

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 934 262**

21 Número de solicitud: 202130802

51 Int. Cl.:

B01J 20/04	(2006.01)	B09C 1/00	(2006.01)
B01J 20/20	(2006.01)		
C01F 5/02	(2006.01)		
C01F 5/14	(2006.01)		
C01B 32/30	(2007.01)		
B01F 23/60	(2012.01)		
C02F 1/28	(2013.01)		
C09K 17/02	(2006.01)		

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

20.08.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.02.2023

Fecha de concesión:

08.11.2023

45 Fecha de publicación de la concesión:

16.11.2023

73 Titular/es:

MAGNESITAS NAVARRAS S.A (50.0%)
Avda. Roncesvalles, s/n
31630 Zubiri (Navarra) ES y
UNIVERSIDAD DE NAVARRA (50.0%)

72 Inventor/es:

ERRO GARCÉS, Javier;
GARCÍA-MINA FREIRE, José María;
MARTÍNEZ PÉREZ, José Manuel;
GUEMBE CONTRERAS, Maitane y
GARCÍA ZUBIRI, Iñigo Xabier

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **Composite para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en aguas o suelos**

57 Resumen:

Composite para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en aguas o suelos. La invención se refiere a un composite para la eliminación de contaminantes inorgánicos y orgánicos en suelos o aguas caracterizada por que consiste en carbón activo y una composición sólida que comprende un óxido de Mg y un hidróxido sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho hidróxido sólido laminar está situado sobre la superficie del óxido de Mg y/o un precursor de dicho hidróxido sólido laminar. Además, la invención se refiere al procedimiento de obtención de dicho composite y a su uso como agente descontaminante para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en medios aguas o suelos. Por tanto, la presente invención se puede encuadrar en el área de remediación de suelos y aguas.

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 934 262 B2

DESCRIPCIÓN

Composite para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en aguas o suelos

5

La invención se refiere a un composite para la eliminación de contaminantes inorgánicos y orgánicos en suelos o aguas caracterizada por que consiste en carbon activo y una composición sólida que comprende un óxido de Mg y un hidróxido sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho hidróxido sólido laminar está situado sobre la superficie del óxido de Mg, y/o un precursor de dicho hidróxido sólido laminar. Además, la invención se refiere al procedimiento de obtención de dicho composite y a su uso como agente descontaminante para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en medios aguas o suelos.

15

Por tanto, la presente invención se puede encuadrar en el área de remediación de suelos y aguas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20

El desarrollo industrial de los últimos dos siglos (siglos XIX y XX), la elevada concentración de población en zonas urbanas y rurales, y el desconocimiento, al menos parcial, de los principales problemas medioambientales que podrían causar dichas situaciones, han favorecido la presencia de elementos contaminantes nocivos para la salud humana y/o animal en los suelos y aguas de dichas zonas y alrededores. Se han identificado como los principales contaminantes presentes en los suelos los metales pesados y las moléculas orgánicas. Entre los metales pesados cabe destacar el plomo (Pb), el cadmio (Cd), el mercurio (Hg) y el arsénico (As); y entre los contaminantes orgánicos se han de mencionar ciertos hidrocarburos, los fenoles y los pesticidas organo-clorados como el lindano.

30

En la bibliografía se pueden encontrar numerosas composiciones y materiales capaces de eliminar contaminantes inorgánicos o degradar contaminantes orgánicos. Sin embargo, no actúan simultáneamente eliminando un conjunto amplio de metales pesados y al mismo tiempo degradando contaminantes orgánicos polares y apolares, tanto en aguas como en suelos, de manera irreversible. El carbón activo es uno de

35

ellos, pero para poder ser utilizado como reductor eficaz deber ser activado por componentes ácidos que, a su vez, dificultan la eliminación de los metales pesados.

Los materiales compuestos de biocarbón/LDH están tomando especial relevancia
 5 actualmente por ejemplo para la eliminación de contaminantes inorgánicos y orgánicos
 de aguas contaminadas ("Sustainable wastewater treatment by biochar/layered double
 hydroxide composites: Progress, challenges, and Outlook" Mukarram et al Bioresource
 Technology Volume 319, January 2021, 124128 y "Implications of layered double
 hydroxides assembled biochar composite in adsorptive removal of contaminants:
 10 Current status and future perspectives" Meththika Vithanage Ahmed Ashiq Sammani
 Ramanayaka and AmitBhatnagar et al Science of The Total Environment Volume 737,
 1 October 2020, 139718). Sin embargo, este tipo de biocarbón se ha probado menos
 eficaz en la degradación de contaminantes orgánicos que otros compuestos como es
 el carbón activo

15 En la bibliografía también se pueden encontrar materiales compuestos de carbón
 activo/LDH ("Tailoring an efficient nanocomposite of activated carbon-layered double
 hydroxide for elimination of water-soluble dyes" October 2020 Abdullah M. Aldawsari et
 al Journal of Alloys and Compounds 857(4); "Functionalized layered double hydroxide
 20 applied to heavy metal ions absorption: A review" Zhen Tang et al Nanotechnology
 Reviews 2020; 9: 800–819 y "Using of activated carbon derived from agricultura waste
 coating by layered double hydroxide for copper adsorption" Al Juboury et al Iraqi
 Journal of Agricultural Sciences 2019:50(5):1446-1454), pero no se prueba su eficacia
 en la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes orgánicos e inorgánicos
 25 en aguas y suelos. Como se ha comentado, es necesario la activación del carbón
 activo para aumentar su poder reductor ("Enhanced electron transfer and methane
 production from low-strength wastewater using a new granular activated carbon
 modified with nano-Fe₃O₄." Song, Xiangru, et al. Chemical Engineering Journal 374
 (2019): 1344-1352; "Review of modifications of activated carbon for enhancing
 30 contaminant uptakes from aqueous solutions." Yin, Chun Yang, Mohd Kheireddine
 Aroua, and Wan Mohd Ashri Wan Daud. Separation and purification technology 52.3
 (2007): 403-415. El uso de estos componentes del composite cumple una función de
 recubrimiento (en inglés coating) o de portador (en inglés Carrier) en muchos casos.
 Además, en dichos artículos, los composites usados se basan en nanopartículas,
 35 compuestos carbonados en general o un carbón activo específico obtenido de

desechos agrícolas.

Por tanto, para superar todos los problemas técnicos mencionados, es necesario desarrollar nuevos composites con composiciones sencillas, viables económicamente y sostenibles capaces de eliminar de manera irreversible y simultáneamente un conjunto amplio de contaminantes inorgánicos y orgánicos, tanto en suelos como en aguas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

10

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un composite para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en aguas o suelos (a partir de aquí “el composite de la presente invención”) caracterizada por que consiste en

15

- una composición sólida que comprende

- o un óxido de Mg, y

- o un hidróxido sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho un hidróxido sólido laminar está situado sobre la superficie del óxido de Mg, y/o un precursor de un hidróxido sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho un hidróxido sólido laminar está situado sobre la superficie del óxido de Mg, y carbon activo,

20

25

donde el porcentaje en peso del carbon activo en el composite es de entre 5 % y 20 %, preferiblemente de entre 10 % y 15 %.

30

En la presente invención se entiende por “contaminantes inorgánicos” aquellos metales pesados, con peso atómico elevado de entre 63,55 (Cu) y 200,59 (Hg), que se pueden absorber y acumular en seres vivos y resultan nocivos para la salud humana y animal.

35

Por el término “contaminante orgánico” se entiende en la presente invención como aquellos compuestos orgánicos tóxicos y persistentes que se pueden acumular en organismos vivos.

El composite de la presente invención permite la degradación de los contaminantes orgánicos y la fijación simultánea de los contaminantes inorgánicos tales como los metales pesados. Inesperadamente, en el composite de la presente invención, se activa el poder reductor de los carbones activos que se transforman en energéticos agentes reductores que degradan los contaminantes orgánicos. Esto supone principalmente una ventaja económica y medioambiental, ya que se consigue mediante un remedio sencillo y viable, una remediación irreversible de cualquier tipo de contaminación. La conjunción de la remediación orgánica e inorgánica supone además un incremento de la efectividad descontaminante por dicha activación. De esta manera, y mediante una sola aplicación del composite en el suelo o agua, se puede resolver cualquier problemática ambiental concerniente a la contaminación de aguas y suelos. Esta polivalencia del composite de la presente invención extiende su efectividad a cualquier tipo de necesidad de remediación haciendo al composite universal y, por tanto, válido para cualquier tipo de suelos y aguas.

Un segundo aspecto de la invención se refiere al procedimiento de obtención del composite de la presente invención (a partir de aquí “el procedimiento de la invención”) caracterizado por que comprende una etapa de mezclar físicamente o de mezclado físico

- una composición sólida que comprende
 - o un óxido de Mg, y
 - o un hidróxido sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un metal trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho un hidróxido sólido laminar está situado sobre la superficie del óxido de Mg, y/o un precursor de un hidróxido sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho un hidróxido sólido laminar está situado sobre la superficie del óxido de Mg, con carbón activo,

a una temperatura de entre 10 °C y 40 °C y a una presión de entre 1 atm y 3 atm.

En una realización preferente del procedimiento de la presente invención se lleva a cabo a temperatura ambiente y presión atmosférica (1 atm). Por temperatura ambiente se entiende en la presente invención como una temperatura de entre 18 °C y 25 °C.

Este hecho permite el uso “in situ” o aplicación “in situ” del composite de la presente invención para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes orgánicos e inorgánicos en suelos o aguas.

