

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Comunicación y Artes Contemporáneas

Grabado con Bacterias Corrosivas del Metal
Trabajo experimental

Nicole Marianela Díaz Guerrero
Artes Contemporáneas

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Licenciada en Artes Contemporáneas

Quito, 19 de mayo de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE COMUNICACIÓN Y ARTES CONTEMPORÁNEAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Grabado con Bacterias Corrosivas del Metal

Nicole Marianela Díaz Guerrero

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Deborah Morillo, Master of Arts in Art
Education

Firma del profesor

Quito, 19 de mayo de 2017

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Nicole Marianela Díaz Guerrero

Código: 00102505

Cédula de Identidad: 1719959411

Lugar y fecha: Quito, 19 de mayo de 2017

RESUMEN

Este proyecto de investigación tiene como finalidad proponer un método alternativo para la realización de grabado sobre metal, no para reemplazar los métodos tradicionales sino para exponer nuevos medios de trabajo en el arte.

Para realizar grabado sobre metal, el método tradicional dice que se debe seguir una serie de pasos usando químicos corrosivos. El nuevo método que se propone dice que se pueden usar medios biológicos para hacer el mismo trabajo que hacen los medios químicos. Para este fin, se ha investigado sobre el uso de bacterias corrosivas y sulfato-reductoras, que son capaces de corroer el metal sin la necesidad de usar los químicos tradicionales como el ácido sulfúrico o el cloruro férrico, y así conseguir un resultado similar al del grabado tradicional.

Palabras clave: Grabado. Bacterias. Microbiología. Corrosión. Cobre. Arte. Ciencia.

ABSTRACT

This research project proposes an alternative method for the realization of engraving on metal, not to replace traditional methods, but to explore new means of work in this media.

The traditional method for engraving states that you should follow a series of steps using corrosive chemicals. The proposed new method says that biological means can be used to do the same work that the chemical method does. For this purpose, we have investigated the use of corrosive and sulfate-reducing bacteria, which are able to corrode the metal without the need to use traditional chemicals such as sulfuric acid or ferric chloride, and thus achieve a similar result to the traditional methods of engraving on metal.

Key Words: Engraving. Bacteria. Microbiology. Corrosion. Copper. Art. Science.

AGRADECIMIENTOS

Especiales agradecimientos al Instituto de Microbiología de la Universidad San Francisco de Quito. Sonia Zapata, directora del Instituto, Juan Mosquera y Lorena Mejía por su paciencia y dedicación, sin los cuales este trabajo no lo hubiese podido realizar.

Además, mi reconocimiento especial a Deborah Morillo, coordinadora de Artes Contemporáneas por su acertada dirección y su colaboración en el logro de este trabajo.

Mi agradecimiento a todos los profesores que han sido parte de mi formación académica.

Y finalmente, un agradecimiento a mis padres quienes han sido los principales motores de mi vida, creyendo en mis sueños y siendo un apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	8
Capítulo 1. Trabajo en el laboratorio: proceso de aislamiento de la bacteria.....	11
Capítulo 2. Proceso del grabado: comparaciones entre el método tradicional y el nuevo método propuesto.....	18
2.1. Definiciones y resumen histórico del grabado.....	18
2.2 Técnicas de grabado aprendidas en la Universidad San Francisco de Quito..	20
2.3 Comparaciones entre los métodos tradicionales y el nuevo método propuesto.....	24
2.3.1 El Taller de Grabado.....	24
2.3.2 El laboratorio de microbiología.....	26
2.3.3 Un taller complementario ideal: microbiología y grabado.....	27
2.3.4 El nuevo método propuesto: paso a paso.....	28
2.4 Pros y Contras de los dos métodos.....	30
2.4.1 Pros y contras del grabado tradicional.....	30
2.4.2 Pros y contras del grabado con bacterias corrosivas del metal.....	31
Capítulo 3. Conclusiones.....	33
Referencias Bibliográficas.....	35
Anexo A: Proceso de impresión.....	36
Anexo B: Instrucciones para aislamiento de bacteria.....	41

INTRODUCCIÓN

Tesis:

Realizar grabado sobre metal usando un método alternativo que no use químicos corrosivos sino bacterias corrosivas del metal, obteniendo resultados similares a los que se obtienen usando técnicas como el aguatinta, en cuanto a imagen sobre metal e impresa.

El nuevo método propuesto representa un beneficio para el medio ambiente y para la persona que realiza el proceso de grabado, dado que las bacterias usadas no constituyen ningún tipo de contaminación para ninguno de los dos agentes antes mencionados.

Objetivo:

El objetivo de este trabajo es proponer un método novedoso de aplicación de la ciencia en el campo del arte.

Es por esta razón que la finalidad de realizar grabado con bacterias corrosivas del metal, en este caso, no pretende crear obras de arte sino demostrar que la tesis propuesta es posible y factible.

Idea:

La idea de desarrollar este nuevo método en el proceso del grabado viene de la necesidad de encontrar un método innovador dentro del arte contemporáneo y de las bellas artes, pues es un método que no se ha usado antes.

La relación entre arte y ciencia no es nueva, pues existen varios artistas que han realizado experimentos y se han beneficiado de la disciplina científica para realizar obras de arte. Por ejemplo, Eduardo Kac es el creador de "GFP Bunny" que es una "obra de arte transgénico que consta de la creación de un conejo verde fluorescente ("Alba")" (ekac.org, 2000). Otro ejemplo es Stelarc (Stelios Arcadiou), quien adhirió quirúrgicamente una oreja a su antebrazo izquierdo.

Ya que el método que se propone, no tiene antecedentes claros en el campo del arte se puede asumir que es innovador y por tanto se ha realizado desde cero. Es decir que se ha realizado desde la investigación de qué tipos de bacterias corrosivas son capaces de corroer el metal para crear la textura necesaria, hasta hacer las pruebas pertinentes para comprobar que es un método funcional y aplicable.

Aclaración:

Es importante mencionar que este es un trabajo de investigación en el campo del arte en conjunto con el campo de la microbiología, pues se intenta encontrar un método científico que sea aplicable en el área del grabado. Y se ha logrado encontrar el método, pero al mismo tiempo se ha dejado de lado la importancia de la imagen resultante del grabado tradicional para el propósito de esta investigación. Es importante mencionar que para posteriores trabajos con el nuevo método, el artista podrá tener total control sobre el material (las bacterias) para poder crear una imagen.

La imagen es un elemento importante de la rama del arte ya que es la manera de expresión que usa el artista para contar una historia, para hacer pensar al observador, para crear una incógnita o para hacernos reflexionar.

En el trabajo científico tradicional, se usan los métodos científicos para comprobar hipótesis y encontrar resultados.

