

Evaluación de la viabilidad de la fabricación de pintura a partir de desechos metálicos de zinc

Brol Jiménez, Isabella María, isabellabroll@gmail.com, Castillo Lanza, Silvia María s.castillolanza@gmail.com, Prado Aquino, José Rodolfo Prado, chofoprado2007@hotmail.com, Samayoa Velásquez, Eder Vinicio, edersamayoa9@hotmail.com, Eduardo Isaac Sanabria Tobar, eduard.7sanabria@gmail.com. Estudiantes de quinto año (2016) de Ingeniería Química e Ingeniería Química Industrial, en 2017 los estudiantes se graduaron.

RESUMEN

En el desarrollo del presente proyecto se presente las bases para realizar la Evaluación de la viabilidad de la fabricación de pintura a partir de desechos metálicos de zinc.

A partir del estudio preliminar realizando durante el curso de proyectos de Ingeniería Química 1, bajo el asesoramiento del Ing. Ryan Ramírez, el cual nos fue asesorando para establecer la contextualización respectiva para poder proceder a la ejecución del proyecto en mención, realizando el estudio respectivo al desperdicio de zinc de una empresa metalúrgica, en Guatemala, ya que no tiene un uso específico y el retornarlo al proceso de producción podría provocar contaminación y un afecto considerable a la calidad de su gama de productos. El desarrollo de pintura como pigmento que puede ser de uso secundario al zinc y a la vez

obtener un beneficio económico. Al observar la realidad de nuestro planeta y la cantidad de problemas relacionados con el medio ambiente se considera que fabricar pintura a partir de desechos metálicos, en este caso zinc, puede ayudar a reducir el impacto ambiental generado.

Por ello se realizado todo un estudio sobre la literatura existente sobre los métodos de estudio de laboratorio e identificación de las propiedades que nos puedan permitir caracterizar al óxido de zinc como tal, además de sus propiedades como aditivo para ser base de pintura, y las características mismas que se deben tener para la elaboración de pintura.

Palabras clave: desechos, zinc, óxido de zinc, galvanizado, oxidación, pintura, impacto ambiental, pigmento, rendimiento, oxígeno, análisis.

ABSTRACT

In the development of this project, the basis for the evaluation of the viability of the manufacture of paint from metallic zinc wastes is presented.

From the preliminary study carried out during Chemical Engineering projects 1, under the advice of Ing. Ryan Ramírez, who was advising us to establish the respectful contextualization to be able to proceed with the execution of the project in reference, carry out the respectful study to the waste of zinc from a metallurgical company, in Guatemala, since it does not have a specific use and return it to the production process could cause contamination

and a considerable effect on the quality of its product range. The development of paint as a pigment that can be of secondary use to zinc and at the same time obtain an economic benefit. When observing the reality of our planet and the number of problems related to the environment, consider making paint from metallic waste, in this case zinc, it can help reduce the electrical environmental impact.

Therefore, a whole study was carried out on the existing literature on the methods of laboratory study and identification of the properties that allow us to characterize zinc oxide as such, in addition to its properties as an additive to be a paint base, and the characteristics They must have to have to make paint.

Keywords: wastes, zinc, zinc oxide, galvanized, oxidation, paint, environmental impact, pigment, yield, oxygen, analysis.

INTRODUCCIÓN

La actividad económica de fabricación de pinturas se desarrolla bajo la Clasificación Industrial Internacional "Fabricación de pinturas, barnices y lacas".

La industria de pinturas se basa en elaborar una amplia gama de productos, entre los que destacan las pinturas (base agua o solvente), barnices, lacas y esmaltes. Estos productos presentan una amplia clasificación de acuerdo con su uso, ya sea industrial (minería, industria pesada, construcción naval, industria en general) o decorativo (arquitectónico, uso doméstico). También son clasificados según el vehículo o disolvente base (agua o solvente), que se evapora luego de la aplicación del producto. Existen también otros recubrimientos o pinturas especiales, de tipo no volátil, los que se clasifican de acuerdo con el método de curado o endurecimiento. Estos incluyen las pinturas en polvo, recubrimientos curados por radiación y pinturas catalizadas.