- 5 El composite de la invención es susceptible de ser utilizado como agente descontaminante. Por tanto, otro aspecto de la presente invención se refiere al uso del composite de la presente invención como agente descontaminante de aguas o suelos.

- El uso del composite de la presente invención para la descontaminación de suelos o
10 aguas contaminados permite su uso preferente “in situ” y “ex situ”.

- Por el término “uso in situ” se entiende en la presente invención como la mezcla directa del composite de la invención con el suelo contaminado a tratar o con las aguas contaminadas a tratar para la eliminación simultánea e irreversible de los
15 contaminantes inorgánicos y orgánicos.

- Por el término “uso ex situ” de los suelos, se entiende en la presente invención como la extracción del suelo contaminado o agua contaminada y su traslado a un lugar seguro de descontaminación y la posterior mezcla directa del composite de la presente
20 invención con el suelo contaminado a tratar o con el agua contaminada a tratar.

- Otra realización preferida del uso del composite de la presente invención se refiere al uso del composite de la invención para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en aguas.
25

- El término “aguas” se refiere en la presente invención se refiere a cualquier masa de agua incluidos los ecosistemas acuáticos. La presente invención no pretende restringirse con el término “aguas” a los ecosistemas acuáticos, contempla también otras aguas de uso humano como son las piscinas.
30

- Un “ecosistema acuático” es un ecosistema en una masa de agua. En los ecosistemas acuáticos viven comunidades de organismos que dependen unos de otros y de su entorno. Los dos tipos principales de ecosistemas acuáticos son los marinos y los de agua dulce.
35

Así pues, una realización más preferente del uso del composite de la invención se refiere al uso del composite de la presente invención para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en ecosistemas acuáticos.

- 5 Por último, otra realización preferente del uso del composite de la invención se refiere al uso para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en suelos.

10 En la presente invención el término "suelo" se refiere a la mezcla de materia orgánica, minerales, gases, líquidos y organismos que, en conjunto, sustentan la vida. La masa de suelo del planeta Tierra, llamada pedosfera, tiene cuatro funciones importantes

- como medio para el crecimiento de las plantas
- como medio de almacenamiento, suministro y purificación de agua
- como modificador de la atmósfera terrestre
- 15 • como hábitat para los organismos

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y figuras se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1. (a) Imagen obtenida por microscopía electrónica de barrido del óxido de Mg de la composición sólida. (b) Análisis de la superficie obtenido mediante la técnica de espectroscopía de dispersión de energías de rayos-X de la superficie del óxido de Mg de la composición sólida.

30 **Figura 2.** Imagen obtenida por microscopía electrónica de barrido del hidróxido sólido laminar de la composición sólida.

Figura 3. Poder de reducción de un control, del óxido de Mg de la composición sólida (componente A), el componente B y el composite formado por el componente A y B,

determinado mediante un ensayo con ferricianuro.

Figura 4. Concentración en ppm de Mn, Cu, Ni, Zn As, Pb y Cd en (a) solución acuosa de partida y (b) trascurridas 24h de contacto entre la solución acuosa de partida y el composite.

Figura 5. Trascurridas 24h de contacto entre el composite y la solución acuosa de metales pesados (a) Imagen obtenida por microscopía electrónica de barrido y (b) Análisis obtenido por la técnica de espectroscopía de dispersión de energías de rayos-X de la superficie.

Figura 6. Concentración de lindano en ppb en la solución de control y tras su desorción con ciclohexano-acetato de etilo, en el composite.

Figura 7. Porcentaje de fenol adsorbido transcurridos 3 horas de contacto para las Muestras carbon activo Cact, Biochar de leonardita Bcc y Biochar vegetal Bcv

Figura 8. Concentración de la suma de isómeros de hexaclorociclohexano en suelo real de Sabiñánigo (ppm) a los 7, 14, 28 y 50 días desde la aplicación de un 15% en suelo del composite.

Figura 9. Concentración de la suma de isómeros de lindano en suelo (ppm) en un suelo alcalino dopado con 500 ppm de lindano y 1000 ppm de metales pesados (Cu, Mn, Ni, Zn, Cd, As y Pb) desde las 24 horas hasta los 50 días desde la aplicación de un 15% en suelo del composite.

Figura 10. Concentración metales pesados soluble en suelo (ppm) en un suelo alcalino dopado con 500 ppm de lindano y 1000 ppm de metales pesados (Cu, Mn, Ni, Zn, Cd, As y Pb) a las 24 horas (Figura 10 a) y los 50 días (Figura 10 b) desde la aplicación de un 15 % en suelo del composite.

Figura 11. Concentración en ppm de Mn, Cu, Ni, Zn As, Pb y Cd en solución acuosa trascurridas 24h de contacto entre la solución acuosa de partida y 0,1 g de los diferentes tipos de óxido de magnesio testados a) MgO silo, b) MgO hidrato magna, c) MgO caustica reactiva, d) MgO PC8 (MgO del composite del ejemplo) y e) MgO

separación magnética.

EJEMPLOS

- 5 A continuación, se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la efectividad del producto de la invención.

1. Procedimiento de obtención

- 10 La Figura 1 (a) muestra una imagen obtenida por microscopía electrónica de barrido del óxido de Mg de la composición sólida. (b) Análisis de la superficie obtenido mediante la técnica de espectroscopía de dispersión de energías de rayos-X de la superficie del óxido de Mg de la composición sólida.

- 15 La Figura 2 muestra una imagen obtenida por microscopía electrónica de barrido del hidróxido sólido laminar de la composición sólida.

El componente B es carbón activo que se corresponde al producto caracterizado con este nombre y que tiene un número CAS de 7440-44-0.

20

El composite se obtiene por simple mezcla íntima de los componentes A y B (85 - 92,5% de A y 15 - 7,5 % de B). Esta mezcla se puede hacer a temperatura ambiente (25 °C). La mezcla se prepara a presión atmosférica.

- 25 *2. Poder reductor*

- El poder reductor del composite y de sus componentes A y B por separado, se determinó mediante un ensayo dosis-respuesta con ferricianuro. Para ello, se adicionan los componentes A y B por separado y el composite a 3 dosis (70, 350 y 700 ppm) a una solución de 0,25 mM de ferricianuro potásico, se dejan 24 horas en oscuridad y se mide la absorbancia a 420 nm.

- En la Figura 3 se muestran los resultados de la determinación del poder reducción mediante un ensayo con ferricianuro para un control sin composite, el componente A, el componente B y el composite formado por el componente A y B.

Los resultados mostrados en la Figura 3 demuestran que mientras el componente A no tiene poder reductor, el componente B sí que muestra un carácter reductor que se incrementa con la dosis, y que, al juntar ambos componentes en el composite, se da un incremento significativo del poder reductor del componente B. De esta forma, se demuestra la sinergia obtenida al mezclar ambos componentes en el composite, ya que la mezcla de ambos genera un poder reductor superior al de ambos componentes por separado. Esto refuerza la hipótesis del papel de componente A como activador del poder reductor del componente B en el composite.

3. Ensayos de viabilidad para la eliminación de contaminantes inorgánicos y orgánicos en aguas

3.1 Ensayos de viabilidad para la eliminación de metales pesado en aguas

Se adicionan 0,1 g de Composite sobre 50 mL de solución acuosa que comprende los siguientes metales pesados Mn, Cu, Ni, Zn y sobre otra que comprende As, Pb y Cd. La Figura 4 (a) muestra la concentración de cada uno de los metales en ppm en la solución acuosa. Transcurridas 24 horas se determina la concentración de cada uno de los metales en la solución acuosa (Ver Figura 4 (b)). En la Figura 4(b) se observa una disminución de la concentración de los metales de manera total o superior al 80% en todos ellos.

La Figura 5 (a) muestra una imagen obtenida por microscopía electrónica de barrido, (SEM) de Composite trascurridas 24h en contacto con la solución acuosa de metales pesados (Mn, Cu, Ni, Zn) y la Figura 5 (b) un microanálisis obtenido por la técnica de espectroscopía de dispersión de energías de rayos-X de la superficiende dicha Muestra 1. En la Figura 5 (b) se observan los picos correspondientes a los metales pesados que contenía la solución tratada. Este resultado concuerda con el obtenido al analizar la presencia de los metales en solución tras ser tratada con el composite (Figura 4b), relacionando la desaparición de los metales de la solución con su presencia en el composite.

3.2 Ensayos de viabilidad para la eliminación de lindano en aguas

Se adicionan el composite sobre 200 ml de solución acuosa de lindano (Control).

5 A modo de comparación se adicionan los componentes A y B del composite por separado sobre 200 ml de dos soluciones acuosas de lindano (Control), independientemente.

10 Transcurridos 7 días se extrae con ciclohexano-acetato de etilo el lindano adsorbido por el composite, y los componentes A y B. La Figura 6 muestra la concentración de lindano en ppb en la solución de control y en el resto de las soluciones con el composite, los componentes A y B, tras su desorción con hexano.

15 Se puede observar cómo sólo queda lindano en solución acuosa en el control, con lo que los componentes A, B y el composite son capaces de quitar del medio el lindano. La presencia de lindano en el componente A tras ser desorbido por hexano muestra que esa eliminación del lindano por dicho componente se debía a una adsorción del lindano sobre A. La parcial desorción en hexano del lindano (60 %) con el componente B indica tanto una adsorción como una degradación química del lindano en presencia de B. Finalmente, la ausencia total de lindano desorbido en hexano con el composite indica la completa e irreversible degradación del lindano con el composite.