En este caso, uniendo ambas disciplinas, lo que se quiere lograr es resumir o simplificar una parte del trabajo científico para que pueda ser aplicada con facilidad en el ámbito del arte. Por esta razón, este trabajo de investigación no busca crear una obra de arte, es decir, el resultado no mostrará una imagen clara o con significado como lo hace el grabado tradicional, sino que mostrará los resultados de una investigación inicial que ha logrado aislar una bacteria corrosiva del metal y que puede crear una textura lo suficientemente profunda para lograr que la imagen sea visible en la impresión. Este trabajo demostraría que un nuevo método que se beneficia de la ciencia, puede ser usado en el arte del grabado.

CAPÍTULO 1. TRABAJO EN EL LABORATORIO: PROCESO DE AISLAMIENTO DE LA BACTERIA

El primer paso para realizar esta investigación fue encontrar una bacteria que sea capaz de oxidar el metal y corroerlo a tal punto que creará una textura, lo suficientemente prominente, para poder realizar la impresión con tinta sobre papel.

La bacteria que se empleó en el estudio fue *Thiobacillus ferrooxidans*. Las características de las bacterias de la familia *Thiobacillus* (*T. ferrooxidans*, *T. thiooxidans*) son la capacidad de desarrollarse en ambientes aerobios y oxidar varios compuestos que contienen azufre para formar ácido sulfúrico, es decir, oxidan sulfuros a sulfatos; mientras que las sulfurorreductoras convierten sulfatos a sulfuros. Estas bacterias pueden ser encontradas en la parte superior de algunos tubérculos. (Docencia U. de Antioquia, s.f)

Las bacterias del hierro como *T. ferrooxidans*, son capaces de oxidar el hierro ferroso presente en un hábitat acuoso y precipitarlo en forma de óxido férrico hidratado o en sus secreciones mucilaginosas, similar a las bacterias que usan manganeso. (...) El hierro ferroso lo obtienen de la tubería o del agua en su interior. $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$. (Docencia U. de Antioquia, s.f). A demás del hierro, *T. ferrooxidans* es capaz de oxidar el cobre II, proceso utilizado para la recuperación de metales en la hidrometalurgia. (Torma, A. E., & Habashi, F.,1972)

Idealmente, se necesita de una corrosión activa para lograr la textura y profundidad deseados. La corrosión activa la causan los microorganismos y deben estar presentes los siguientes factores:

1. La presencia de microorganismos o de sus subproductos.
2. Morfologías de corrosión microbiológicamente únicas.
3. Productos y depósitos de corrosión específicos.
4. Condiciones ambientales compatibles. (Docencia U. de Antioquia, s.f)

En otras palabras, para proceder con la experimentación se debe tener:

1. La bacteria: *Thiobacillus ferrooxidans*
2. Capacidad de corroer del microorganismo que forma patrones únicos.
3. Placas de cobre sobre las cuales aplicar la bacteria.
4. Condiciones compatibles: laboratorio de microbiología con el material y equipo necesarios como una incubadora y ambiente estéril para evitar contaminación.

En un inicio, se contó con la ayuda del centro especializado en uso y cultivo de cepas INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias), quienes facilitaron la obtención de la bacteria estudiada. El INIAP entregó la cepa *T. ferrooxidans* ya aislada.

Una vez obtenidos los elementos necesarios, se procedió a cultivar la bacteria en medios de cultivo YDC que están compuestos de extracto de levadura. Debido a que este es un medio de carácter nutritivo no selectivo, varios organismos son capaces de desarrollarse

en él. Esto resultó ser un problema ya que el cultivo se contaminó con hongos y no pudo volverse a aislar.

Se realizó un nuevo intento de aislamiento de la bacteria tomando dos muestras de agua, provenientes de una tubería con gran cantidad de corrosión. El agua presentaba un color amarillo y restos de oxidación que se acumulaban en el fondo del recipiente contenedor.

Los resultados obtenidos del agua no fueron exitosos ya que la bacteria obtenida de esa prueba no logró corroer el metal.

Finalmente se consiguió un líquido ferroso proveniente de residuos de procesos de mina en el pueblo La López, ubicado en Machala. Este líquido que contenía la bacteria *T. ferrooxidans* inactiva, lo facilitó el INIGEMM (Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico)

Para realizar la activación de la bacteria se realizó un filtrado del líquido y se prosiguió de la siguiente manera:

Primero, se preparó el medio 9K en 250mL de agua destilada, con los siguientes reactivos:

- 0.025g (NH₄)₂SO₄
- 0.01g K₂HPO₄
- 9g FeSO₄ · 7H₂O
- 0.0122g Mg SO₄

Se reguló el pH a 1.5 con H₂SO₄ y terminada la preparación se esterilizó en autoclave por 15 minutos.

Como siguiente paso se hizo la filtración del líquido ferroso con medio 9K para el posterior aislamiento de la bacteria:

1. Se mezcló 120mL de medio 9k con 130mL de muestra de líquido ferroso.
2. Se homogenizó en agitador por 30 minutos.
3. Se hizo el primer filtrado con bomba de succión y papel whatman.
4. El líquido filtrado se volvió a filtrar una segunda vez con una membrana (se usaron 2 membranas, ya que la primera se tapó a la mitad del filtrado)
5. Las dos membranas que quedan del filtrado, se lavaron con 5mL de agua ácida en un plato Petri.
6. El agua de lavado se sembró en 75mL de medio líquido 9K
7. Se deja en incubación durante 7 días.

Se continuó con la preparación del medio sólido 9K, para lo cual se necesitaron dos soluciones:

Solución A:

- 1,75g $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$
- 0,029g K_2HPO_4
- 0,58g KCl
- 0,0252 MgSO_4
- 0,0084 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

Estos reactivos fueron disueltos en 210mL de agua destilada y se reguló el pH a 1.9 con H_2SO_4 . Esta solución se esterilizó en autoclave por 15 min.

Solución B:

- 37,3g FeSO₄ · 7H₂O
- 12g Agar

Estos reactivos fueron disueltos en 290mL de agua destilada y se reguló el pH a 1.9 con H₂SO₄. Esta solución no se esteriliza.

Posteriormente, se mezclaron las dos soluciones y se llevó a ebullición en microondas hasta disolver bien el agar. Se repartió el medio en 20 platos Petri.

Después de un día de reposo, el medio 9k no se solidificó. Este fue el segundo problema encontrado en el proceso. Se procedió a devolver el medio a un solo frasco, donde se le agregó 12g de agar extra y se disolvió nuevamente en microondas. Se almacenó en refrigeradora. Finalmente se volvió a repartir el medio en 15 platos Petri.

Un día después, los medios aún no se habían solidificado y se determinó que el problema fue producto de que el agar no debe ser expuesto a un pH menor a 6; el medio 9K tiene un pH regulado de 1.9, por tanto el agar no se podía solidificar.

