



## TÍTULO DE PATENTE NO. 337275

**Titular(es):** UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO  
**Domicilio:** Lascuráin de Retana No. 5, 36000, Guanajuato, Guanajuato, MÉXICO  
**Denominación:** PROCESO PARA OBTENCIÓN DE ALÚMINA ACTIVADA AGLOMERADA  
**Clasificación:** Int.Cl.8: B01J20/284; B01J37/00  
**Inventor(es):** MERCED MARTÍNEZ ROSALES

### SOLICITUD

**Número:**  
MX/2008/15142

**Fecha de presentación:**  
16 de diciembre de 2008

**Hora:**  
18:13

**M**  
**País:**

### PRIORIDAD

**Fecha:**

**Número:**

**Vigencia:** Veinte años

**Fecha de Vencimiento:** 16 de diciembre de 2028

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

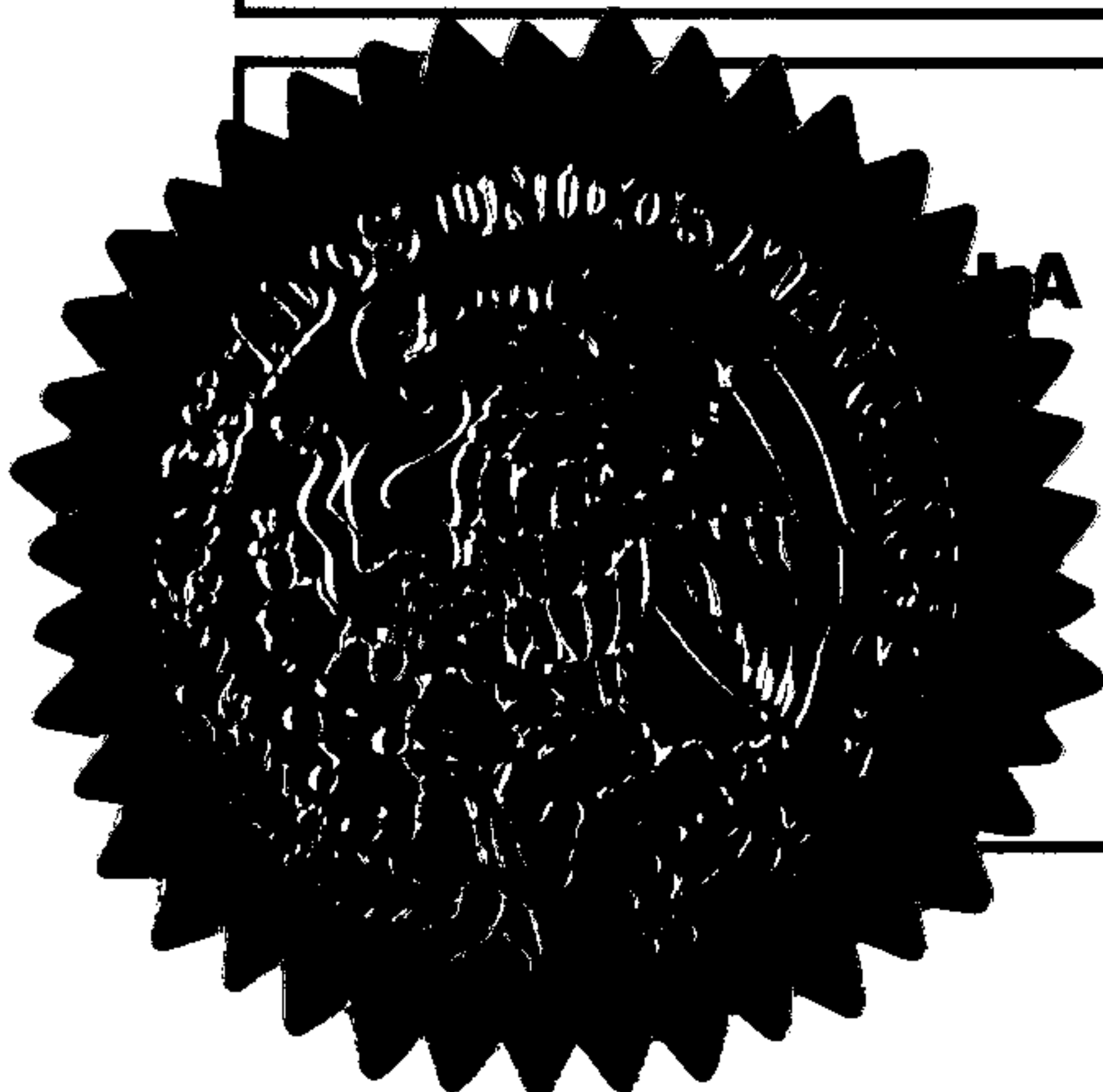
De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y está sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en los artículos 6º fracciones III y 7º bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 27/12/1999, reformada el 02/06/1994, 25/10/1999, 26/12/1997, 17/05/1999, 26/01/2004, 16/06/2005, 25/01/2006, 06/05/2009, 06/01/2010, 18/06/2010, 26/06/2010, 27/01/2012 y 09/04/2012); artículos 1º, 3º fracción V inciso a), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 01/07/2002, 15/07/2004, 28/07/2004 y 10/09/2007); artículos 1º, 3º, 4º y 5º fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 27/12/1999, reformado el 02/06/1994, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007); 1º, 3º y 4º inciso a) del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (D.O.F. 15/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007).

