NIRAMON W. & BERNARD A., G. 2023. Clay mineral products for improving environmental quality. *Appl. Clay Sci.* 242: 106980. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2023.106980>
- OLIVEIRA T. R. C. & PAIVA M. P. 2017. Technological characterization of talc ore from Caçapava do Sul, RS-Brazil for development of a process route. *HOLOS.* 6: 147-161. <https://doi.org/10.15628/holos.2017.6600>
- PINI M., SCARPELLINI S., ROSA R., NERI P., GUALTIERI A. & FERRARI A. M. 2021. Management of asbestos containing materials: a detailed LCA comparison of different scenarios comprising first time asbestos characterization factor proposal. *Environ. Sci. Technol.* 55(18): 12672-12682. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c02410>
- PI-PUIG T., ANIMAS-TORICES D. Y. & SOLÉ J. 2020. Mineralogical and geochemical characterization of talc from two mexican ore deposits (Oaxaca and Puebla) and nine talcs marketed in Mexico: Evaluation of its cosmetic uses. *Minerals.* 10(5): 388. <https://doi.org/10.3390/min10050388>
- RASMUSSEN P., LEVESQUE C., NIU J., GARDNER H., NILSSON G. & MACEY K. 2019. Characterization of airborne particles emitted during application of cosmetic talc products. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 16(20): 3830. <https://doi.org/10.3390/ijerph16203830>
- REHMAN G., BUKHARI I.H., RIAZ M., RASOOL N., KHALID A., SATTAR U. & MANZOOR H.S. 2013. Determination of toxic heavy metals in different brands of talcum powder. *Int. J. Appl. Nat. Sci.* 2(2): 45-52.
- STEFFEN J. E., TRAN T., YIMAM M., CLANCY K. M., BIRD, T., RIGLER M., LONGO W. & EGILMAN D. S. 2020. Serous ovarian cancer caused by exposure to asbestos and fibrous talc in cosmetic talc powders-a case series. *J. Occup. Environ. Med.* 62(2): e65-e77. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001800>
- STOIBER T., FITZGERALD S., & LEIBA N. S. 2020. Asbestos contamination in talc-based cosmetics: an invisible cancer risk. *Environ. Health Insights.* 14: 1-3. <https://doi.org/10.1177/1178630220976558>
- TOMOKI N., TAKENORI I., HISAKAGE F., RYUICHI

H., TAKESHI I. & AKIO K. 2023. Detection of fine asbestos fibers using fluorescently labeled asbestos-binding proteins in talc. *J. Hazard. Mater. Adv.* 12: 100332 <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100332>

UNITED STATES FOOD AND DRUG AUTHORITIES. 2020. FDA's Testing of cosmetics for arsenic, cadmium, chromium, cobalt, lead, mercury, and nickel content [Internet] Disponible en: <https://www.fda.gov/cosmetics/potential-contaminants-cosmetics/fdas-testing-cosmetics-arseniccadmium-chromium-cobalt-leadmercury-and-nickel-content> [Accesado: 21 de Junio de 2023]

WOOLEN S.A., LAZAR A.A. & SMITH-BINDMAN R. 2022. Association between the frequent use of perineal talcum powder products and ovarian cancer: A systematic review and meta-analysis. *J. Gen. Intern. Med.* 37: 2526–2532. <https://doi.org/10.1007/s11606-022-07414-7>