Como paso adicional se realizó el medio YDC en 300mL de agua destilada y se diluyeron los siguientes reactivos:

- 6g de CaCO₃
- 6g de Dextrosa
- 3g de Extracto de Levadura
- 4,5g de Agar

Esta solución se esterilizó en autoclave por 15 minutos y se repartió en 10 platos Petri.

Finalmente se decidió realizar otra solución de medio 9K, usando los mismos reactivos y en las mismas cantidades, pero esta vez sin modificar el pH, lo cual permitió que el agar se solidifique sin ningún problema.

Se procedió entonces a sembrar la bacteria desde el medio líquido realizado anteriormente, a los medios 9k y YDC. Se realizó la siembra en 2 medios 9K y en 4 YDC y se les incubó en anaerobiosis en jarra GasPack durante 5 días.

Los medios 9K resultaron óptimos para el cultivo de la bacteria y se observaron las primeras colonias de bacterias. En el medio YDC no se vio ningún crecimiento de bacterias pero si de hongos, por lo que se decidió que el medio YDC no es el adecuado, y se eliminó este medio prosiguiendo con los cultivos solamente en el medio 9K.

El siguiente paso fue hacer la prueba de la bacteria sobre el metal y se la realizó sobre dos tipos de metal. Primero se aplicó la bacteria sobre cobre y se incubó, después se aplicó la bacteria sobre Tol y se incubó. Ambos ensayos se incubaron en un medio anaerobio. Se dejó en incubación por 7 días. El resultado de esta prueba fue ambiguo ya que, sobre el cobre, la bacteria tiene una corrosión activa y es notable muy claramente. Pero sobre el Tol la bacteria tiene una corrosión muy leve y es casi imperceptible.

A continuación, se procedió a realizar una última prueba y se aplicó la bacteria mezclada con azufre sobre el cobre y el Tol. Se realizó esta mezcla ya que la bacteria *T. ferrooxidans* es una bacteria del hierro y del azufre y se potencia con la presencia de este elemento. Efectivamente, los resultados observados después de esta prueba fueron completamente

exitosos ya que el azufre en conjunto con la bacteria produjeron una corrosión más profunda y con más textura.

Aclaración:

Es importante aclarar que existe una técnica en el grabado en la cual se aplica azufre con aceite de oliva y se produce una corrosión activa, pero esta dura aproximadamente 7 días en surtir efecto. En este caso, la bacteria en conjunto con el azufre dio resultados claros en 2 días de incubación.

A partir de este punto, se puede iniciar con las pruebas de impresión en el taller de grabado.

CAPÍTULO 2. PROCESO DEL GRABADO: COMPARACIONES ENTRE EL MÉTODO TRADICIONAL Y EL NUEVO MÉTODO PROPUESTO

2.1. Definiciones y resumen histórico del grabado

El grabado es una técnica artística muy antigua usada de distintas maneras, el libro El Grabado lo define de la siguiente manera:

El grabado, en cierto modo, se encuentra entre las manifestaciones artísticas más antiguas de la humanidad. En efecto, si por grabado entendemos el resultado de presionar un objeto duro sobre otro más blando, con la finalidad de obtener una marca o muesca, y por arte entendemos todo aquello realizado por el hombre con un añadido estético a la función práctica. Sin embargo, es una manifestación artística peculiar, por un lado muy vinculada al mundo de la industria y de la técnica y, por tanto, al mundo de la reproducción en serie; y por otro, al mundo de la creatividad y del arte. (Catafal, Olivia; 2007)

Una segunda definición nos dice que el grabado es la reproducción de una creación original y propia o interpretación de una obra ajena resueltas una y otra valiéndose de diferentes procedimientos sobre madera, metal, piedra, linóleo, etc. para obtener de ellas, por estampación, una cantidad amplia de ejemplares, según sea la resistencia del material grabado. (Work, 1985)

Finalmente, una definición más sencilla explica que el grabado es todo trabajo artístico que requiere como medio una plancha matriz incidida por el artista para obtener una estampa. (Cruz, 1992) Y como complemento; la palabra grabado, etimológicamente, significa “hacer una incisión”. (Cruz, 1992)

Por tanto, entendemos que para realizar grabados se pueden usar varios materiales que servirán de matriz y para cada uno de ellos se realizan distintas técnicas.

Es importante crear un precedente de la técnica del grabado, ya que se quiere incursionar proponiendo una nueva técnica y para esto se debe saber cómo es que empieza este tipo de arte, con qué materiales y con qué fines.

En la antigüedad, que podríamos hablar de las eras paleolítico y neolítico, los primeros “grabados” se realizaban en materiales como huesos y cerámica, usando para grabar moluscos, piedras y huellas de los dedos. Pero el primer precedente del grabado moderno son los “cilindros-sellos”, originarios de Mesopotamia, que eran cilindros de aproximadamente 10cm de alto (normalmente hechas de piedra) que estaban grabadas en negativo y estaba pensada para ser reproducida en positivo y más de una vez. Este instrumento era usado sobre arcilla, rodándolo con un movimiento circular. (Catafal, Olivia; 2007) En este punto, los cilindros-sellos se asemejan casi completamente al grabado moderno, excepto por el uso de la tinta y el papel para imprimir. Posteriormente, en China se empieza a desarrollar una variante de los sellos mesopotámicos, gracias al desarrollo del papel y la tinta para escribir. A esto se le suma que la cultura tenía la necesidad de la difusión de los textos budistas y de los clásicos chinos y por tanto se considera que las primeras Xilografías son las impresiones de imágenes de Buda (Rollo de los Mil Budas). A finales del XI d.C. se desarrolla una técnica más sofisticada que consistía de cincelar en madera una imagen en negativo y pasarle una capa de tinta para luego presionarla sobre un papel y obtener una imagen en positivo. Posteriormente, en Japón, se populariza y se difunde la impresión de estampas inspiradas en la pintura popular llamada ukiyo-e. (Catafal, Olivia;2007)

Con estos antecedentes, brevemente resumidos, podemos ver cómo el arte del grabado ha sido uno de las técnicas más usadas y más antiguas.