20

3.3 Ensayos de viabilidad para la eliminación de fenol en aguas

25 Se adicionan 0,1 g de carbón activo sobre 200 ml de solución acuosa de 200 ppm de fenol.

25

A modo de comparación se adicionan 0,1 g de dos biochar obtenidos de diferentes orígenes sobre 200 ml de dos soluciones acuosas de 200 ppm de fenol, independientemente (Muestra Bcc y Muestra Bcv). Bcc se refiere a un biochar obtenido a partir de leonardita y Bcv se refiere a un biochar de origen vegetal.

30

Transcurridas 3 horas de contacto entre las muestras y el fenol, se determina el fenol en solución midiendo la absorbancia a 270 nm, y por diferencia se calcula el fenol adsorbido.

La Figura 7 muestra el porcentaje de fenol adsorbido para el carbón activo y los biochar. Se puede observar cómo los dos biochar son menos eficaces a la hora de adsorber el fenol en comparación con la muestra que comprende carbón activo.

5 4. Ensayos de viabilidad para la eliminación de contaminantes inorgánicos y orgánicos en suelos

4.1. Ensayo en un suelo con problemática real de contaminación orgánica en Sabiñánigo

10

Se añade una dosis del composite del 15 % en 5 kg de suelo y se compara con otro suelo sin tratar. Tras aplicar los tratamientos, se riega para hidratar la mezcla y ponerla en contacto con el contaminante.

15 Los suelos son lodos que forman parte del vertedero de Bailín en Sabiñánigo y contienen 500 ppm de diferentes isómeros de hexaclorociclohexano.

Se realizan diferentes muestreos durante el ensayo y se extrae el hexaclorociclohexano en n-hexano para extraer el contaminante desorbido. De esta forma, se determina la concentración de la suma de isómeros de hexaclorociclohexano en suelo (ppm) a los 7, 14, 28 y 50 días desde la aplicación del composite.

La Figura 8 muestra la concentración de la suma de isómeros de hexaclorociclohexano en suelo real de Sabiñánigo (ppm) a los 7, 14, 28 y 50 días desde la aplicación de un 15 % en suelo del composite. Como se puede observar, el composite es capaz de eliminar entre el 60-70 % de los hexaclorociclohexanos presentes en el suelo, más allá del 20 % que desaparece con el tiempo en el control sin composite.

30 4.2. Ensayo en un suelo alcalino dopado con lindano y metales pesados para el estudio final de la eliminación simultánea

Se aplica el composite a una dosis del 15 % en 15 kg de suelo y se compara con el suelo sin tratar. Tras aplicar los tratamientos, se riega para hidratar la mezcla y ponerla en contacto con el contaminante. El ensayo se realiza sobre un suelo alcalino dopado con 500 ppm de lindano y 1000 ppm de metales pesados (Cu, Mn, Ni, Zn, Cd, As y

Pb).

Se realizan diferentes muestreos durante el ensayo y se extrae el lindano en acetónitrilo para extraer el contaminante desorbido. De esta forma, se determina la
 5 concentración de la suma de lindano en suelo (ppm) desde las 24 horas a los 50 días desde la aplicación del composite.

De la misma forma, se determina en los muestreos la concentración de metales pesados (Cu, Mn, Ni, Zn, Cd, As y Pb) soluble en suelo (ppm) extraídos con DTPA,
 10 trietanolamina y CaCl_2 .

La Figura 9 muestra la concentración de la suma de isómeros de lindano en suelo (ppm) en un suelo alcalino dopado con 500 ppm de lindano y 1000 ppm de metales pesados (Cu, Mn, Ni, Zn, Cd, As y Pb) desde las 24 horas hasta los 50 días desde la
 15 aplicación de un 15 % en suelo del composite. Como se puede observar, hay una eliminación irreversible y total del lindano presente en el suelo desde la primera toma.

La Figura 10 muestra la concentración metales pesados soluble en suelo (ppm) en un suelo alcalino dopado con 500 ppm de lindano y 1000 ppm de metales pesados (Cu, Mn, Ni, Zn, Cd, As y Pb) a las 24 horas (Figura 10 a) y los 50 días (Figura 10 b) desde
 20 la aplicación de un 15 % en suelo del composite. Los resultados muestran que los metales que persisten en solución de suelo (Mn, Ni, Cd y Zn) son completamente fijados por el composite desde las 24 horas de aplicación y que dicha eliminación del medio se mantiene estable con el tiempo al observar los resultados a los 50 días.

25

5. Datos comparativos con otros óxidos de magnesio: especificidad del óxido de magnesio de la invención

Se comparó la eficacia del óxido de Mg del composite con otros óxidos de magnesio de diferentes orígenes: MgO silo, MgO hidrato magna, MgO caustica reactiva, MgO PC8 (MgO del composite del ejemplo), MgO separación magnética. Se aplicaron 0,1 g
 30 de los diferentes tipos de óxido de magnesio a una solución de 100 ppm de Mn, Cu, Ni, Zn As, Pb y Cd y trascurridas 24h de contacto se determinó la concentración de metales presentes en el sobrenadante.

35

La Figura 11 muestra la concentración en ppm de Mn, Cu, Ni, Zn As, Pb y Cd en solución acuosa trascurridas 24h de contacto entre la solución acuosa de partida y 0,1 g de los diferentes tipos de óxido de magnesio testados. De acuerdo a dicha figura, se puede observar cómo hay una variación de efectividad de los diferentes óxidos de magnesio con los diversos metales, siendo el óxido de magnesio del composite el más eficaz en la eliminación prácticamente total de todos los metales.

REIVINDICACIONES

1. Un composite para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en aguas o suelos caracterizada por que consiste en
 - 5 • una composición sólida que comprende
 - o un óxido de Mg, y
 - o un hidróxido sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho un hidróxido sólido laminar está situado sobre la
 10 superficie del óxido de Mg, y/o un precursor de un hidróxido sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho un hidróxido sólido laminar está situado sobre la superficie del óxido de Mg,
 - 15 • y carbon activo,
 donde el porcentaje en peso del carbon activo en el composite es de entre 5 % y 20 %.
2. El composite según la reivindicación 1, donde el porcentaje en peso del carbon activo en el composite es de entre 10 % y 15 %.
 20
3. Un procedimiento de obtención de un composite según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2 caracterizado por que comprende una etapa de mezclar físicamente
 - una composición sólida que comprende
 - 25 o un óxido de Mg, y
 - o un hidróxido sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un metal trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho un hidróxido sólido laminar está situado sobre la superficie del óxido de Mg, y/o un precursor de un hidróxido
 30 sólido laminar compuesto por un óxido-hidróxido de Mg y un trivalente seleccionado entre Fe(III), Al(III) y una combinación de los mismos, donde dicho un hidróxido sólido laminar está situado sobre la superficie del óxido de Mg,
 - con carbón activo,
 35 a una temperatura de entre 10 °C y 40 °C y a una presión de entre 1 atm y 3 atm.

4. El procedimiento según la reivindicación 3, donde la etapa de mezclado físico se lleva a cabo a temperatura ambiente y presión atmosférica.
- 5 5. Uso del composite según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 como agente descontaminante de aguas o suelos.
6. Uso del composite según la reivindicación 5, donde dicho uso es in situ o ex situ.
- 10 7. Uso del composite según cualquiera de las reivindicaciones 5 ó 6 para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en aguas.
8. Uso del composite según la reivindicación 7 para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en ecosistemas acuáticos.
- 15 9. Uso del composite según cualquiera de las reivindicaciones 5 ó 6 para la eliminación simultánea e irreversible de contaminantes inorgánicos y orgánicos en suelos.

20

Figura 1 (a)