En algunas pinturas, para las resinas requeridas como materia prima para la pintura, En base de materia de residuos

compatibles con la conservación del medio ambiente, seleccionando en cada caso los tratamientos y tecnologías más adecuadas desde el punto de vista ambiental y económico. La política de gestión de residuos adoptada por la industria debe ir encaminada a respetar el principio de ley de las tres "R": reducción, reutilización y reciclado, por ello para el aprovechamiento de los recursos de desechos metálicos para la obtención que involucra la producción de óxido de zinc a partir de desechos metálicos, los cuales son proporcionados por la empresa en donde se ejecutara el presente proyecto.

Debido a que, en el Mercado local guatemalteco, las empresas han diversificado su mercado para dar una atención integral a sus clientes, es por ello por lo que se busca la respectiva empresa en mención, aprovechar este tipo de desechos que se tienen para la elaboración de aditivos para preparación de superficies previo al pintado y también envasan solventes para ser usados como diluyentes del producto principal entre los cuales puede mencionarse que será la pintura para obtener.

Metodología

Fabricación de óxido de zinc por método químico (AndresRF, 2011)

Procedimiento:

1. Adquirir las siguientes soluciones para posteriores diluciones o preparaciones: 500 g de Zn, 100 g de Bicarbonato de sodio. 1 L de Ácido Clorhídrico al 10 %, 1 L de Ácido Nítrico al 25 %, 1 L de Hidróxido de Sodio al 25%, 1 L de Cloruro de Zinc 0.5 M, 1 L de Nitrato de Zinc 0.5 M y 1 L de Etanol al 70%.
2. El zinc metálico es soluble en ácidos fuertes, por lo cual el primer paso es colocar 40 g del desecho de Zinc dentro de un beaker y aplicarle lentamente ácido clorhídrico al 10%, aproximadamente 100 ml hasta que se reaccione el zinc y se convierta en cloruro de Zinc. Eso se podrá observar cuando se disuelva por completo el zinc puro.
3. La solución de cloruro de zinc hay que neutralizarla con bicarbonato de sodio, y posteriormente someter la solución a calentamiento lento de aproximadamente 50°C. Con agitación leve y constante. Esto promoverá la precipitación del Cloruro de Zinc.
4. Posteriormente de la precipitación colocar el recipiente con la solución a enfriamiento con hielo; lo que promoverá la máxima precipitación de la sal de interés. Después separar el sólido cristalizado por medio de la filtración al vacío. Dejar 10 minutos adicionalmente filtrando al vacío el sólido, después de retirar el exceso de solvente para promover un secado rápido.
5. Empacar en papel para filme el cloruro de zinc cristalizado y meterlo en un secador para verificar el rendimiento de la producción de esta.
6. De los pasos 1 al 4 se debe realizar el mismo procedimiento con la única diferencia que se debe de utilizar ácido

nítrico para la producción de cloruro de zinc.

7. Posteriormente realizar una solución de 0.5 M de Cloruro de zinc, 0.5 M de nitrato de zinc con el sólido generado anteriormente y 0.1 M de hidróxido de sodio.
8. Colocar 50 ml de hidróxido de sodio en un recipiente y llevarlo a una temperatura aproximada de 50°C por medio de una estufa. Posteriormente agregar un magneto para la agitación.
9. Llenar una bureta con cloruro de zinc e ir adicionando lentamente y por medio de gotas al recipiente caliente con hidróxido de sodio para que la reacción se dé lentamente y se formen micro cristales. Después de valorar con cloruro de zinc realizar el mismo proceso con nitrato de zinc.
10. Posteriormente de 2 horas la solución empezara a precipitar oxido de sin y la solución tornara de transparente a blanca. Posteriormente realizar una filtración por gravimetría para separar el óxido de zinc.
11. Para retirar cualquier resto de hidróxido de sodio o de sales lavar el sólido con alcohol etílico.
12. Retirar el sólido del papel filtro, secarlo, pesarlo y determinar el rendimiento del procedimiento.