2.2 Técnicas de grabado aprendidas en la Universidad San Francisco de Quito

El taller de grabado ofrecía a sus estudiantes diferentes técnicas para realizar grabado, entre estas están: la punta seca, el aguafuerte, el aguatinta, la mezzotinta y el grabado al azufre. Para comenzar, se presentarán las definiciones de los elementos necesarios para realizar el grabado, tomados del libro El Grabado:

- Biselado de la plancha: se recomienda biselar antes de pulir la plancha ya que no se debería tocar con los dedos la superficie de la plancha pulida ya que quedan las marcas de las huellas. El biselado consiste en limar los filos de la plancha en un ángulo de aproximadamente 45º para lograr que los filos sean un bisel redondo y posteriormente no se corra el riesgo de dañar el fieltro de la prensa o romper el papel. (Catafal, Olivia; 2007)

- Preparación de la plancha cobre: se debe pulir la plancha con lija, primero con una gruesa para quitar todas las impurezas y después con una más fina para lograr un pulido limpio. El pulido se realiza con agua. A continuación se pule con crema pulimento de metales; esta crema le pone una capa negra sobre la plancha y nos damos cuenta que está lista cuando esa capa se disipa. (Catafal, Olivia; 2007)

- Desengrasar la plancha de metal: desengrasar la plancha es importante ya que de esta manera se asegura que el barniz, colofonia, etc., se van a adherir correctamente a la plancha. Para desengrasar se debe limpiar la misma con un algodón libre de grasa con bicarbonato (o blanco de España) y vinagre. Se limpia con agua y no se debe tocar la superficie con los dedos ya que pueden quedar las huellas. (Catafal, Olivia; 2007)

- Aplicación del barniz blando: normalmente este barniz viene en una bola y duro. Para aplicarlo sobre una plancha pulida y desengrasada se debe calentar un poco la plancha y aplicar el barniz hasta que se derrita. Se debe aplicar en varios puntos en la plancha para después esparcirlo con un rodillo. Dejar secar.

A continuación se hace una descripción de las técnicas antes mencionadas, tomadas de El Grabado y Léxico del Grabado en Metal:

1. Punta Seca: la punta seca consiste en tallar una plancha de cobre o zinc (preferentemente de cobre ya que es el material más suave) con una punta de metal. La amplitud y profundidad de los entallados (rebabas) dependen de la presión que se ejerza con la herramienta, del ángulo de contacto con la superficie y la correcta aplicación de los diversos tipos de punta. La característica principal de la técnica es el efecto aterciopelado de las superficies y de los trazos, debido a la línea labrada, con rebordes irregulares llamados rebabas y que retienen la tinta alrededor de la línea. (Cruz, 1992). Después de haber tallado el metal, se debe aplicar la tinta con un muñeco o muñecón que es una “semiesfera de algodón” envuelta en tela sin textura o con la menor textura posible y con mucha

delicadeza ya que las rebabas de la plancha son muy frágiles y pueden desaparecer. Finalmente, se procede a limpiar la plancha con suavidad para no retirar ni la tinta ni las rebabas y se continua con la estampación sobre papel previamente humedecido.

2. **Aguafuerte:** esta técnica permite realizar líneas más limpias ya que el proceso se realiza usando cloruro férrico y barniz blando. El proceso consiste en barnizar la plancha, es decir, ponerle una capa de barniz que es resistente al cloruro férrico. Sobre esta capa de barniz, con una punta de metal delgada se puede dibujar, retirando el barniz de manera que esas líneas dibujadas se corroerán con el químico. La línea resultante es limpia y se pueden hacer más detalles que con la punta seca ya que no se debe ejercer presión mientras se dibuja, es más fluido. Después de haber hecho el dibujo, se procede a introducir la placa en el cloruro férrico. La intensidad de la línea, que se refleja en la oscuridad de la misma en la impresión, depende del tiempo que se deje la plancha en el químico. Para lograr diferentes intensidades, diferentes valores tonales, se debe hacer el dibujo paulatinamente. (Cruz, 1992)

Finalmente, se procede a entintar con paleta, ya que en este caso no existen rebabas sino solamente hendiduras donde se conserva la tinta. Se limpia y se procede a la impresión.

Para saber las diferentes intensidades de la línea se debe realizar una prueba de tiempos. Esta prueba de tiempos se debe hacer marcando una plancha de cobre más pequeña, introduciéndola en el químico y tomando el tiempo, varias veces en diferentes tiempos. Después se imprime y se ve la intensidad de cada tiempo.

3. **Aguatinta:** con esta técnica se pueden lograr más valores tonales y más texturas. En esta técnica se debe desengrasar la plancha de cobre para colocar una capa de colofonia y lograr una textura rugosa sobre la cual se retiene la tinta. La colofonia es una resina sólida que se aplica en polvo sobre la plancha y después se calienta para que se adhiera sobre la plancha de cobre. Una vez aplicada la colofonia se tapa con barniz líquido el negativo de la imagen o los espacios vacíos. Se introduce en el químico y se repite paulatinamente para lograr varios tonos. Finalmente, se limpia la plancha con alcohol, que es el único químico que retira la colofonia y se procede a entintar e imprimir igual que en el proceso de aguafuerte. (Cruz, 1992)

4. **Mezzotinta:** esta técnica es idónea para grabar imágenes en claroscuro. Éste se resuelve a partir de luces y semitonos sobre una base negra.(Catafal, Olivia; 2007) Consiste en texturizar una plancha de cobre sin preparar, con un graneador. Se deben realizar los movimientos con el graneador en todas las direcciones y varias veces (aproximadamente 3 capas) para lograr un color completamente oscuro. Uno se da cuenta que la plancha está lista cuando la superficie está completamente mate, sin brillo. Posteriormente, con un bruñidor y un poco de aceite se empiezan a sacar los tonos blancos, raspando sobre la textura que se ha realizado. Una vez terminado el dibujo, se debe entintar de la misma manera que con punta seca, con un muñeco y con mucha delicadeza ya que las rebabas son frágiles. Se debe limpiar de la misma manera, con suavidad y sólo las partes blancas. Finalmente se procede a la impresión.

5. Grabado al azufre: este proceso es bastante simple, pero bastante largo. Se debe preparar la plancha normalmente y desengrasar. Al mismo tiempo se prepara una solución de azufre con un poco de aceite de oliva. Esta solución queda como una tinta y se procede a aplicar sobre la placa de cobre. Una vez hecho el diseño, se debe dejar reposar la plancha en un lugar limpio por aproximadamente 5-8 días. Después de los 5-8 días se limpia la plancha con aguarrás para quitar bien el aceite, se aplica la tinta con un muñeco y se limpia. Finalmente se procede a la impresión. La textura obtenida es muy parecida al aguainta, pero no se puede lograr tantos detalles o valores tonales con esta técnica, a menos que se mezclen otras técnicas como aguafuerte o punta seca.

2.3 Comparaciones entre los métodos tradicionales y el nuevo método propuesto

2.3.1 El Taller de Grabado.

Para empezar, debemos ver cómo funcionan cada uno de los métodos antes señalados. La punta seca, es probablemente el método que menos se demora ya que no debe pasar por un método químico para realizar el grabado. Después de la punta seca, entre los métodos que no usan químico está la mezzotinta, aunque no es difícil es un método que toma tiempo y paciencia ya que para lograr la textura ideal se debe pasar el graneador más de una vez.