**Fecha de expedición:** 17 de febrero de 2016

**LA DIRECTORA DIVISIONAL DE PATENTES**

**NAHANNY CANAL REYES**



**PROCESO PARA OBTENCIÓN DE ALÚMINA ACTIVADA AGLOMERADA****DESCRIPCIÓN****CAMPO TECNICO DE LA INVENCION**

5 La presente invención se desarrolla en el área de la industria química y petroquímica como medio para quelante de sustancias contaminantes en efluentes de proceso químicos. Se desarrolló un proceso para la obtención de alúmina activada aglomerada a través de su fase precursora denominada pseudoboheimita, utilizando sulfato de aluminio de bajo costo como materia prima.

10

**ANTECEDENTES**

En la patente número WO 01/73142 A1. Date 4 October 2001. **AGGLOMERATION OF ALUMINA. ROBSON, Barry, James.** En este caso particular se trata de una patente que comprende la microaglomeración, por medio de un proceso de spray dry,  
15 el cual requiere mayor equipo que en nuestro caso, de alúmina obteniendo partículas aglomeradas de aproximadamente 12 micras de diámetro, para ser usadas en la fusión de aluminio, a diferencia de 0.3 mm de diámetro en nuestro caso, para aplicarse como adsorbente o como soporte de catalizador, y con la adición de un agente ligante tipo polimérico de clorohidróxido de aluminio, compuesto más complejo que el utilizado en  
20 nuestro caso, ácido nítrico diluido, en una concentración aproximada de 5% en peso, y menos de 2% (1.9-0.9%) en nuestro caso, lo cuál solo es eliminado por medio de



calcinación a 500 °C. En resumen, no se especifica la materia prima donde se obtiene el precursor de alúmina y el proceso requiere más equipo que la ruta propuesta en nuestro caso, las dimensiones de los aglomerados son muy diferentes en ambos caso, luego la aplicación de la alúmina descrita en la patente de referencia es para fines muy diferentes al de nuestro caso.

US 2005/0118096 A1. AGGLOMERATION OF ALUMINA AND BINDER THEREFOR. Barry J. Robson. Esta patente comprende un proceso muy similar al anterior, por lo mismo las diferencias marcadas anteriormente son similares. Aquí se parte de partículas aglomeradas de alúmina de aproximadamente 12 micras de diámetro con un contenido de soda u óxido de sodio menor de 0.4% en peso, enseguida se adiciona una suspensión de pseudoboehmita la cual tiene un pH entre 2-6, formando una mezcla tal que la cantidad de pseudoboehmita esta entre 0.8 y 5% en peso, luego esta mezcla se seca con aire (spray dry) para formar los gránulos de aglomerados. Las ventajas de nuestro caso respecto a esta patente es que utilizamos pseudoboehmita pura para la formación una suspensión con ácido nítrico diluido como peptizante y posteriormente esta suspensión se gotea en una columna de características definidas descritas en el texto, para dar forma a los aglomerados de 0.3 mm de diámetro, muy útil en la potencial aplicación como empaque de columnas de adsorción de elementos tóxicos presentes en fuentes de agua.

La patente número WO 2007/024309 A1. Date 1 March 2007. PROCESS FOR PRODUCING HIGH POROSITY BOEHMITE ALUMINAS. BARCLAY, David, A.

Este trabajo se orienta a la preparación de alúmina en base de boehmita, adicionalmente adicionando cantidades que van desde 0.1 a 5 % en peso como modificadores con la finalidad de obtener un precursor de alúmina con alta área específica. Sin embargo aquí es importante hacer notar que en estas condiciones el área específica resultante no rebasa los 250 m<sup>2</sup>/g. En nuestro caso sin aditivos logramos áreas específicas igual o mayores de 350 m<sup>2</sup>/g, parámetro muy útil desde el punto de vista de la aplicación visualizada como material adsorbente o soporte de catalizadores.

La patente número WO 2005/123590 A1. Date 29 December 2005. PROCESS FOR PRODUCING LOW-SODA ALUMINA, APPARATUS THEREFOR, ALUMINA, KIMURA, Kiichi. El contenido de esta patente trata sobre la preparación de alúmina a partir de la calcinación del hidróxido de aluminio obtenido mediante el proceso Bayer, con un contenido relativamente alto de soda (Na<sub>2</sub>O), desde 0.15 a 0.8% en masa. Este componente se considera nocivo cuando la alúmina así preparada es utilizada como aislante cerámico. En este caso, la soda causa defectos de aislamiento entre otros problemas. Como por ejemplo afecta las propiedades de películas semiconductoras de manera adversa. Por lo tanto el proceso descrito comprende a la vez, un agente removedor de soda, consistente de una solución ácida diluida en agua que permite disminuir el contenido de soda hasta menos de 0.01 % en masa o menos, de tal forma que se obtiene una alúmina con características de pureza suficiente para ser usada como material de cerámica fina, por ejemplo en equipos para la producción

de semiconductores. En nuestro caso, el contenido de soda ~~no está presente, es decir~~  
no se detecta por medio de Espectroscopia de Absorción Atómica, además que el uso  
de la alúmina preparada por nuestra ruta va encaminada a otros fines.

Diseño de un proceso para la aplicación de alúmina activada en la defluoración de  
5 agua de bebida por adsorción selectiva en proceso continuo. Sistema de Investigación  
Miguel Hidalgo. Dr. Rodolfo Trejo Vázquez. CONACYT 2000.<sup>n[r1]</sup> este trabajo se  
describe ampliamente una aplicación de la obtención de alúmina siguiendo el proceso  
descrita en nuestro proceso, esto es debido a que el Dr. Rodolfo Trejo pasó una  
temporada en nuestro laboratorio y asimiló la metodología, por ello, nuestra secuencia  
10 cobra mayor importancia, debido a que previamente ha sido probado el material  
preparado siguiendo nuestro proceso.