Diseño y metodología estadística

Diseño experimental (SINIA, 1998)

1. Experimento: se utilizará una cantidad específica de desechos de zona, la cual será medida por medio de una balanza analítica y esta se someterá a un tratamiento químico para realizar la conversión de zinc metálico a óxido de zinc.
2. Tratamiento y repetición del experimento: de acuerdo con la cantidad promedio de desechos de zinc que se producen; así será estadísticamente el número de ensayos que se debe de realizar para poder tener la certeza de la conversión de Zn a ZnO. Por otro lado, dependerá de la estandarización del método.
3. Descripción de las unidades experimentales
4. La unidad experimental es el rendimiento alcanzado en la conversión de Zn a ZnO por el método químico ya que esto influye directamente la variable respuesta.
5. Como unidad experimental se tendrán los pesos proporcionados por la balanza analítica de Zn y ZnO. Los cuales permitirán determinar el rendimiento obtenido de la conversión.
6. Variable respuesta
7. Como variable respuesta se tiene el peso obtenido de ZnO.

Figura 1. Diagrama DOP del proceso de elaboración del zinc por método químico.

No.	Proceso	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Descripción
		●	■	➔	◐	◑	
1	Preparación soluciones	●					Preparación de las soluciones para el tratamiento químico
2	Disolver Zinc			●			Uso de Acido clorhídrico con la muestra de zinc.
3	Neutralización Cloruro de Zinc	●					Se neutraliza solución con bicarbonato de sodio
4	Enfriamiento de Cloruro de Zinc		●				Se enfría con hielo, para la próxima precipitación de la sal, por 10 minutos.
5	Reservar el Cloruro de Zinc.			●			Guardarlo en papel parafilm el cloruro de zinc cristalizado.
6	Secado	●					Esperar dejar muestra en el desecador.
7	Traslado			●			Traslado de filtrado a la envasadora
8	Envasado	●					Envasado de pintura final
9	Revisión		●				Control de calidad del producto final envasado (Eliminar con alcohol restos de sales)
10	Almacenamiento					●	El producto final es guardado en bodega
11	Repetición de procedimiento	●					Obtención de un número de ensayos
12	Descripción de unidades experimentales		●				Observación de la conversión de ZINC Y Oxido de ZINC

Figura 2. Diagrama DOP del proceso de elaboración de zinc por método térmico.

No.	Proceso	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Descripción
		●	■	➔	◐	◑	
1	Obtención muestra zinc	●					Recaudación de desechos que contienen zinc metálico
2	Pesado	●					Pesado de muestras de zinc
3	Análisis de laboratorio	●					Análisis del porcentaje de Zinc presente en la muestra
4	Pulverizado	●					Se pulveriza por completo la muestra de Zinc.
5	Aplicación de calor			●			Colocar muestra triturada en un crisol en una mucla a 907 grados centígrados.
6	Control de vapor		●				Conducir el vapor hacia un conducto de refrigeración y recolectar el Oxido de zinc producido.
7	Pesado	●					Pesado del Oxido de Zinc producido
8	Almacenamiento					●	Almacenaje del ZnO producido
9	Revisión		●				Control de calidad del producto final envasado (Eliminar con alcohol restos de sales)
10	Almacenamiento					●	El producto final es guardado en bodega
11	Repetición de procedimiento	●					Obtención de un número de ensayos
12	Descripción de unidades experimentales	●					Observación de la conversión de ZINC Y Oxido de ZINC

Experimento

Se utilizará una cantidad específica de desechos de zinc, medida por medio de una balanza analítica, para ser convertida en óxido de zinc por medio de tratamiento térmico.

Tratamiento y repetición del experimento: De acuerdo con los resultados obtenidos con la primera experimentación se investigará sobre las posibles limitantes obtenidas y se llevará a cabo de nuevo el experimento con cambios

específicos que se describirán al momento de llevar a cabo el mismo.

Descripción de las unidades experimentales. La unidad experimental es el rendimiento alcanzado en la conversión de Zn a ZnO ya que esto influye directamente la variable respuesta. Como unidad experimental se tendrán los pesos proporcionados por la balanza analítica de Zn y ZnO Los cuales permitirán determinar el rendimiento obtenido de la conversión.

Figura 3. Diagrama DOP del proceso de elaboración de pintura, según (Las-pinturas.com, s.f.).