Los procesos químicos (aguainta, aguafuerte) no son difíciles ni toman mucho tiempo. Para lograr un negro bastante marcado, el tiempo promedio que se deja la plancha en el químico es de 20-30 minutos. También depende de la capacidad del químico, a veces está desgastado y se demora un poco más.

Lo único en lo que no se distingue ningún proceso, con o sin químico, es en el proceso de entintado e impresión.

Un estudio de grabado con equipo básico, según *Guía Completa de Grabado e Impresión: Técnicas y Materiales*, debe contener; primero, una mesa o superficie plana cubierta con plástico o cualquier material fácil de limpiar. Se debe tener a la mano, trapos para limpiar o tarlatanas, trapos de tela, algodón o gasas. Se debe contar con recipientes con tapas para guardar mezclas de tintas y otros líquidos (que no sean ácidos) como alcohol, aceite, aguarrás, etc. Otros elementos importantes son las paletas para mezclar tintas; que pueden ser de cartón, linóleo, metales no ferrosos o vidrio grueso con los bordes lijados y protegidos. Adicionar a esto, se debe tener espátulas para mezclar tintas sobre las paletas. Se debe disponer de un par de rodillos de goma que sirven para la aplicación de barniz blando y rodillos de tela o de piel para la aplicación de tinta. Además se necesita tener a disposición una serie de bruñidores para realizar varios tipos de trabajo con los mismos. Entre otros materiales se encuentran las cuchillas para cortar papel u otros materiales del taller, pinzas para colgar el papel mojadas o las impresiones.

En cuanto a la prensa de grabado, esta cuenta con un rodillo que es lo que hace presión y estampa la imagen. Tiene un fieltro, que funciona como un amortiguador entre la plancha y el rodillo para no dañar el papel. Debajo de todo esto, la prensa tiene una plancha de acrílico, inmediatamente encima de la base de la prensa. Este acrílico se puede levantar ligeramente para poner un papel guía debajo y acomodar exactamente la placa de cobre y el papel. Mientras se usen materiales más pesados para la elaboración de la prensa, el costo sería mayor.

2.3.2 El laboratorio de microbiología.

Los laboratorios del Instituto de Microbiología de la Universidad San Francisco de Quito son bastante completos y a continuación se encuentra una descripción completa de las instalaciones, tomado del *Manual de Bioseguridad; Laboratorio de Microbiología USFQ*.

El laboratorio cuenta con mesones de trabajo lisos, instalaciones de gas en cada mesón con llave de gas en cada mesón. Existe una salida de emergencia amplia en el área de laboratorios de microbiología.

Existe una Sorbona para trabajo con compuestos volátiles con un sistema de extracción de aire. Las áreas de trabajo están delimitadas para cada tipo de actividad.

Se dispone de dos áreas para autoclaves, hay dos equipos especializados con este fin en el área de preparación de medios y otros dos en el área de limpieza de materia contaminado. En esta área se posee un sistema de extracción de aire y vapor generado por los equipos.

Las puertas externas del laboratorio se cierran automáticamente. El material de construcción (puertas, mesones, pisos, techos) no es absorbente ni poroso, es resistente a químicos, calor y permite su fácil limpieza. Los mesones resisten el peso de los equipos.

Se cuenta con lavamanos en cada laboratorio, al extremo de los mesones centrales,

cercanos a la puerta de salida. Se cuenta con estaciones de emergencia para lavado de ojos y una ducha de seguridad, en todos los laboratorios de microbiología y biología molecular.

Los laboratorios también cuentan con incubadoras y refrigeradoras para el cultivo de microorganismos y almacenamiento de medios de cultivo y muestras, respectivamente.

Los tanques de gas comprimido están ubicados fuera de los laboratorios. El circuito de gas cuenta con múltiples válvulas de seguridad ubicadas en cada mechero. Y se cuenta con válvulas de paso para cada mesón de trabajo.

Se cuenta también con un botiquín de primeros auxilios ubicado en el área de microbiología.

2.3.3 Un taller complementario ideal: microbiología y grabado.

Tomando materiales y equipos de ambas disciplinas para lograr un taller ideal y poder desarrollar efectivamente el nuevo método propuesto se necesitarían los siguientes materiales:

- Incubadora. Necesaria para mantener viva y cultivar la bacteria usada en grandes cantidades. También necesario para incubar las placas de metal impregnadas de la bacteria corrosiva.
- Refrigeradora. Necesaria para mantener almacenados los medios de cultivo en los cuales se debe reproducir la bacteria.
- Mesón de trabajo con mechero y una conexión externa de circuito de gas. Se necesita para evitar contaminación en los medios de cultivo y el esparcimiento de

la bacteria a otros espacios. En este mesón también se haría la aplicación de la bacteria sobre el metal.

- Guantes de látex o de nitrilo.
- Lavamanos con jabón antibacterial y papel toalla.
- Mesón limpio para preparación de tinta y aplicación de tinta sobre las placas
- Prensa.

2.3.4 El nuevo método propuesto: paso a paso.

Ya que se ha definido y explicado cómo funciona cada uno de los métodos tradicionales aprendidos dentro del taller de grabado en la Universidad San Francisco de Quito en el área de Artes Contemporáneas, se procede a explicar paso a paso cómo funciona el nuevo método propuesto que combina las dos áreas: grabado y microbiología.

Habiendo aislado la bacteria y teniendo una buena cantidad de la misma en stock, se debe trabajar en el área de microbiología en un mesón con mechero. Se debe trabajar con las barreras primarias de protección de bioseguridad: bata y guantes de látex o nitrilo.

Primero, se debe limpiar el mesón con alcohol, antes de prender el mechero, para asegurar que se está trabajando en un espacio limpio y estéril. Ya limpio el mesón, se prende el mechero.

Segundo, se saca el plato Petri con la bacteria de la incubadora y se empieza la aplicación de la misma sobre la placa de cobre cerca del mechero para evitar contaminación de

cualquier tipo. Para la aplicación se usan hisopos y palillos estériles. Con cualquiera de estas dos herramientas se coge la bacteria como si fuera una tinta y se aplica directamente sobre la placa.

Tercero, se pone la placa en un plato Petri de plástico con la medida necesaria, es decir, que alcance la placa de cobre que se esté usando. Y se inserta el plato que contiene la placa en la incubadora.

El valor tonal de la línea depende de la bacteria y de su mezcla con otros reactivos. En el caso de esta investigación se mezcló la bacteria directamente con azufre, se creó una especie de pasta y se la usó como tinta sobre la placa de metal. La corrosión empieza inmediatamente seguido a la aplicación de la bacteria.

Es ideal dejar de 1 a 2 días la placa con la bacteria en incubación, así se obtienen los mejores resultados.