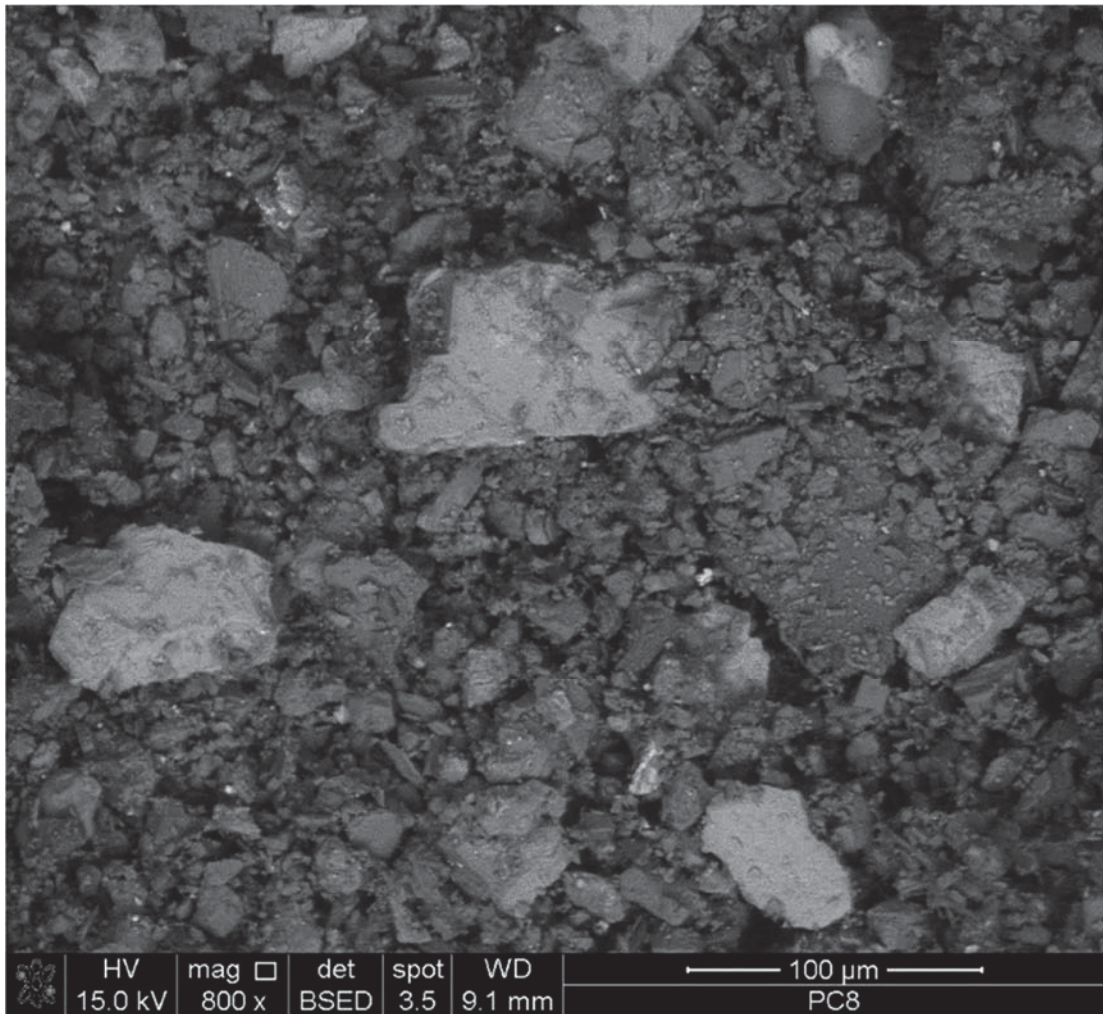


Figura 1 (b)