No.	Proceso	Operación	Inspección	Transporte	Demora	Almacenaje	Descripción
1	Llenado	●					Agregar agua a una cubeta
2	Preparar solución	●					Agregar amoníaco al agua
3	Agregado agente dispersante	●					Agregar un agente dispersante a la solución de amoníaco y agua
4	Premezclado	●					Realizar un premezclado de la solución utilizando un agitador
5	Agregado de Óxido de Zinc	●					Agregar óxido de zinc como pigmento
6	Agregar aceite	●					Agregar los agentes aglutinantes, aceite secante.
7	Mezclado	●					Mantener la mezcla en agitación continua hasta obtener mezcla homogénea.
8	Agregados Químicos	●					Agregar resina y el plastificante, aceite vegetal no secante.
9	Detalles finales	●					Agregar agua a la mezcla para consistencia final
10	Control de calidad		●				Filtrar la pintura para remover los pigmentos no dispersos
10	Almacenamiento					●	El producto final es guardado en bodega
11	Repetición de procedimiento	●					Obtención de un número de ensayos
12	Descripción de unidades experimentales	●					Observación de las propiedades de la pintura con óxido de zinc como pigmento

Resultados¹

Tabla 1. Masa de óxido de zinc obtenido por el método químico.

Corrida	Masa ZnO (g)	
1	2.0142	±0.0005
2	1.8923	±0.0005
3	15.1230	±0.0005

¹ De acuerdo con mediciones tomadas en la planta

Tabla 2. Masa de óxido de zinc obtenido por medio de tratamiento térmico.

Corrida	Masa ZnO (g)	
1	0.0000	±0.0005
2	0.0000	±0.0005
3	0.0000	±0.0005

Tabla 3. Rendimiento de la producción de óxido de zinc por el método químico.

Corrida	Rendimiento (%)	
1	58.7008	±0.000017
2	51.0977	±0.000017
3	53.2400	±0.000017

Gráfica 1. Rendimiento de la producción de óxido de zinc por medio de tratamiento químico.



Tabla 4. Rendimiento de la producción de óxido de zinc por medio de tratamiento térmico.

Corrida	Rendimiento (%)	
1	0	±
2	0	±
3	0	±

Grafica 2. Comparación de rendimiento de la producción de óxido de zinc pro-tratamiento químico vrs. Tratamiento térmico.

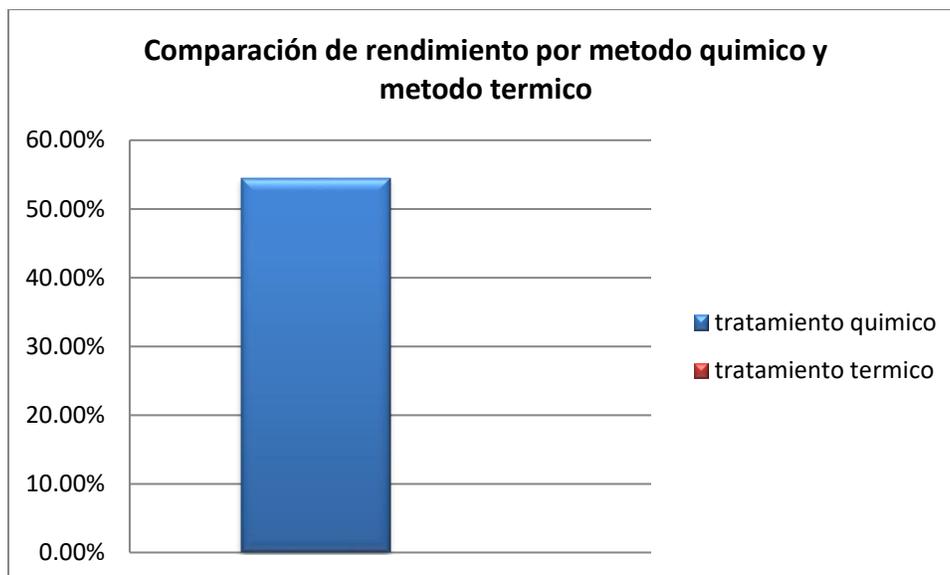


Tabla 5. Masa obtenida de pintura a partir del óxido de zinc elaborado por medio del tratamiento escogido.

Corrida	Masa pintura	
1	12.8042	±0.005
2	12.0323	±0.005
3	96.1230	±0.005

Tabla 6. Evaluación de la Funcionabilidad y propiedades de la pintura elaborada, en base al óxido de zinc.