Cuarto, una vez corroído el metal se procede a limpiar la placa primero con agua para quitar la costra de azufre que queda en la superficie de la placa. Después se limpia con vinagre y sal por que de esta manera se ve que la corrosión resultante queda impregnada, no se quita y se comprueba que no es suciedad. Se limpia con alcohol para asegurar que no queden residuos de la bacteria.

Quinto, se procede a entintando con un muñeco, limpiando con delicadeza y haciendo la impresión.

2.4 Pros y Contras de los dos métodos

2.4.1 Pros y contras del grabado tradicional

El grabado tradicional tiene beneficios en cuanto al tiempo ya que los químicos corrosivos trabajan inmediatamente creando líneas limpias y claras. Es más fácil crear detalles pequeños y líneas delgadas. Esto se aplica en el grabado con químicos, es decir, aguafuerte y aguatinta. Los beneficios de este tipo de grabado se basan mucho en el producto estético de la estampa.

Los contras de estos procesos se basan en el uso del mismo químico corrosivo ya que se necesita de mucho cuidado para trabajarlos, ya que son dañinos para la salud y el medio ambiente. Los químicos corrosivos no deben ser desechados por los desagües ya que corroen las tuberías y causan daños a largo plazo. Además, los químicos corrosivos se deben manejar con cuidado ya que si tocan la piel pueden causar severos daños como quemaduras.

En cuanto al grabado tradicional sin químicos, como la punta seca, los beneficios se basan primordialmente en que no se usa ningún químico corrosivo y se pueden lograr líneas marcadas y delgadas, texturas y en el tamaño que se desee. Con la mezzotinta se pueden lograr variaciones de tonos desde el negro hacia el blanco y se pueden lograr detalles, según se trabajen los instrumentos y se logren los valores tonales.

Los contras de estas dos técnicas se basan puramente en el tiempo, ya que estas toman mucho más tiempo de trabajo en el proceso del diseño sobre la placa.

En cuanto al grabado al azufre, los beneficios están basados prácticamente en que no se usan químicos corrosivos y tampoco se usa ninguna herramienta punzante, solamente un pincel.

Una desventaja de este proceso es igualmente, el tiempo. Para lograr la corrosión del material usando azufre mezclado con aceite, se debe dejar reposar la placa de metal aproximadamente de 5 a 8 días.

Dentro de la Universidad San Francisco de Quito, se cuenta con un taller totalmente equipado, por tanto, trabajar con todas las técnicas tradicionales resulta muy conveniente si se sabe usar el material. Este es un beneficio por sobre todos.

2.4.2 Pros y contras del grabado con bacterias corrosivas del metal

El grabado con bacterias corrosivas no es un proceso muy difícil una vez que la bacteria se tiene aislada y ese era uno de los principales propósitos de este trabajo de investigación: proporcionar la bacteria aislada para futuros proyectos que se deseen realizar en el área de Artes Contemporáneas de la USFQ. Este es el mayor beneficio que se ha logrado durante el proceso.

Otro de los beneficios más importantes es que el grabado con bacterias corrosivas, usa precisamente estas bacterias que son capaces de corroer el metal sin causar un impacto ambiental como lo hacen los químicos corrosivos. Tampoco es patógena, es decir, que no representa un peligro biológico para el ser humano. Se desechan rápidamente, es decir, desaparecen o mueren inmediatamente con la aplicación de alcohol. Las bacterias no son capaces de ingresar de ninguna manera en el cuerpo a través de los guantes de látex, a diferencia de los químicos corrosivos que quemarían dichos guantes, por eso en el

grabado con químicos corrosivos se deben usar guantes de nitrilo. Otro beneficio es que si se aplica la bacteria con azufre, la corrosión se da inmediatamente, esto es algo que se pudo apreciar durante las pruebas en el laboratorio. Aún así es recomendable incubar la bacteria por 1 a 2 días para mejores resultados. (Anexo A)

Las desventajas de esta técnica se basan en que las líneas no son claras y limpias, mas bien son más gruesas y entrecortadas debido a las herramientas usadas que son hisopos y palillos. Otra desventaja es que el tiempo de corrosión es de 1 a 2 días en comparación al grabado con químicos, que toma minutos.

Finalmente, lo que se podría contar como desventaja es que no se tienen todos los equipos necesarios como la incubadora, la refrigeradora o el mesón con mechero en el taller de grabado y por tanto se debería trabajar en dos distintos ambientes: en el taller de grabado y en el laboratorio de microbiología. Además, en la USFQ, los encargados del laboratorio de microbiología deben dar una aprobación para que una persona “externa”, en este caso un estudiante de Artes Contemporáneas, ingrese en el laboratorio y haga uso de las instalaciones. A pesar de que este no es un proceso difícil, se debe dar un examen que apruebe el ingreso.

CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES

Habiendo hecho una comparación de las técnicas tradicionales y el nuevo método propuesto, se puede concluir que hay ciertos beneficios en ambos lados. Con el grabado tradicional resulta claramente más fácil ya que es una técnica explorada durante décadas y cada vez se ha ido simplificando y es más asequible en cuanto a encontrar materiales y equipos.

Obviamente, la técnica propuesta es un poco más complicada y resultaría más costoso adecuar un espacio dentro de las instalaciones de un taller de grabado para encontrar todas las necesidades de un laboratorio de microbiología. Dentro de la Universidad San Francisco de Quito, se tiene una clara ventaja, que es que se cuenta con ambos ambientes y a poca distancia, incluso la relación entre ambas disciplinas ya se ha empezado con este proyecto de investigación.

En cuanto a tiempo y a producción, las técnicas tradicionales si resultan más rápidas que la nueva técnica pero el impacto ambiental es algo que no se puede pasar por alto. El más grande beneficio que se ha encontrado con el grabado con bacterias corrosivas es que reduce el impacto ambiental considerablemente ya que estas bacterias corroen solamente los lugares donde son aplicadas, se limpian con alcohol y desaparecen; además, no causan daño al ser humano de ninguna manera. Una cosa si es importante, el proceso es mucho más delicado, ya que se debe trabajar en un ambiente estéril y con un mechero que proporciona la esterilidad necesaria para no causar ninguna contaminación

de hongos o esporas en los medios de cultivo donde se encuentran las bacterias corrosivas.

Es importante aclarar que este no es un proceso que reemplace a las técnicas del grabado con químicos corrosivos como el agua fuerte y el aguainta porque visiblemente no se pueden conseguir los mismos resultados con la aplicación de las bacterias sobre el metal. A pesar de que se puede apreciar una imagen, nunca va a estar cargada de los detalles y tonalidades que logran las técnicas tradicionales.