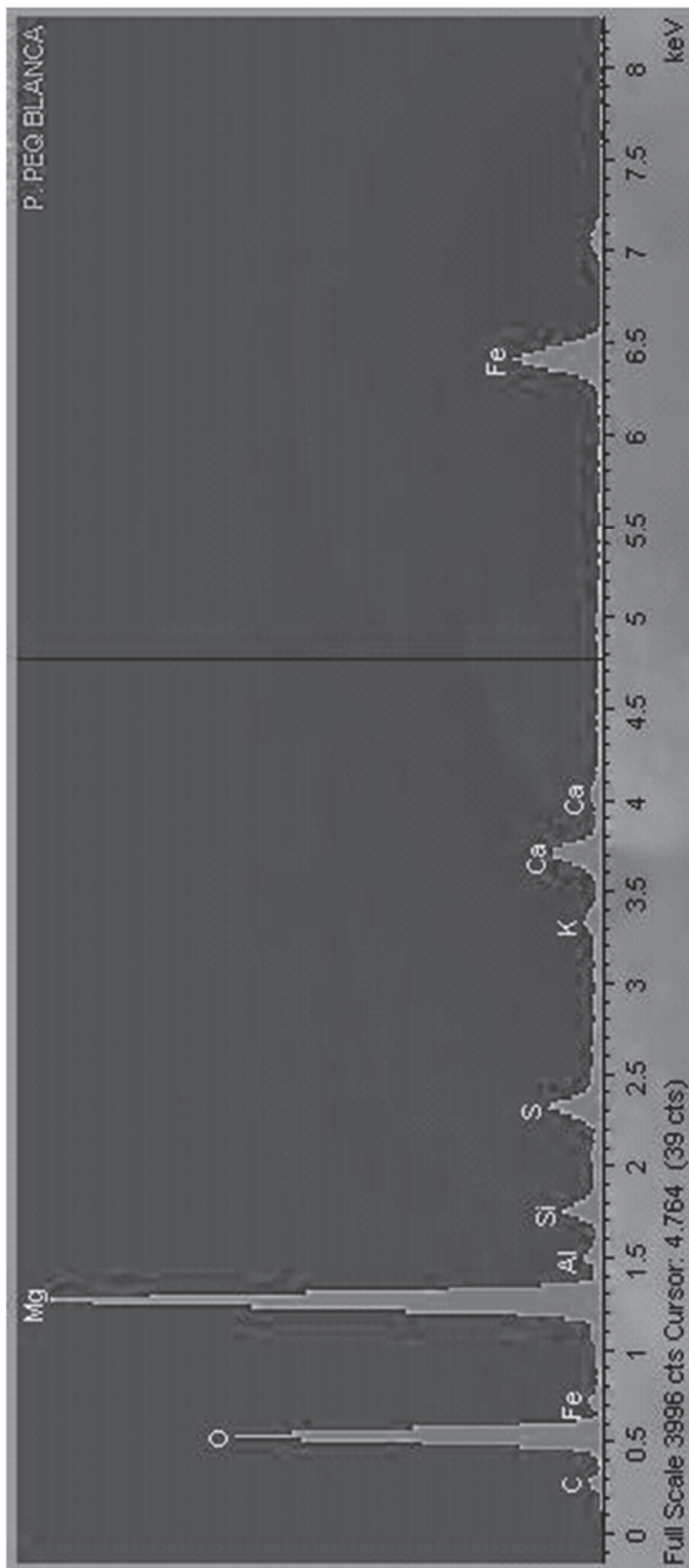


Figura 2

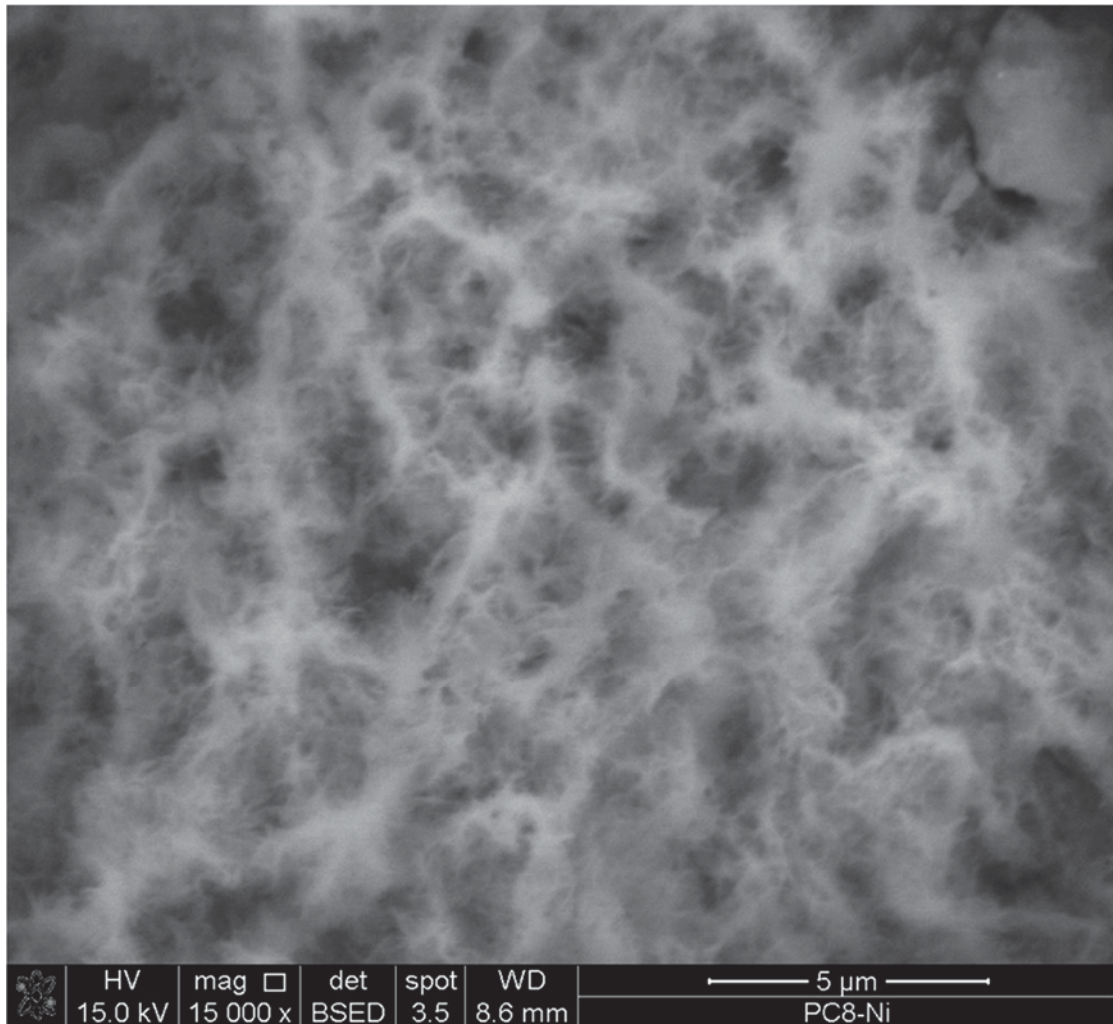


Figura 3

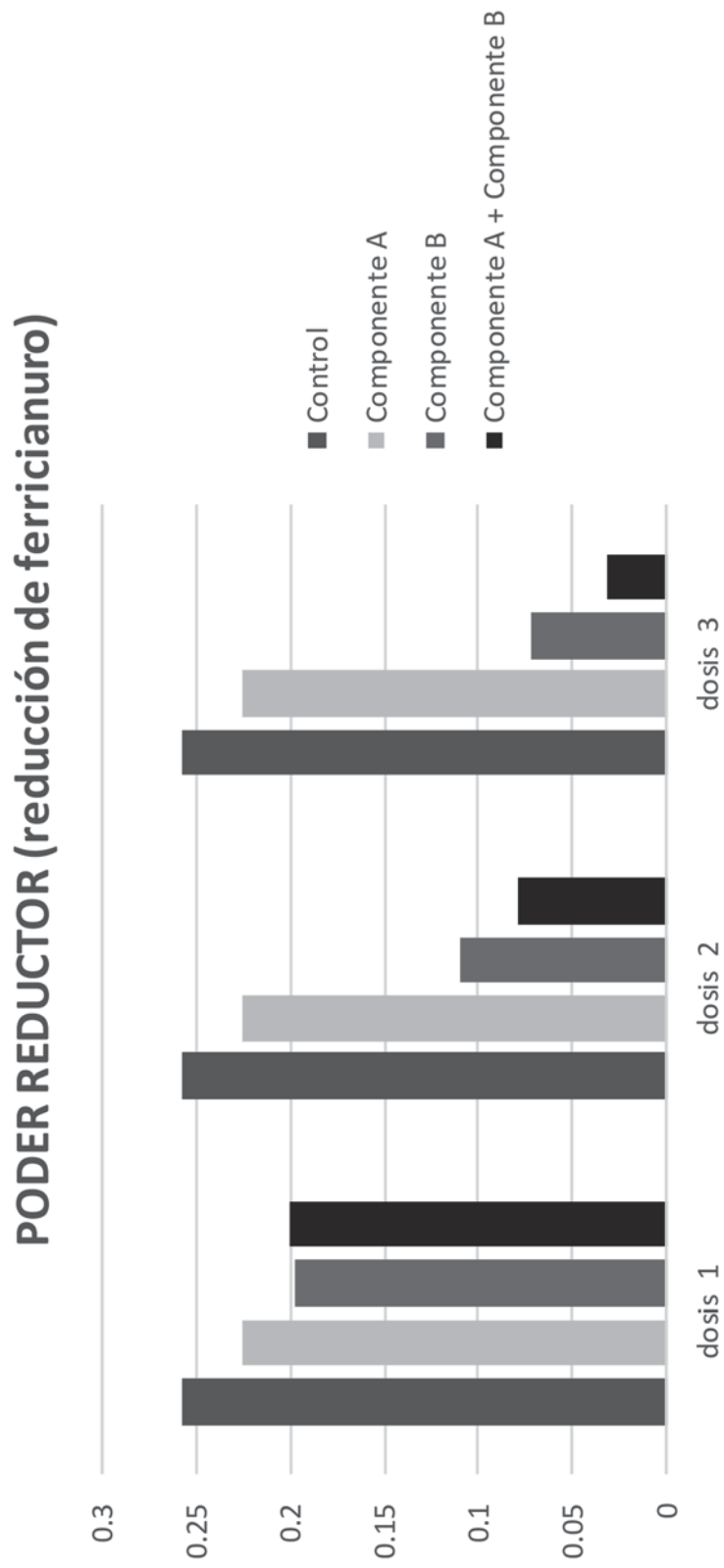
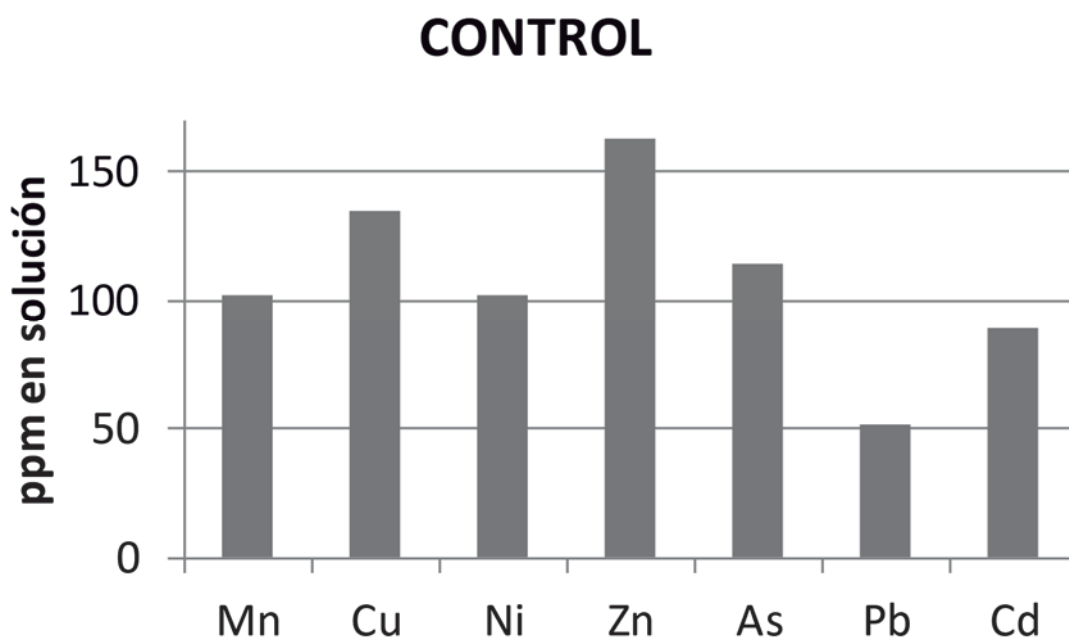


Figura 4

a)



b)

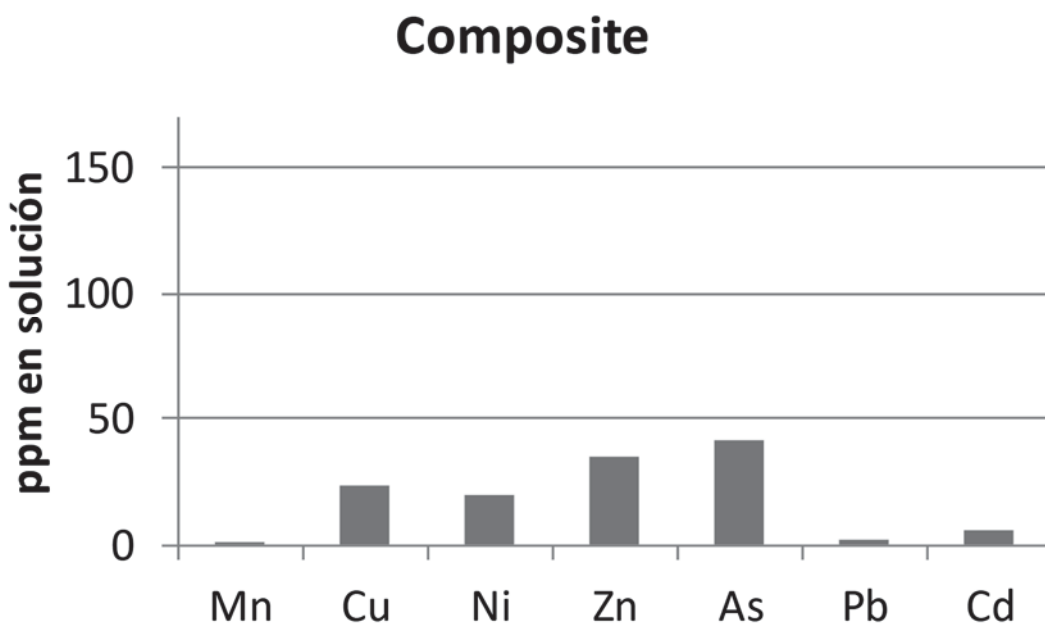


Figura 5 (a)