Propiedad evaluada	Prueba realizada	Resultado	Fotografía
Consistencia	Se hizo prueba cualitativa comparativa entre pintura comercial y pintura elaborada con óxido de zinc.	aceptable	
Poder de coloración	Se pintaron tres superficies diferentes con la pintura elaborada y con la pintura comercial y se hizo comparación cualitativa comparativa.	Aceptable al ser comparada con pintura comercial.	
Adherencia	Superficie 1: block	Se necesitó mayor cantidad de pintura ya que el block absorbía la misma, sin embargo, presento una adherencia aceptable.	

	Superficie 2: madera	Presento una adherencia aceptable.	
	Superficie 3: papel	Ya que la superficie era áspera pero no absorbente presento una adherencia muy buena.	Aceptable
Estabilidad del color	Superficie 1: block	Se dejó la pintura por una semana para observar si está sufriendo algún cambio sin embargo fue muy estable al mantener sus propiedades sobre las distintas superficies.	Aceptable
	Superficie 2: Madera		Aceptable
	Superficie 3: papel		Aceptable

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los procesos industriales es común la producción de óxido de zinc a través del procesamiento del mineral que se encuentra en la naturaleza; y que es extraído por medio de la minería. En el caso de este mineral se es procesado a través de diversos procesos térmicos en donde la antracita se trata de carbonato de cinc y este a altas temperaturas se “descarbonata” y de esta manera se logra formar el óxido del metal presente; óxido de zinc.

Los problemas con el método más común es la pureza en la que se obtiene el óxido de zinc, por lo cual en este proyecto se evaluó la factibilidad de poderlo hacer a través el zinc metálico aproximadamente a un 99.99% de pureza; para poder realizar óxido de zinc por medio de dos métodos; químico y térmico.

En el caso de la factibilidad por medio del método térmico no fue posible evaluarla dado a que la disponibilidad del equipo corría peligro de poder ser dañada dada a la evaporización del zinc; por lo cual no se evaluó.

En el caso del método químico se determinó que era factible el poder realizar óxido de zinc a través de zinc puro; producto o residuo del proceso de galvanización; como se muestra en la tabla 1. De la sección de resultados en donde puede apreciar 10 corridas en las cuales se pudo obtener diferentes pesos de óxido de zinc en función del rendimiento como se visualiza en la tabla 3. De la misma sección.

Una vez que se obtuvo la materia prima principal; el óxido de zinc, la cual es la que le brinda la coloración a la pintura se procedió a la elaboración de esta. La formulación de esta es simple en la cual se necesita un solvente; agua, un aglutinante; aceite de linaza y el compuesto que brinda la coloración; óxido de zinc. Esta pintura fue evaluada en diferentes superficies; siendo estas la madera, concreto, metal y lienzo de algodón. En este caso la fijación, adherencia y otro tipo de características se muestra en la tabla 6. En la cual se pudo determinar que el producto final tiene las características funcionales de una pintura lo que permitió apreciar la factibilidad del óxido de cinc como

aplicación en un producto como materia prima y no solo como producto final.

En la fabricación de óxido de zinc por el método químico o térmico se tiene como un paso intermedio una reacción química; por lo cual ambos métodos se deberían de llamar químicos. Pero se decidió dicha clasificación dado a que comúnmente el tratamiento químico se basa en el uso de reactivos y no precisamente en variables físicas como lo es en la temperatura en el otro método.

En el caso del método químico su principio se basa en poder oxidar el zinc metálico con una pureza de 99.9% (cambia su estado de oxidación) para convertirlo en una sal soluble, por medio del tratamiento químico con ácido clorhídrico o ácido nítrico. En este caso se da una reacción de desplazamiento simple en donde el cinc posee la facultad de remplazar el ion hidronio del cloruro cediéndole a este sus electrones y formándose así hidrogeno molecular gaseoso y cloruro de cinc acuoso.

Todo este procedimiento se puede realizar en un beaker que logre contener las cantidades que se requieran; dado a que no es necesario la agitación. En este método es necesario el poder recuperar dicha sal para purificarla por lo cual se dio paso a la evaporización del ácido clorhídrico remanente y del agua como tal provocando la cristalización por sobresaturación.

La ventaja de dicho método es que la purificación únicamente se basa en la cristalización puesto que en solución no quedan compuestos que no se puedan eliminar por evaporación (agua y cloruro de hidrogeno). La desventaja que se pudo observar es que la sal producida es muy soluble en agua, por lo cual las temperaturas de cristalización deberían de ser las menores posibles; por lo cual se procedió a utilizar hielo para disminuir la solubilidad.