Finalmente, se concluye que ambas técnicas, la tradicional y la propuesta, son buenas y tienen sus beneficios. Pero claramente, sería extremadamente costoso tratar de crear el taller ideal: grabado y microbiología, por el costo de los equipos. Pero esto no significa que la técnica propuesta no deba seguir siendo aplicada o investigada a futuro, pues es una muy buena alternativa al trabajo con los químicos corrosivos. Posiblemente con más investigación y a futuro, se pueda conseguir que el grabado con bacterias se simplifique a tal punto que sea la opción más conveniente en el trabajo con metal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Catafal, Jordi; Olivia, Clara (2007). El Grabado. Parramón Ediciones. Barcelona, España.

Cruz M, Jaime (1992). Léxico del Grabado en Metal. Editorial Universitaria S.A. Chile.

Dawson, John. (1996) Guía Completa de Grabado e Impresión; Técnicas y Materiales.

Tursen, S.A. H. Blume Ediciones. Madrid, España.

Docencia Universidad de Antioquia. (s.f.). *Microorganismos en sistemas de enfriamiento*.

Obtenido de docencia udea:

http://docencia.udea.edu.co/bacteriologia/MicrobiologiaAmbiental/microbiologia_8.pdf

Pla, Jaume. (1986) Técnicas del grabado Calcográfico y su Estampación. Ediciones Omega

S.A. Barcelona, España.

Torma, A. E., & Habashi, F. (1972). Oxidation of copper (II) selenide by *Thiobacillus*

ferrooxidans. *Canadian journal of microbiology*, 18(11), 1780-1781.

Trueba, Gabriel; et al.(2014). Manual de Bioseguridad. Laboratorio de Microbiología.

Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

Work, Thomas. (1992) Crear y Realizar Grabados. Las Ediciones de Arte. Barcelona,

España.

ANEXO A: PROCESO DE IMPRESIÓN

Proceso de Impresión de estampas - Primera prueba de aplicación de bacteria y primera impresión.

Esta impresión corresponde a la primera placa trabajada en el laboratorio con la aplicación de bacteria. La aplicación se hizo sobre una placa reciclada, por tanto, en la impresión se ven líneas delgadas y muy marcadas. Esto nos permite observar la diferencia entre el trabajo de una punta seca y la bacteria.



Figura 1. Placa trabajada junto a la impresión de la misma.

Detalle de placa

En la primera parte se realizan líneas esparcidas sobre la placa para dejar espacio para que la bacteria trabaje.

En la segunda parte de la placa se aplicó la bacteria con movimientos circulares. Se puede ver que hubo menos trabajo de la bacteria.

En esta tercera parte de la placa, se aplicó la bacteria primero como base y se espolvoreó azufre encima.



Figura 2. Detalle de placa.



Figura 3. Perspectiva de la placa junto a su impresión. Se puede observar claramente el detalle de punta seca en comparación con la mordedura de la bacteria.

Proceso de las dos primeras placas - Primera parte

Para realizar este proceso, se realizó una imagen con varias formas, líneas curvas y se intentaron texturas gruesas y fuertes. Para dibujar se mezcló una parte de bacteria en su medio azufre y se creó una pasta, que se aplicó sobre el metal. La imagen representa un paisaje de montañas.



Figura 4. Placas trabajadas con la mezcla de azufre y bacteria (pasta).

El resultado de esta placa de metal, después de una limpieza simple con alcohol fue una capa gruesa de corrosión encima del metal y estas son las impresiones que se consiguieron:

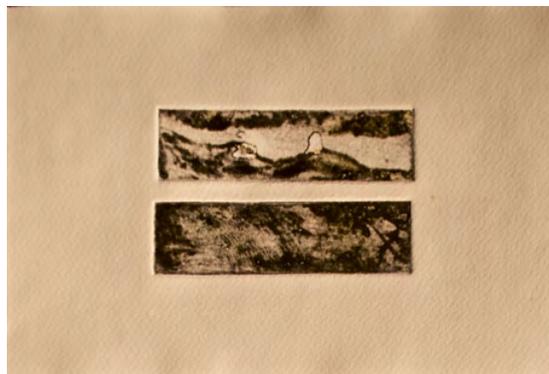


Figura 5. Primera impresión de las placas. Grabado falso.

Después de la primera impresión nos dimos cuenta de que el papel se quedaba adherido en la placa de metal y se procedió con una limpieza profunda con limón y sal. Este es el resultado de la impresión después de la limpieza:

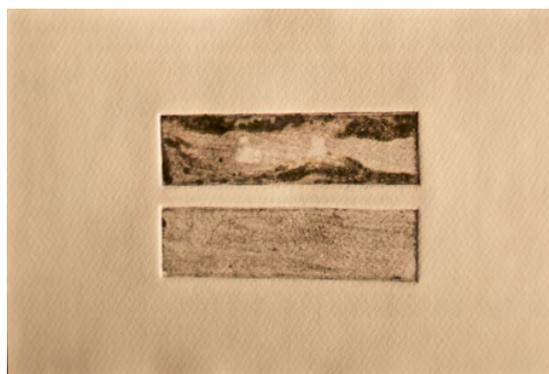


Figura 6. Segunda impresión de las placas limpiadas con limón y sal. Se puede observar que la imagen desaparece al retirar la capa de corrosión encima de la placa. Desaparece el grabado falso.

Proceso de las dos primeras placas - Segunda parte

Ya que la corrosión era solamente superficial, es decir, un grabado falso, se procedió a pulir nuevamente las dos placas de metal y se aplicó más bacteria como base y se espolvoreó con un poco de azufre encima. Se hizo esto ya que se comprobó que mezclar previamente la bacteria con azufre y crear una pasta, no es efectivo en el proceso de corrosión; mientras que la bacteria aplicada directamente sobre la placa si logra una mordida visible.

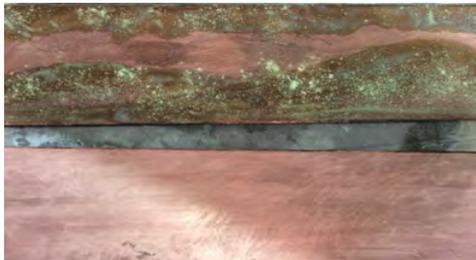


Figura 7. Placa pulida con aplicación directa de bacteria y espolvoreado con azufre.



Figura 8. Placa con bacteria, espolvoreada con azufre. Resultado después de 2 días en incubación.



Figura 9. Resultado después de lavado con agua, limpiado con alcohol y limpiado con vinagre.

Finalmente se puede ver el resultado de la impresión de la verdadera mordida de la bacteria sobre el metal.