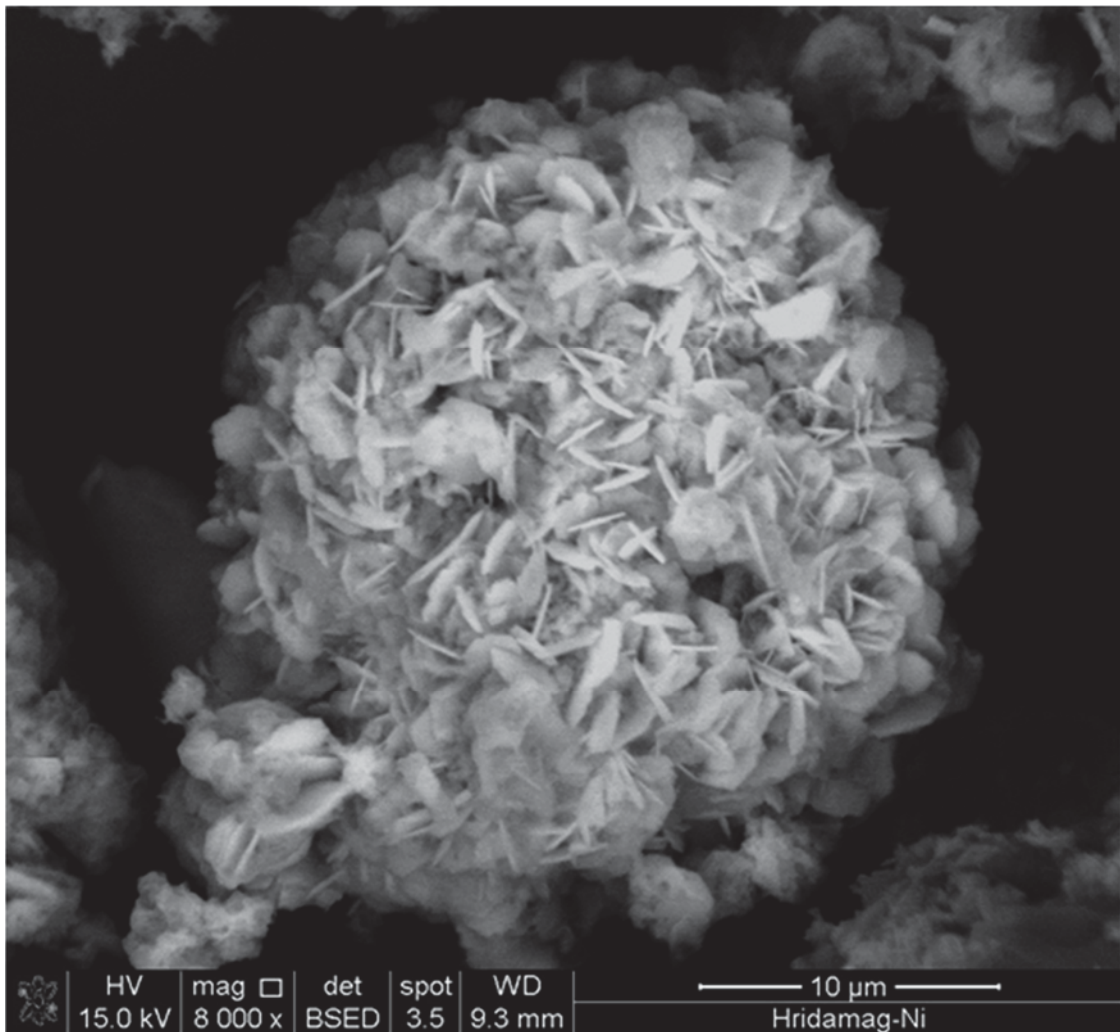


Figura 5 (b)

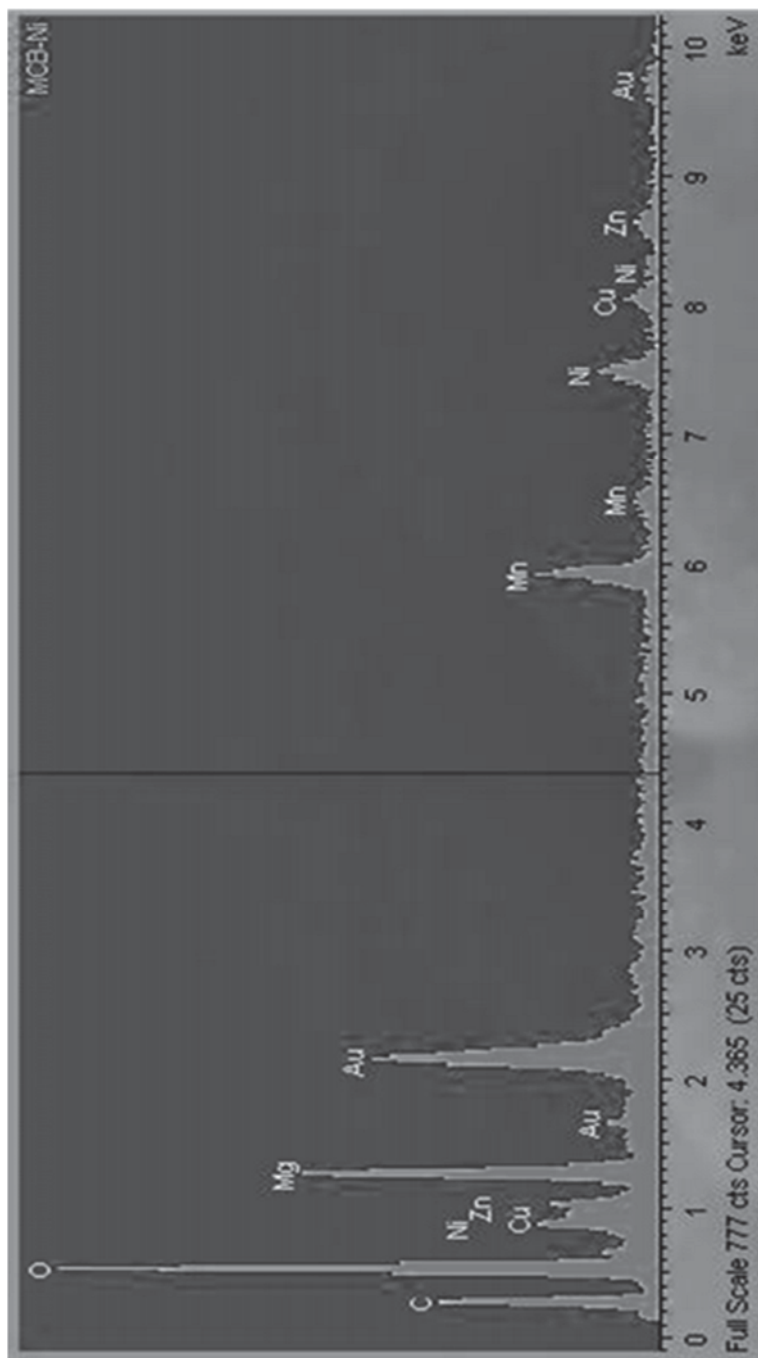


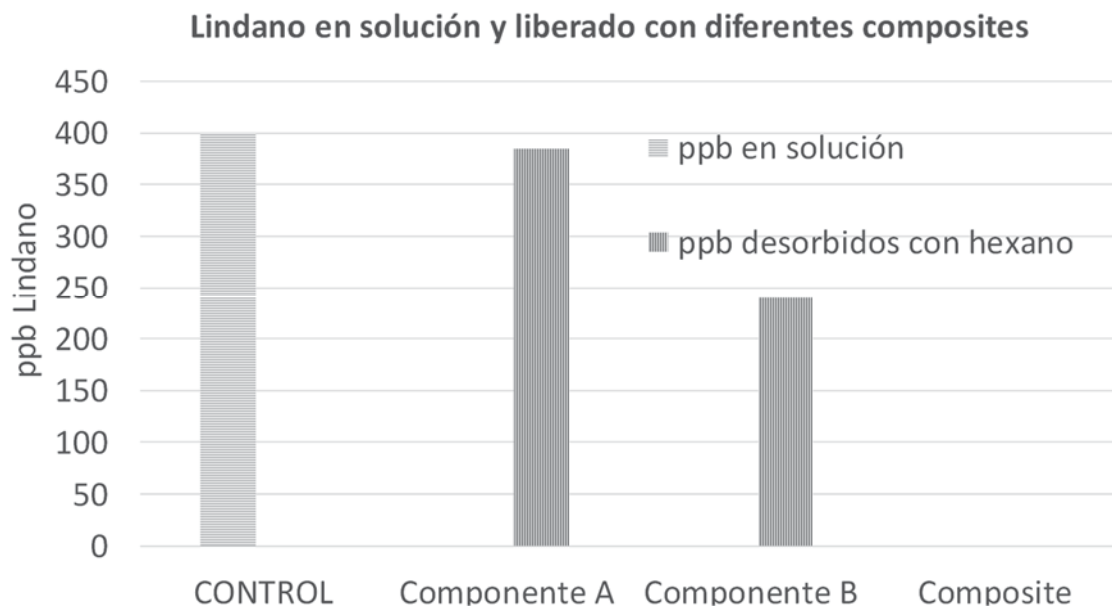
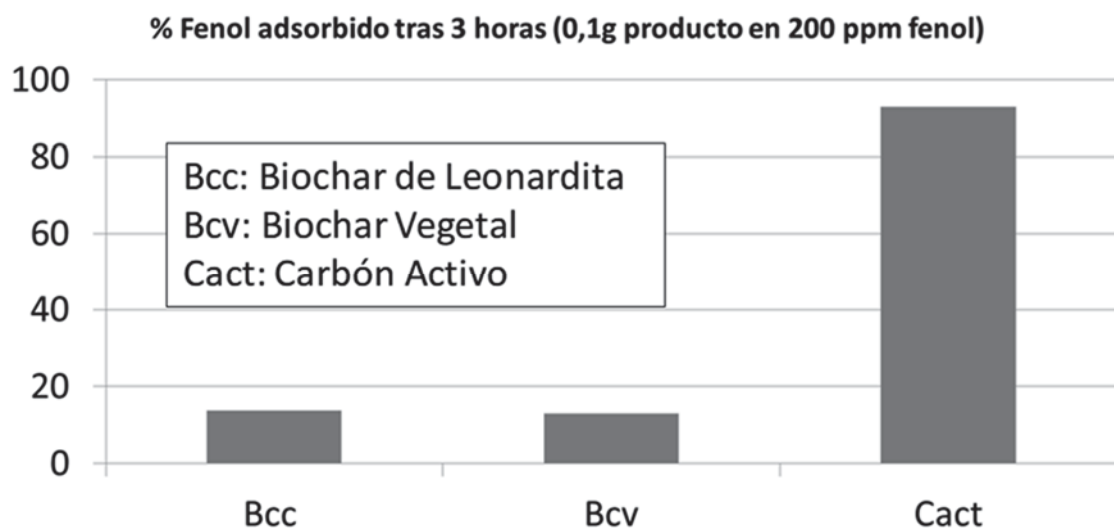
Figura 6**Figura 7**