Un hidrogel de hidróxido de aluminio para eliminar el arsénico del agua. Juan Carlos  
Luján. Rev. Panam. Salud Pública/Pan Am J. Public Health 9(5), 2001. En esta  
referencia, hay similitud en las materias primas y en la secuencia del proceso hasta la  
15 obtención de una suspensión intermedia de hidróxido de aluminio, respecto a nuestro  
proceso. Esta suspensión es modificada por la adición de hipoclorito de calcio, lo cuál  
permite, además de la remoción de arsénico, la eliminación de bacterias tipo  
“Pseudomonas aeruginosa” presente en fuentes de agua. Reportada por un  
investigador argentino, ello ofrece la posibilidad de diversificar las aplicaciones de  
20 nuestro proceso, con la idea siempre de ser aplicados estos materiales, tal como se  
afirma en la referencia en análisis de utilizar los materiales en zonas de población

dispersa afectadas por la hidroarsenosis que carecen de agua potable e infraestructura sanitaria y eléctrica.

**Arsenic Removal from Drinking Water by Ion Exchange and Activated Alumina Plants. Lili Wang, Abraham Chen, Keith Fields. Battelle Columbus, OH 43201-2693.**

5 **EPA/600/R-00/088. October 2000. En esta referencia se hace notar que, utilizando**  
**alúmina activada similar a la preparada por nosotros, en plantas de tratamiento para**  
**remover arsénico, donde se manejan flujos entre 800 a 3,000 galones de agua**  
**conteniendo concentraciones de arsénico entre 45 y 65  $\mu\text{g/L}$ , utilizando alúmina**  
**activada como adsorbente, se remueve el arsénico con una eficiencia promedio del 97**  
10 **%, quedando solo entre 0.8 a 4.5  $\mu\text{g/L}$  de arsénico en el agua tratada, muy por debajo**  
**de lo que indica la Norma NMX Norma Mexicana (5  $\mu\text{g/L}$ ).**

El agua es uno de los recursos naturales más abundantes del planeta y es indispensable para el desarrollo de la vida y la actividad industrial. Es un recurso renovable y es ampliamente utilizado en las actividades humanas. Sin embargo, si está  
15 **contaminada es nociva ya que puede causar daños al ser humano y al medio ambiente.**  
**Por ejemplo, en muchas regiones del país, sobre todo en los estados del centro norte;**  
**Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes, Durango, etc., se ha padecido de la**  
**presencia de elementos tóxicos como flúor y arsénico entre otros. Sin embargo, los**  
**esfuerzos realizados por los gobiernos estatales y municipales han sido insuficientes**  
20 **para atender esta necesidad de la sociedad, sobre todo de aquellos habitantes de**  
**regiones rurales con los niveles económicos más bajos, es decir aquellos que no tienen**



acceso a tecnologías de tratamiento de aguas. En nuestra ~~invención adsorbe varios~~  
materiales y está constituido a base de alúmina activada, con características propias  
para remover los elementos tóxicos como los ya citados.

La alúmina activada aglomerada puede ser preparada por nosotros con  
5 características suficientes para ser empacada en forma de filtros con las dimensiones  
adecuadas al volumen de consumo de agua requerido.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10 **Figura 1. Esquema del proceso para obtención de pseudoboehmita  $\text{AlO}(\text{OH})$ .**

De forma frontal, se muestra en la primera parte (1) la etapa de disolución de la  
materia prima ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) sólida. En la etapa siguiente (2) se indica la dosificación del  
sulfato de aluminio en fase líquida mediante una bomba peristáltica (3) al reactor  
(etapa 4), en este se lleva a cabo la reacción del sulfato con amoníaco en condiciones  
15 específicas. En la parte final (5) se indica la etapa de filtración del producto o material  
sólido en forma de torta ( $\text{AlOOH}$ ) de interés.

**Figura 2. Patrón de difracción de rayos-X característico de la fase denominada  
pseudoboehmita ( $\text{AlOOH}$ ).**

En la parte superior del patrón de difracción aparecen recuadros con los valores  
20 promedio donde se pueden detectar las señales o picos y, complementariamente, el

valor correspondiente a la distancia interplanar de los arreglos atómicos detectados en el valor del ángulo de la escala  $2\theta$ .

**Figura 3. Esquema de aglomeración por goteo del precursor de alúmina activada.**

Frontalmente, en la etapa inicial (1) se ilustra la combinación de la pseudoboehmita con ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) diluido, hasta la obtención de una suspensión. Luego en la etapa (2) siguiente se muestra la suspensión mantenida en agitación para su dosificación mediante una bomba peristáltica (3), a una columna (4) conformada por dos sustancias, una (Medio A), pudiendo ser benceno, aceite lubricante, hexano u otra sustancia con características similares y la otra sustancia (Medio B), pudiendo ser amoníaco líquido con una concentración de  $\text{NH}_3$  mayor del 20 %. En la etapa siguiente se ilustra el material recuperado de la columna de aglomeración, sometido a una etapa de secado (5), y, finalmente el material aglomerado seco se somete a la etapa de calcinación (6) para obtener así el material denominado alúmina activada aglomerada.

**Figura 4. Patrón de difracción de alúmina activada.**

En esta figura se muestra el patrón de difracción de rayos-X característico de la alúmina activada, en el cuál se notan picos ensanchados, asociados con material mayormente amorfo, propio de materiales de con alta área específica, muy útil en aplicaciones como soporte de catalizadores o como adsorbente.



## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

“Proceso para obtención de alúmina activada aglomerada” el proceso es el siguiente

- a) El sulfato de aluminio sólido usado como materia prima se disuelve en agua destilada en una proporción aproximada de 3:1, líquido:sólido y se filtra para separar impurezas presentes con menos del 0.5 % (ver Figura 1-1).
- b) El sulfato de aluminio en solución acuosa (ver Figura 1-2), se adiciona por goteo en un reactor de tres bocas, utilizando una bomba peristáltica (Figura 1-3), manteniendo una velocidad de flujo controlada de aproximadamente 11.5 ml/min, c) esta solución se hace reaccionar con un corriente de amoniaco gas a flujo controlado (Figura 1-4).
- d) La reacción se lleva a cabo con agitación vigorosa a una temperatura entre temperatura ambiente y 70 °C y a un pH entre 9-11, así da lugar a un precipitado blanco que corresponde a un oxihidróxido de aluminio denominado Pseudoboehmita ( $\text{AlO}(\text{OH})$ ).
- e) Una vez finalizada la reacción, el precipitado se recupera por filtración y se lava exhaustivamente con agua amoniacal caliente 35°-70 con la finalidad de favorecer la eliminación del ión sulfato en solución (Figura 1-5). Aquí es importante hacer notar que dentro de las bondades del proceso es que esta solución resultante corresponde a un sulfato de amonio de alta pureza y con aplicaciones potenciales como fertilizante.
- f) El material sólido resultante en forma de torta, se seca al ambiente unas 12 horas. De esta forma se obtiene un material sólido en polvo fino color blanco, con área específica mayor de 300  $\text{m}^2/\text{g}$  y presenta un patrón de Difracción de Rayos-X (DRX) propio de la Pseudoboehmita (Figura 2), con señales análogas al patrón DRX de la

boehmita. g) El material así obtenido y secado previamente se mezcla vigorosamente con una solución de ácido nítrico diluido hasta formar una suspensión fluída (Figuras 3-1, 2), h) de tal forma que puede ser dosificada mediante una bomba peristáltica (Figura 3-3) a una columna de aglomeración por goteo (Figura 3-4). i) La columna de aglomeración de 1.25 m de altura x 0.005 m de diámetro consta de dos medios líquidos inmiscibles, uno en la parte superior pudiendo ser hexano, benceno, aceite lubricante, u otra sustancia con características similares (medio A), y otro en la parte inferior de hidróxido de amonio con una concentración mayor al 20 % como  $\text{NH}_3$  (medio B). Al hacer fluir la suspensión es recomendable que el tubo este sumergido (un cm) en el medio A, tal como se ilustra en la Figura 3-4. j) La gota de suspensión al salir del medio A, por un efecto de gelificación externa toma la forma de cuerpos esferoidales, forma que conservan a lo largo de la caída hasta llegar al fondo del matraz colocado en la parte inferior de la columna (Ver Figura 3-4). Los cuerpos así aglomerados conservan un grado de dureza suficiente para resistir el peso de los siguientes aglomerados que se van posando encima. Una vez finalizado el goteo de la suspensión en la columna, k) los aglomerados esferoidales se dejan en maduración, envejecimiento o neutralización durante unos 20 minutos, luego se sacan de la columna y se lavan exhaustivamente con agua hasta la liberación del olor a amoniaco. l) Posteriormente los aglomerados son secados al ambiente por unas 12 a 14 horas, m) luego se calcinan a  $500\text{ }^\circ\text{C}$  durante 4 horas (Ver Figuras 3-5 y 3-6). De esta forma se da lugar a la fase  $\gamma$ -alúmina o alúmina activada aglomerada, la cuál se identifica por su



patrón DRX característico y que aquí se ilustra en la Figura 4. Este material tiene amplio uso industrial como adsorbente, por ejemplo en la captura de sustancias tóxicas (arsénico, flúor entre otros) presentes en fuentes acuosas destinadas para consumo humano y/o como soporte de catalizadores heterogéneos utilizados en una gran variedad de reacciones, por ejemplo en procesos de hidrotreatmento en la refinación de petróleo.

Este proceso se distingue por el uso de sulfato de aluminio como materia prima económica, es decir menos de \$ 6.00 por Kg. Luego, el proceso de hidrólisis con amoniaco gas, también muy económico (\$ 55.00 pesos x Kg), mediante el cuál se lleva a cabo la reacción de síntesis, es prácticamente espontánea y, finalmente, n) el subproducto de la reacción es un sulfato de amonio en solución que mediante un proceso de cristalización se puede recuperar y aplicar potencialmente como fertilizante de alta pureza. Además, mediante este proceso de cristalización mencionado se puede recuperar el agua de disolución y de lavados para retroalimentarla al proceso.

En nuestro país no se sabe de alguna empresa que se dedique a la manufactura de alúmina activada, a la vez, este material por sus características texturales (área específica, volumen y diámetro de poro) puede ser aplicado en un número considerablemente grande de procesos, tanto como adsorbente para la eliminación de humedad en corrientes gaseosas, eliminación de elementos indeseables como flúor,



arsénico y otros en fuentes de agua para consumo, así como soporte de catalizadores en diferentes etapas de refinación del petróleo para la producción de combustibles.

### EJEMPLO 1.

5 | Un ejemplo de secuencia experimental es como sigue: una cantidad conocida de sulfato de aluminio en polvo se disuelven en un volumen conocido de agua destilada. La disolución formada se filtra para eliminar insolubles. La solución resultante se adiciona por goteo con una bomba peristáltica a un reactor por una de sus tres bocas a una velocidad aproximada de 10 mL x min, por otra boca lateral se introduce una  
10 | manguera para hacer llegar amoniaco gas, el cual se hace burbujear en el seno de la solución de sulfato, a una velocidad de flujo aproximada de 50 mL x min. Sin aplicar calor la temperatura se eleva hasta 40-45 °C por ser una reacción exotérmica, mientras que el pH se mantiene entre 9-10. Finalizada la reacción, el material en suspensión se recupera por filtración y se lava con suficiente agua amoniacal caliente  
15 | hasta prueba negativa de sulfato (prueba del  $\text{BaCl}_2$ ). La torta se deja secar al ambiente por unas 16 hrs, luego una cantidad conocida del material seco en polvo se pone en contacto con una solución de ácido nítrico diluido y se mezclan con agitación vigorosa durante 15 min, dando lugar a una suspensión que es succionada con una bomba peristáltica y se adiciona por goteo a una columna de aglomeración descrita  
20 | con anterioridad e ilustrada en la Figura 3. Finalizada la adición por goteo los aglomerados formados se dejan en “maduración” durante 20 min, luego se sacan y se

lavan con agua destilada hasta eliminar el olor a amoníaco. El material aglomerado se seca al ambiente durante 16 horas, luego se calcina a 550 °C durante 4 horas. La alúmina activada así obtenida se caracteriza por diferentes técnicas. Algunas de sus propiedades se muestran en la Tabla 1.