En el caso de la solubilización del zinc por medio del ácido nítrico se dio de forma adecuada con la única diferencia en el tiempo de reacción. En este caso la diferencia en la velocidad de reacción se da por la interferencia y el tamaño de las moléculas en contacto; puesto que el nitrato disociado en solución permitió menos interacción para que la reacción de desplazamiento simple se diera de forma rápida; pero en comparación el rendimiento fue equivalente al otro ácido.

La desventaja de utilizar ácido nítrico es que este se descompone a una temperatura de 90°C aproximadamente lo cual produce NO , lo cual promueve no solo gases de efecto invernadero, sino que también pueden ser tóxicos para la persona que se encuentra realizando el experimento.

Posteriormente de que se realizó la cristalización del cloruro de zinc, se procedió a realizar una solución de cloruro de zinc con una concentración conocida 0.5 M; y posteriormente esta se adiciono lentamente a una solución de hidróxido de sodio al 25% a una temperatura de 50-90°C. Regularmente una sal cuando se ve interactuando con una base esta tiende reaccionar rápidamente lo cual se promovió la formación de hidróxido de zinc. Algunos hidróxidos son inestables a ciertas temperaturas por lo cual el hidróxido de sodio en solución tiene una mejor estabilidad que el hidróxido de zinc soluble lo cual no existía peligro de la formación de óxido de sodio. En este caso dado al rango de temperatura mencionada anteriormente el hidróxido de sodio por una reacción de descomposición se forma óxido de zinc y agua. El óxido de zinc es insoluble en el agua y en soluciones básicas por lo cual inmediatamente se promovió la precipitación. La ventaja de este método es que los cristales precipitados son lavables dada a su baja solubilidad. La desventaja radica en que se debe de manejar un reactivo en exceso; por lo cual el hidróxido de sodio no permite que todo el cloruro de zinc se convierta en hidróxido de zinc y por lo tanto se mantenga en solución una constante disociación; no promoviéndose precipitación de todo el cloruro de zinc.

En el caso del método térmico este método es mucho más simple, dado a que el principio se basa en ebullición del zinc puro y este dado a las temperaturas se oxida con el aire del ambiente dentro de una mufla. El problema con este método el que no se pueden manejar dos factores. El primero es la cantidad de aire que existe disponible dentro de la mufla para que reaccione por completo la cantidad de metal que se está colocando; por lo cual al momento de poner en marcha dicho procedimiento las cantidades obtenidas serían muy bajas. Y el otro factor a considerar es que la recolección no se puede dar dado a que la mufla que se

tiene no tiene la capacidad de extraer vapores y recolectarlos en un lugar específico lo cual al momento de vaporizar el zinc este se escaparía o bien dada a la condensación de este quedaría adherido a las paredes de la mufla; teniendo el peligro de dañar el equipo.

Existen diversas formas de poder comparar dichos métodos; los cuales en este caso únicamente se comparan de forma teórica dado a que el método de tratamiento térmico no fue posible realizarlo.

En el caso del tratamiento químico se tiene la desventaja que hay que utilizar químicos, los cuales por la manipulación pueden dañar equipos, causar daños al laboratorista o bien la comprobación de la concentración de los ácidos debe de hacerse al momento de utilizarse y estandarizar concentraciones; puesto que tanto el ácido clorhídrico y el ácido nítrico liberan vapores conforme el tiempo cambiado su concentración.

Otra desventaja es que para la recolección de los sólidos tanto el cloruro de zinc, nitrato de zinc u óxido de zinc tienen que pasar por un proceso de filtrado y secado lo cual promueve mermas por arrastre de líquidos o bien por adhesión en recipientes. Otra desventaja en este método es que para lograr alcanzar el óxido de zinc se debe de pasar por una sal, la cual es higroscópica; lo cual hace que el manejo sea más cuidadoso y más difícil al momento de querer estandarizar una solución de cloruro de zinc 0.5M por ejemplo.