Figura 8

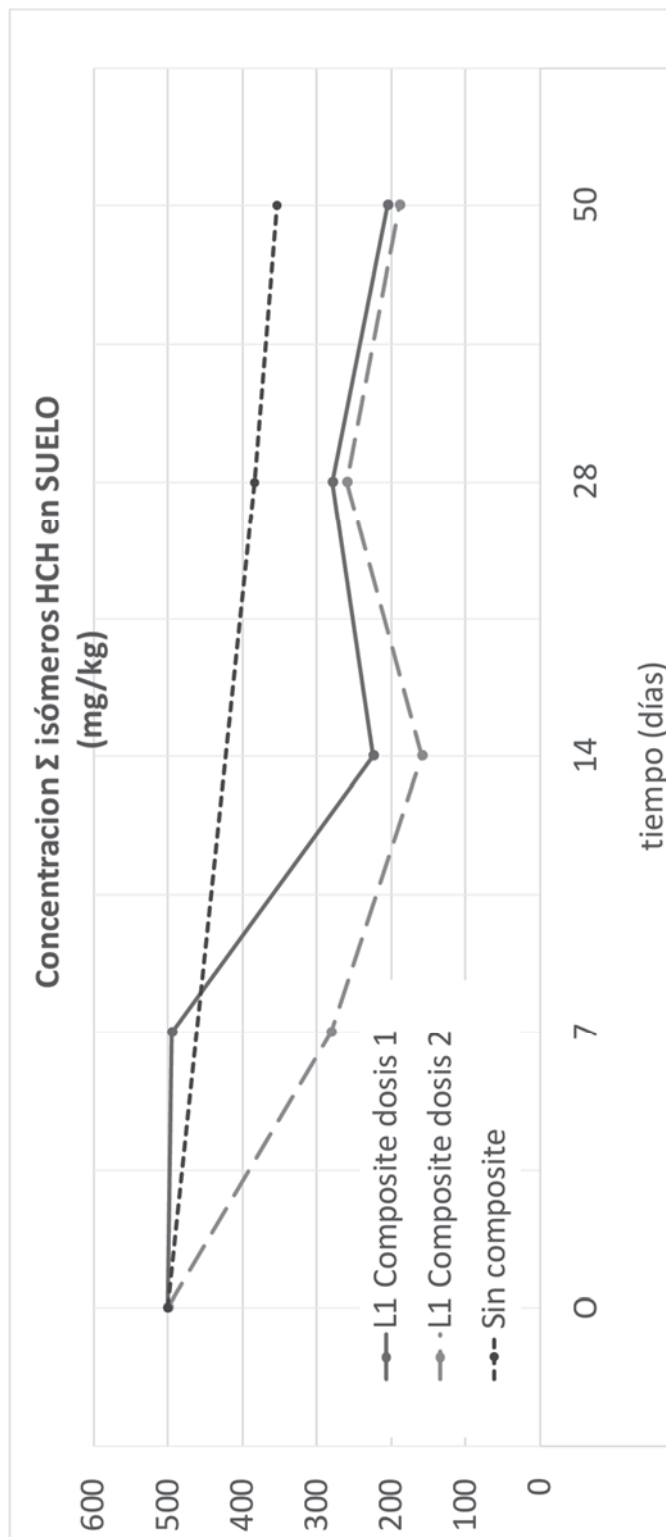


Figura 9

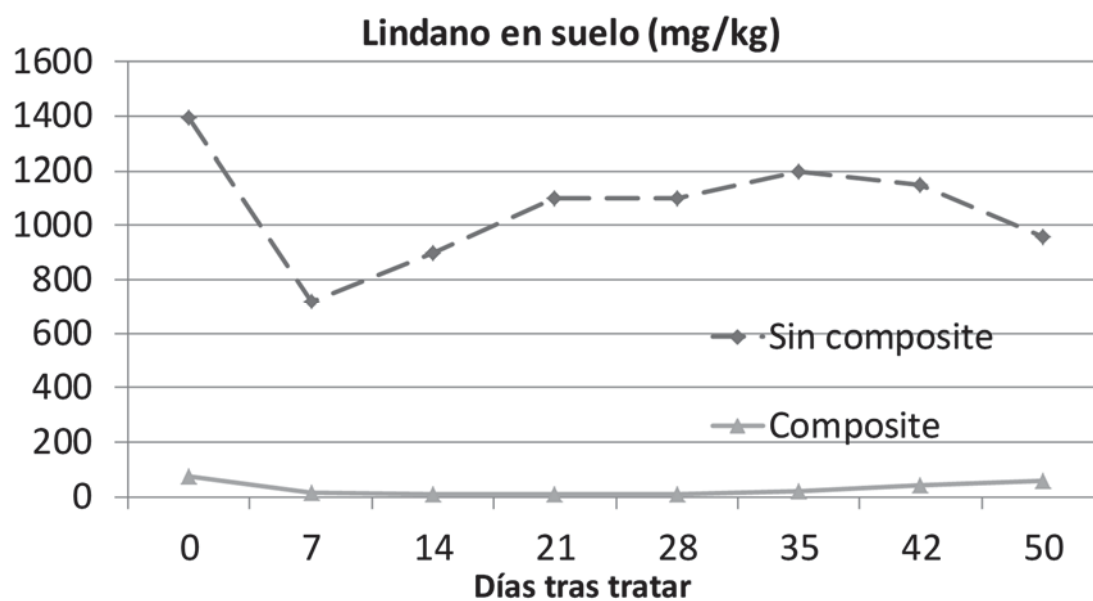
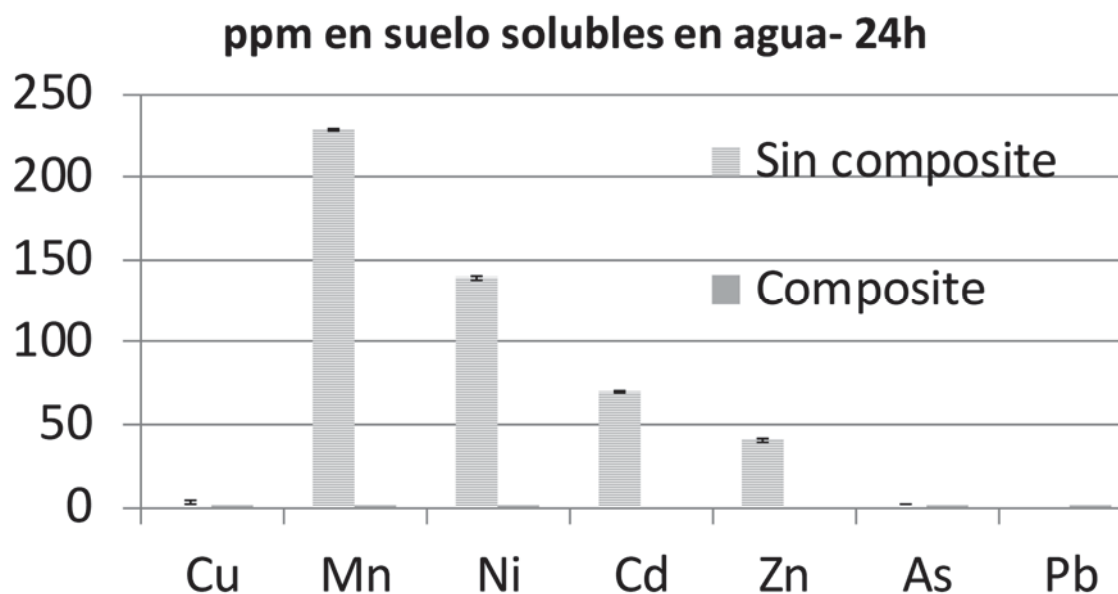


Figura 10

a)



b)