5                    **Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de alúmina activada aglomerada.**

Temp. De reacción (°C)	Patrón DRX del precursor	Tratamiento térmico (°C)	Ø de aglom. (cm)	Resist. A la ruptura (Nw)	S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)
Ambiente	Psb*	110	3	88	355
		550	3	80	287
Ref. comercial	---	550	2.5	26	255

Psb\* = Pseudobohemita (AlO(OH)), precursor de alúmina activada.

#### EJEMPLO 2.

10    La secuencia experimental es la misma que en el ejemplo 1, con la única variante es que en la reacción se aplica temperatura, de tal forma que la reacción se lleva a cabo a 55 °C. Los resultados se resumen en la Tabla 2.

**Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas de alúmina activada aglomerada.**

Temp. De reacción (°C)	Patrón DRX del precursor	Tratamiento térmico (°C)	Ø de aglom. (cm)	Resist. A la ruptura (Nw)	S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)
55	Psb*	110	3	122	311
		550	2	33	233
Ref. comercial	---	550	2.5	26	255

\*Psb = Pseudobohemita (AlO(OH)), precursor de alúmina activada.

### EJEMPLO 3.

- 5 La secuencia experimental es la misma que en el ejemplo 1, con la única variante es que en la reacción se aplica temperatura, de tal forma que la reacción se lleva a cabo a 65 °C. Los resultados se resumen en la Tabla 3.

**Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas de alúmina activada aglomerada.**

Temp. De reacción (°C)	Patrón DRX del precursor	Tratamiento térmico (°C)	Ø de aglom. (cm)	Resist. A la ruptura (Nw)	S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)
65	Psb*	110	3	125	260
		550	2	160	239
Ref. comercial	---	550	2.5	26	255

\*Psb = Pseudobohemita (AlO(OH)), precursor de alúmina activada.

10

### EJEMPLO 4.

La secuencia experimental es la misma que en el ejemplo 1, con la única variante es que en la reacción se aplica temperatura, de tal forma que la reacción se lleva a cabo a

15 70 °C. Los resultados se resumen en la Tabla 4.



**Tabla 4. Propiedades fisicoquímicas de alúmina activada aglomerada.**

Temp. De reacción (°C)	Patrón DRX del precursor	Tratamiento térmico (°C)	Ø de aglom. (cm)	Resist. A la ruptura (Nw)	S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)
70	Psb*	110	3	146	226
		550	3	220	218
Ref. comercial	---	550	2.5	26	255

\*Psb = Pseudobohemita (AlO(OH)), precursor de alúmina activada.

5

10

15

**REIVINDICACIONES****1. Proceso para obtención de alúmina activada aglomerada caracterizada porque**

consiste en las etapas:

- 5 a) El sulfato de aluminio sólido usado como materia prima se disuelve en agua destilada en una proporción de 3:1, líquido:sólido y se filtra para separar impurezas presentes con menos del 0.5 %
- b) El sulfato de aluminio en solución acuosa se adiciona por goteo en un reactor de tres bocas, utilizando una bomba peristáltica manteniendo una  
10 velocidad de flujo controlada de aproximadamente 11.5 ml/min
- c) Esta solución se hace reaccionar con una corriente de amoníaco gas a flujo controlado.
- d) La reacción se lleva a cabo con agitación vigorosa a un intervalo de temperatura entre temperatura ambiente (20°C) - 60 °C y a un pH entre 9-11,
- 15 e) Una vez finalizada la reacción, el precipitado se recupera por filtración y se lava exhaustivamente con agua amoniacal caliente 35-70°C.
- f) El material sólido resultante en forma de torta, se seca al ambiente 12 horas.
- g) El material así obtenido y secado previamente se mezcla vigorosamente con una solución de ácido nítrico diluido hasta formar una suspensión fluida.
- 20 h) Luego es dosificada mediante una bomba peristáltica a una columna de aglomeración por goteo.

- i) La gota de suspensión al salir de la columna, por un efecto de gelificación externa toma la forma de cuerpos esferoidales.
- j) Posteriormente los aglomerados son secados al ambiente por unas 12 a 14 horas.
- 5 k) Luego se calcinan a 500 °C durante 4 horas
2. El proceso de la reivindicación 1 caracterizado porque la reacción del sulfato de aluminio con una corriente de amoníaco gas da lugar a un material precursor de alúmina y que al mezclarse con una solución acuosa de ácido da lugar a cuerpos esferoidales de un material precursor o intermedio, que al ser calentado a una
- 10 temperatura de 450-500 °C se obtiene alúmina activada aglomerada.
3. El proceso de la reivindicación 1, caracterizado porque la columna de aglomeración descrita en el punto h) es de 1.25 m de altura x 0.005 m de diámetro consta de dos medios líquidos inmiscibles, uno en la parte superior pudiendo ser benceno, aceite lubricante, u otra sustancia con características similares (medio A), y otro en la
- 15 parte inferior de hidróxido de amonio con una concentración mayor al 20 % como NH<sub>3</sub> (medio B).
4. El proceso de la reivindicación 1 caracterizado porque el sólido formado en la etapa de síntesis se recupera por filtración y se seca al ambiente.
5. El sólido descrito en la reivindicación 4, caracterizado porque presenta valores de
- 20 área específica entre 250-350 m<sup>2</sup>/g y alta porosidad (0.7-1.0 cm<sup>3</sup>/g).