En el caso del tratamiento térmico tiene la ventaja que no se necesita la adición de componentes externos para la conversión del zinc puro a óxido de zinc; con la única dependencia del oxígeno encerrado en dicha mufla. Otra ventaja es que la pureza de dicha conversión es bastante elevada dado a que no se tienen químicos interactuando con dicho metal más que solo el aire; que contiene gases inertes a una temperatura de 900°C (temperatura de evaporación del zinc). La desventaja principal radica en poder atrapar el óxido de zinc que circula evaporizado, ya que existe el peligro que este se adhiera a las paredes de la mufla. Otra desventaja es el peligro de utilizar altas temperaturas exponiendo no solo al laboratorista a sufrir quemaduras sino también al alto consumo eléctrico.

En el caso del método por el tratamiento químico fue posible determinar que se tiene un porcentaje de conversión máxima del 58.70 % de las 3 corridas que se realizaron como se muestra en la tabla 3. En este método la reducción de la eficiencia radica en el extenso procedimiento que es utilizado para la formación del óxido de zinc puesto que los ingredientes se ven expuestos a solubilizarse en el seno de un líquido; ya sea ácido, base o agua. Esto hace que existan pérdidas dadas a la solubilidad de los diferentes sólidos utilizados; cloruro de zinc e hidróxido de sodio. Además, la purificación en este método disminuye el rendimiento dado a que hay que utilizar papel filtro en donde se quedan cristales atrapañados en la porosidad de este. Además, existen pérdidas por adherencia en los recipientes utilizados.

En el caso del tratamiento térmico como se mencionó anteriormente no es posible poder evaluar la eficiencia o la factibilidad del método dada a la falta de disponibilidad y control del equipo requerido.

Con el óxido de zinc obtenido se realizaron pruebas para la elaboración de la pintura, principalmente para evaluar la pigmentación del óxido. En la tabla 9 se presentan las masas obtenidas para la pintura elaborada. Para la elaboración se utilizó el óxido de zinc obtenido, agua como base y aceite de linaza como aglutinante. La elaboración consistió únicamente en el mezclado de todos los componentes para lograr la consistencia deseada. Se realizó en una mezcla 50% óxido de zinc, 50% agua; adicional un 30% de aceite de linaza. Con la pintura obtenida se realizaron las pruebas en 3 distintas superficies, metal, madera, block y papel. En la tabla 10 se muestran los resultados obtenidos. Evaluando las propiedades de adherencia, pigmentación y persistencia del color, se observó que la pintura presenta propiedades aceptables para ser utilizada comercialmente, ya que fue posible utilizarla para nuestros requerimientos y cumplió con los estándares esperados de una pintura común.

CONCLUSIONES

1. Utilizando 3.4313 gramos de desecho de zinc metálico, empleado para el galvanizado de láminas, se obtuvo la mayor cantidad de óxido de zinc de 15.1230 gramos.
2. El método químico representa un procedimiento más viable que el térmico, para la fabricación del zinc, tomando en cuenta las condiciones en que se realiza la experimentación.
3. Se obtuvo un mayor rendimiento de 59% para la fabricación de óxido de zinc por medio del método químico, el cual determina a dicho método como el más eficiente, ya que no se realizó el método térmico.
4. Con el óxido de zinc utilizado se fabricó la mayor cantidad de pintura de 96.1230 gramos.
5. Por medio de la evaluación de la pintura elaborada en diferentes superficies se determinó que cumple con los estándares del mercado.

Bibliografía

- Acceso, S.A. (2000). *Manual Técnico del Acero Galvanizado*. Recuperado el 2016, de <http://www.acesco.com/downloads/manual/M-Galvanizado.pdf>
- AndresRF. (2011). *Propiedades y Síntesis del ZnO*. Recuperado el 2016, de QuimicARF. Exposición del trabajo de ZnO: <http://quimicarf.blogspot.com/2011/06/propiedades-y-sintesis-del-zno.html?m=1>
- Glencoe. (s.f.). *Principales Aplicaciones del Zinc*. Recuperado el 2016, de <http://www.azsa.es/ES/Paginas/default.aspx>
- Las-pinturas.com. (s.f.). *Definición de pintura - Que es la pintura*. Recuperado el 2016, de www.las-pinturas.com/definicion-pintura.html
- Lenntech. (s.f.). *Zinc - Zn*. Recuperado el 2016, de <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/zn.htm#ixzz4BOQjR8um>
- SINIA. (1998). *Guía para la elaboración de pinturas*. Recuperado el 2016, de http://www.sinia.cl/1292/articles-37620_pdf_pinturas.pdf