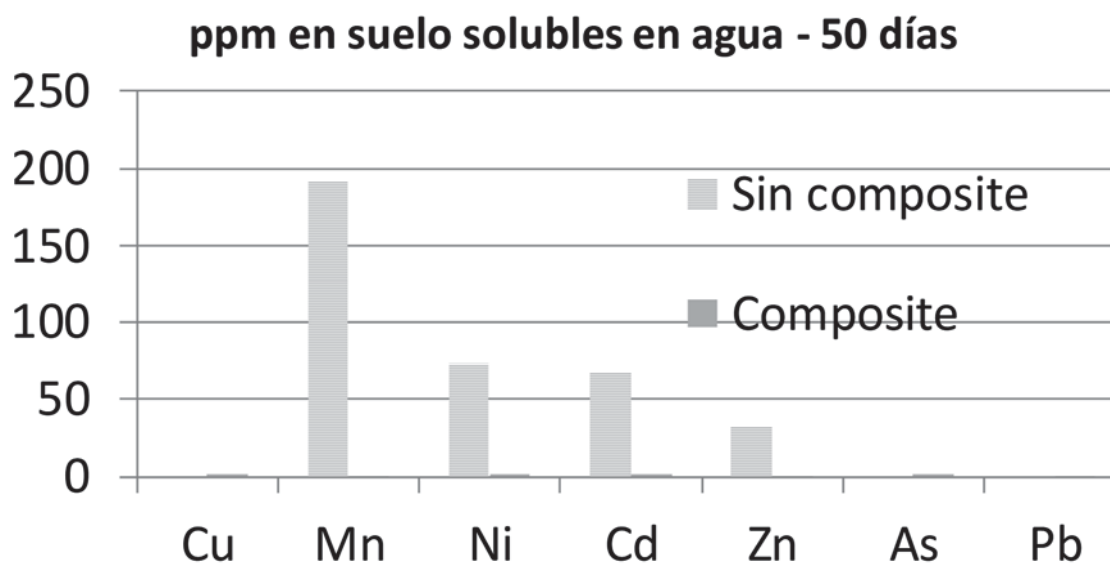
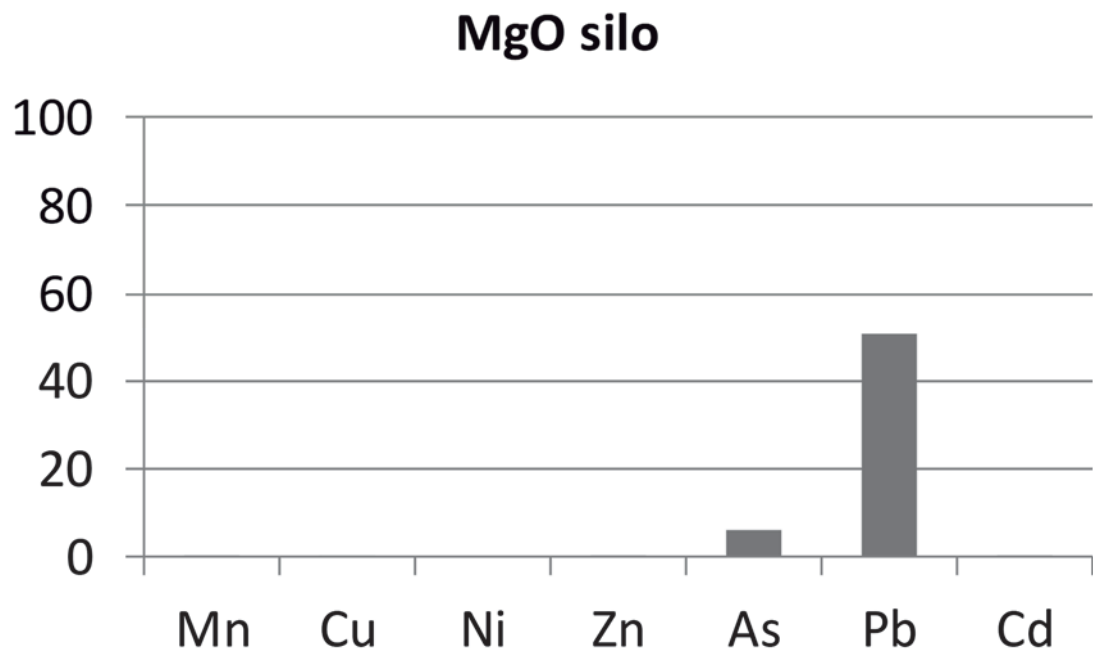


Figura 11.

a)



b)

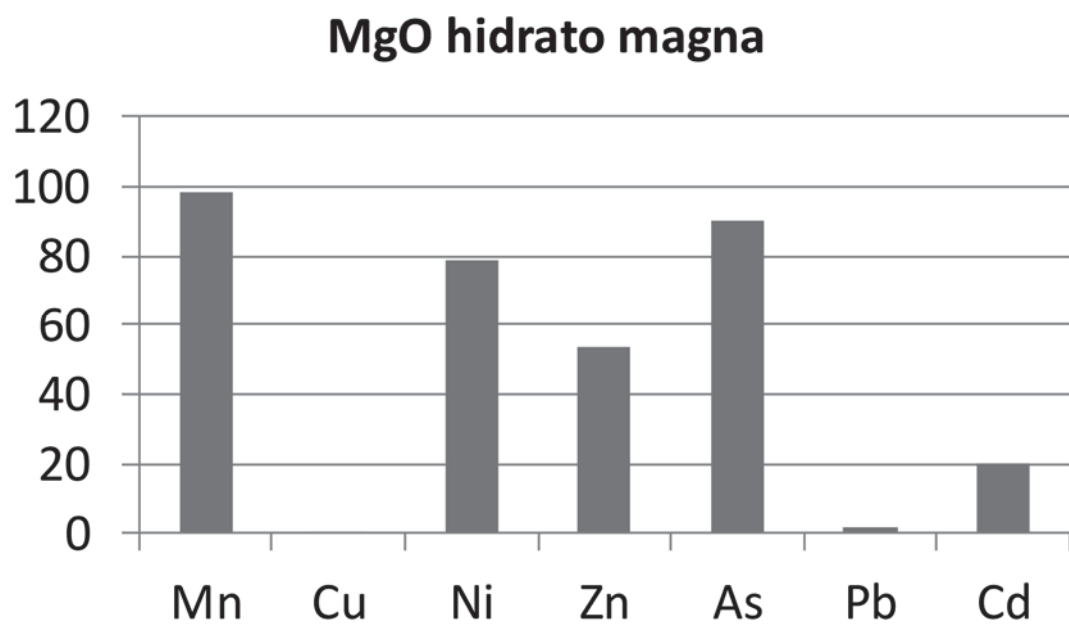
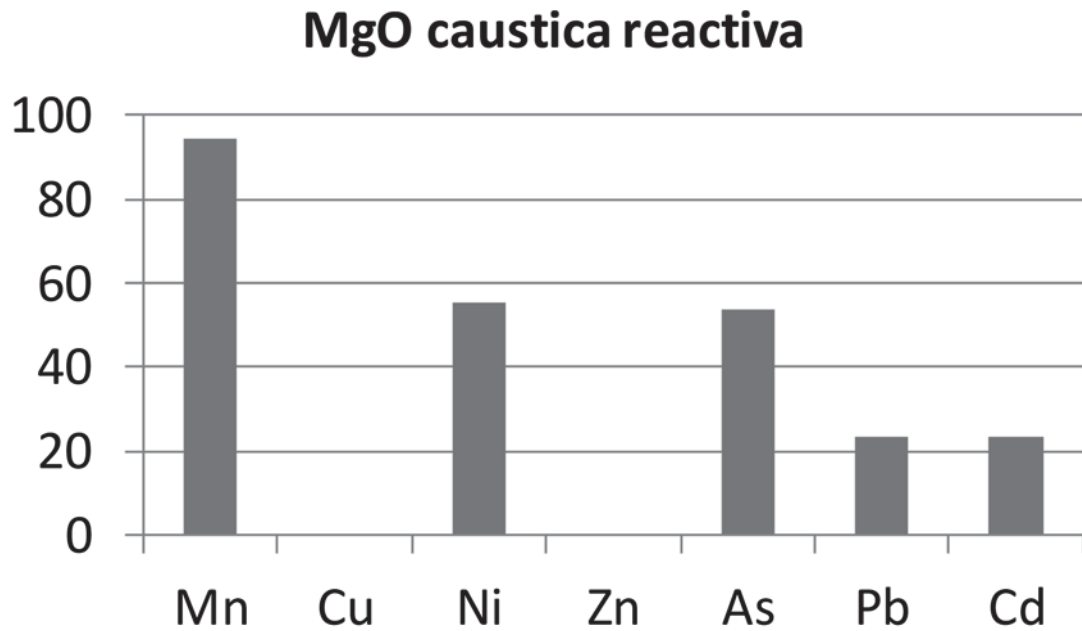


Figura 11 Continuación

c)



d)

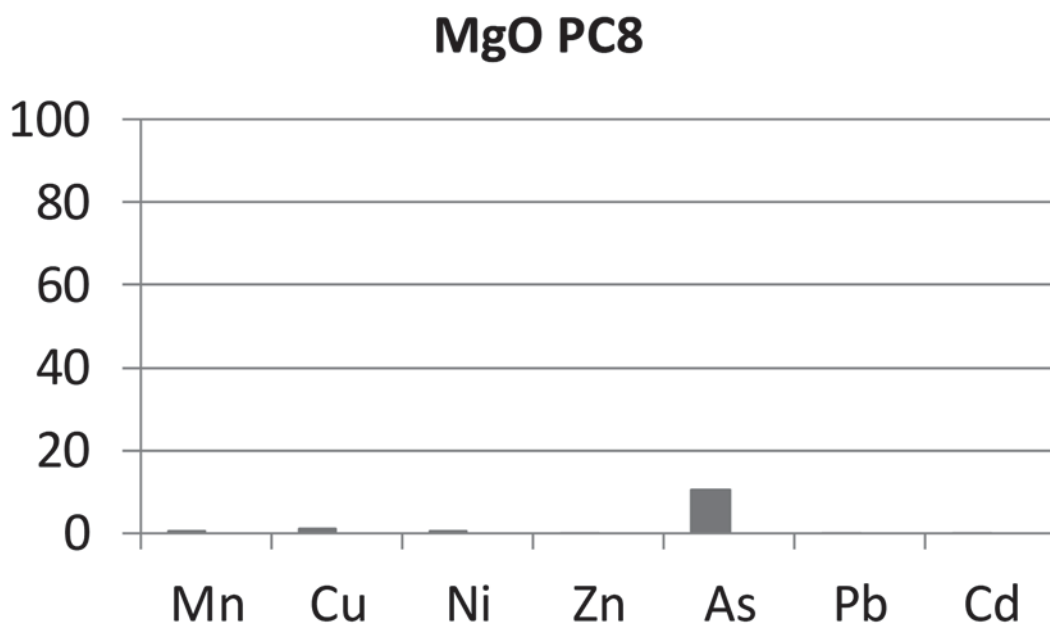


Figura 11 Continuación

e)