6. El proceso de la reivindicación 1 caracterizado porque los aglomerados se secan al ambiente por 14 horas y después se calcinan a 500 °C durante 4 horas.
7. Los cuerpos esferoidales de alúmina activada aglomerada resultantes del proceso descrito en la reivindicación 1 y 6 caracterizados porque miden entre 2 y 3 mm de diámetro exterior, área específica con valores desde 250-320 m<sup>2</sup>/g y porosidad entre 0.6-0.8 cm<sup>3</sup>/g.

10

15

20



## RESUMEN

Se describe un proceso para la obtención de alúmina activada aglomerada a partir de sulfato de aluminio de pureza baja entre el 5%. El proceso consiste de dos etapas principales, la primera define la preparación del material pseudoboehmítico, sólido en polvo, haciendo reaccionar una solución de sulfato de aluminio con amoníaco gas en condiciones definidas, y la segunda, define la formación de cuerpos esferoidales aglomerados por goteo, los cuales al ser calcinados dan lugar a la fase de alúmina activada con propiedades de resistencia a la ruptura superiores a un material aglomerado de referencia y con valores de área específica entre 230-300 m<sup>2</sup>/g, típicos a los de este tipo materiales adsorbentes.

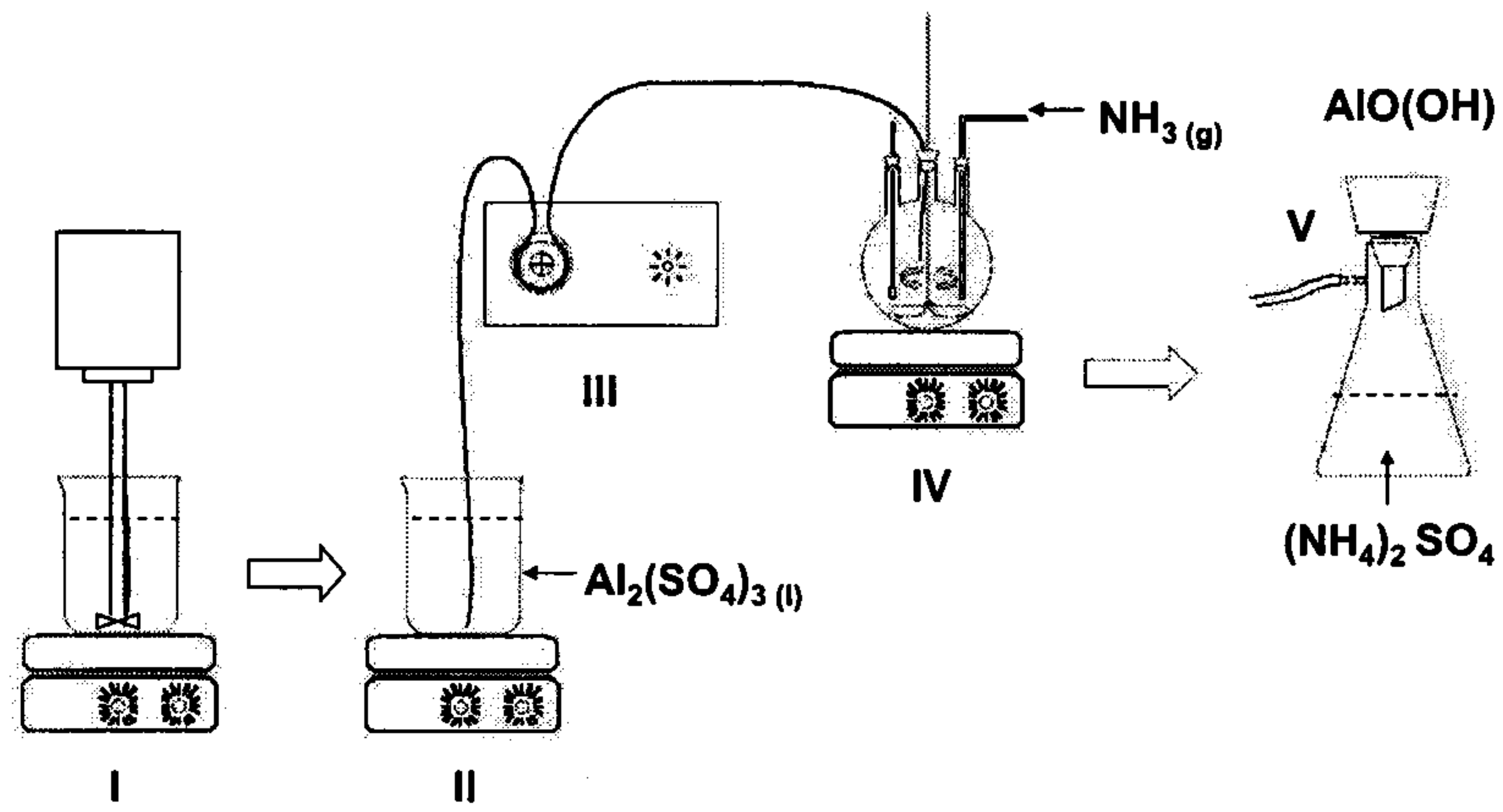


Figura 1.

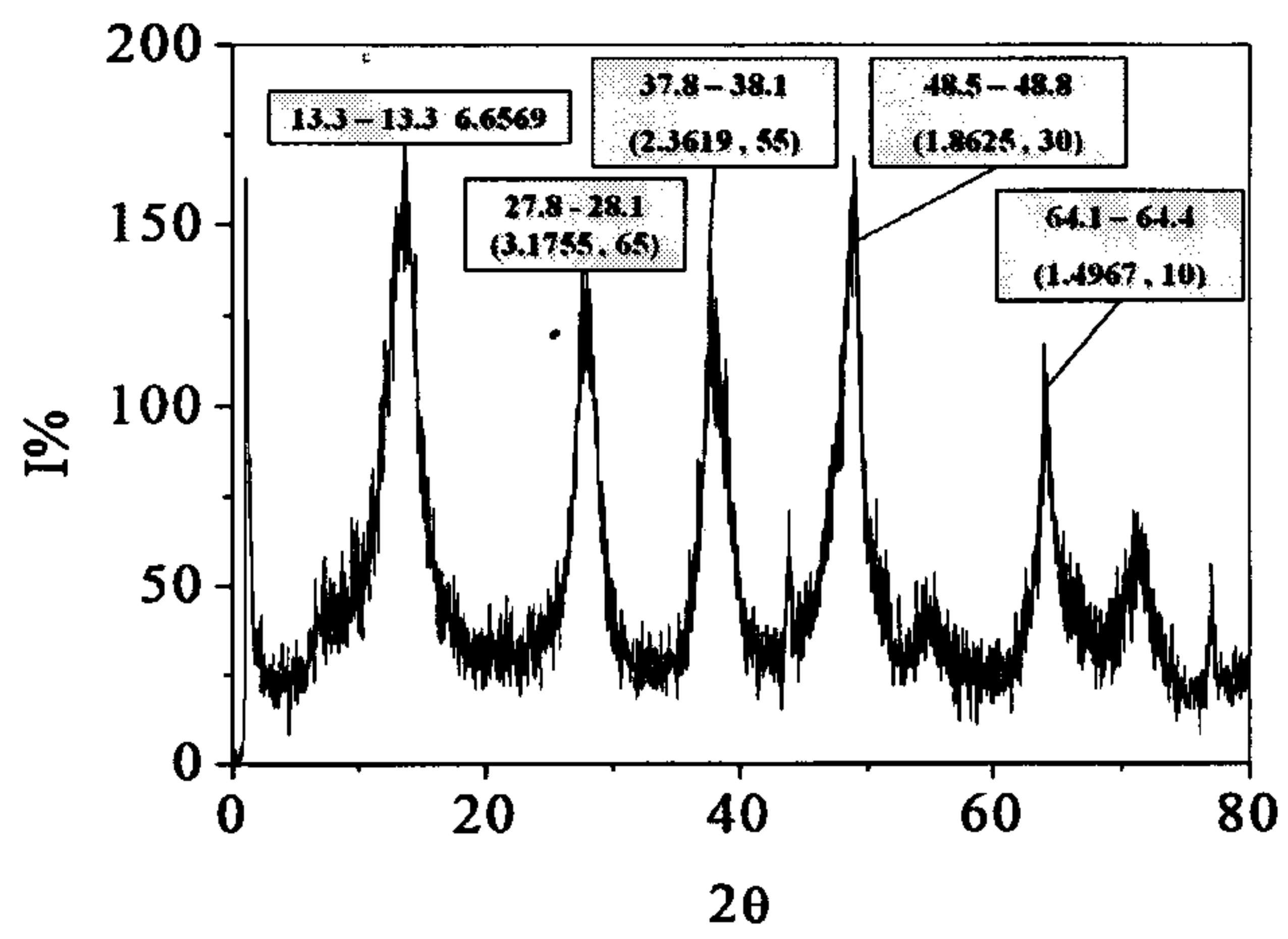


Figura 2.



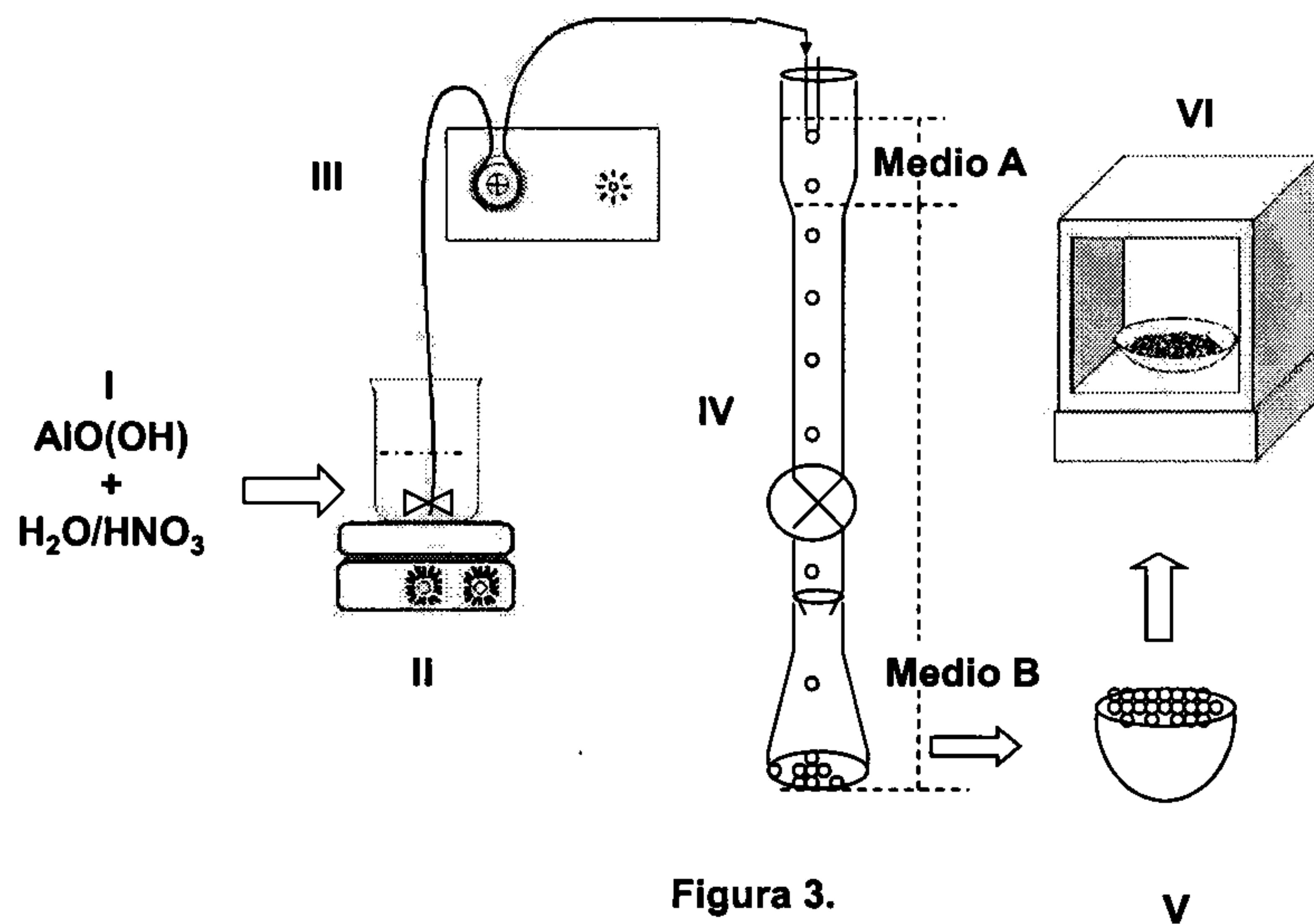


Figura 3.

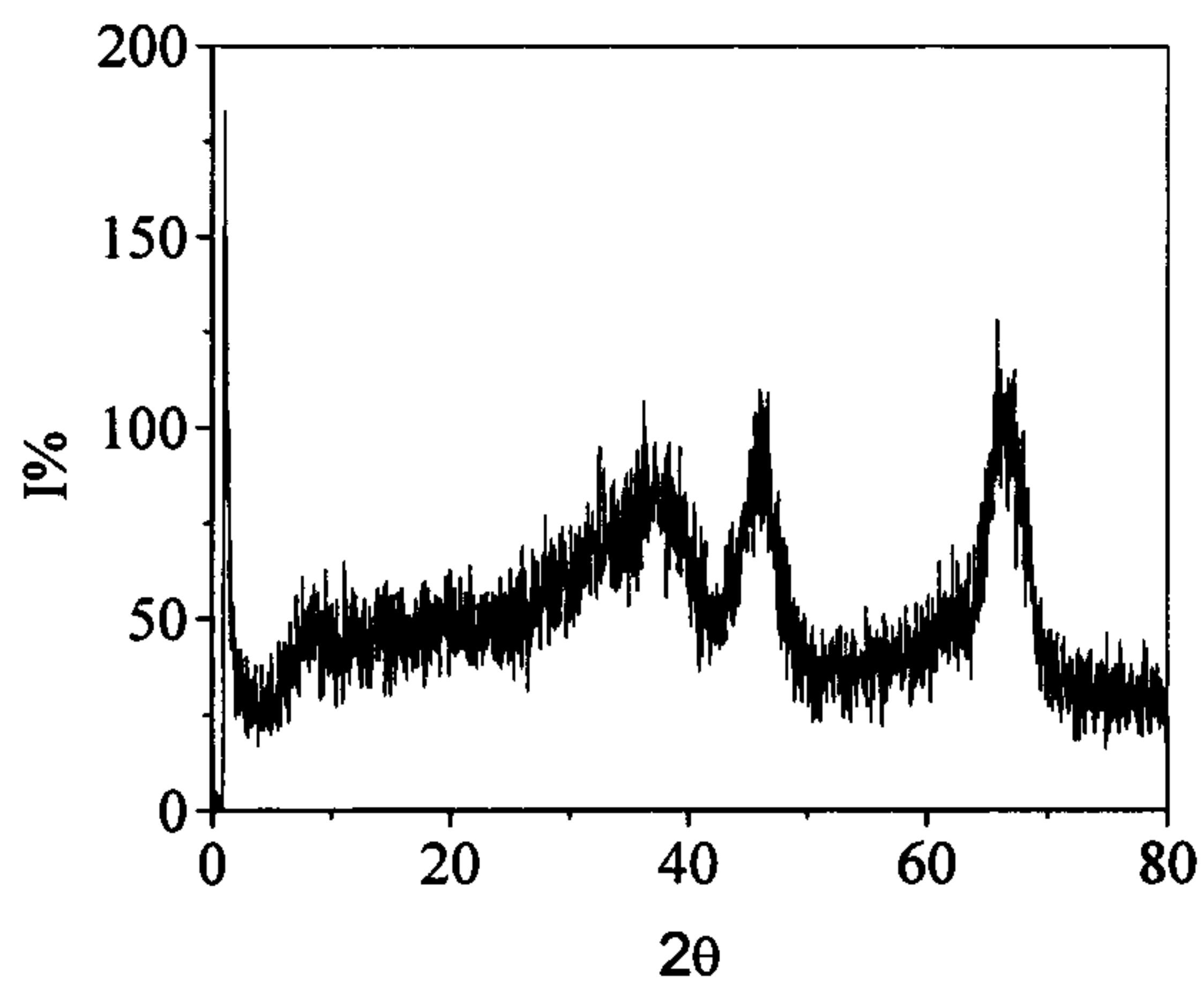


Figura 4.