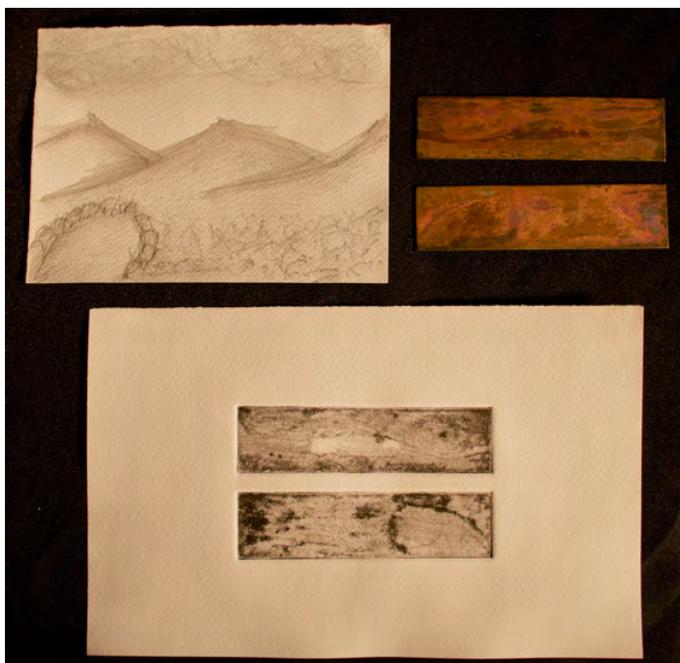


Figura 10. Detalle de placas después de impresión y limpiado con aguarrás, vinagre y sal y lavado con agua.

Figura 11. Impresión final, sketch de la imagen y placas de metal.

Proceso de las dos segundas placas - Primera parte

En las dos segundas placas se trabajó de la misma manera, con la pasta hecha con bacteria y azufre mezclados. El motivo de esta imagen es uno más natural y suave, con líneas delgadas.

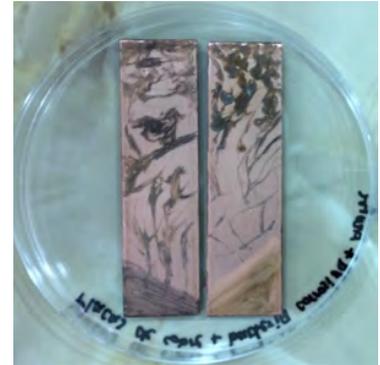


Figura 12. Placas trabajadas con la mezcla de azufre y bacteria (pasta)

El resultado de la primera impresión falsa es el siguiente:



Figura 13. Primera impresión de las placas. Grabado falso.

Y este es el resultado de la segunda impresión, una vez limpiado con limón y sal:

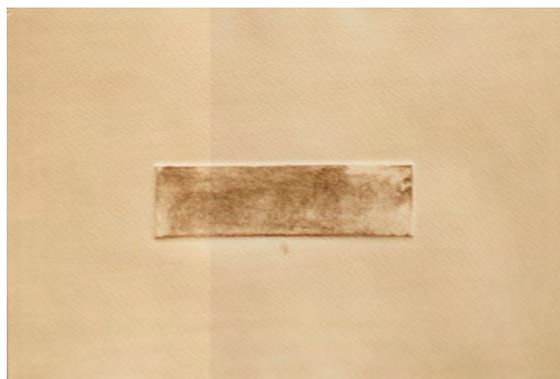


Figura 14. Segunda impresión de la placa limpiada con limón y sal. Se puede observar que la imagen desaparece al retirar la capa de corrosión encima de la placa. Desaparece el grabado falso.

Proceso de las dos segundas placas - Segunda parte

Ya que el previo intento fue fallido, se procedió a pulir las placas y aplicar una cantidad generosa de bacteria directamente sobre las mismas y se espolvoreó con azufre. Se dibujó nuevamente, líneas más gruesas asemejando un árbol con gruesas ramas. Se usó la bacteria como tinta y en la figura 1 se presenta el resultado de la verdadera mordedura de la bacteria después de una incubación de 2 días.



Figura 15. Placa después de limpieza con vinagre y sal y posteriormente con agua.



Figura 16. Detalle de la placa trabajada, después de las impresiones, limpiada aguarrás, vinagre y sal y lavada con agua.

Ya que en estas placas el trabajo de la bacteria funcionó de mejor manera y la mordedura es más profunda, se decidió hacer una serie de 10 impresiones de estas placas. Como se puede observar, la imagen impresa es bastante fiel al sketch.

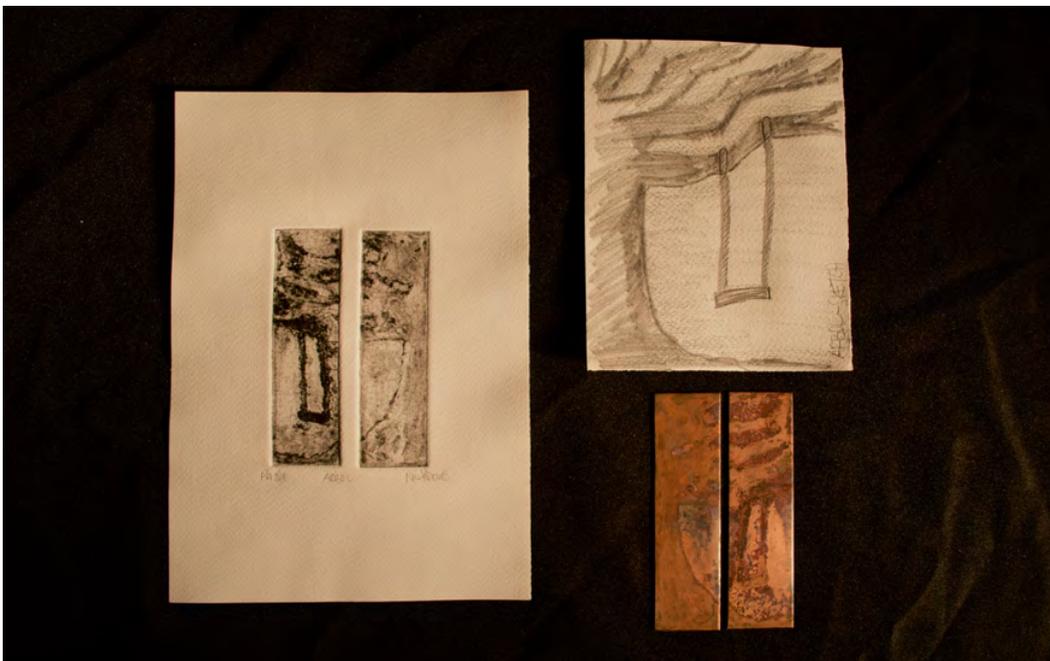


Figura 17. Impresión final, sketch de la imagen y placas

ANEXO B: INSTRUCCIONES PARA AISLAMIENTO DE BACTERIA

Son bacterias que se desarrollan en un pH ácido, el género más representativo es *Thiobacillus* que tiene la forma de bacilo y es Gram negativo. Estas bacterias utilizan el hierro como fuente de energía.

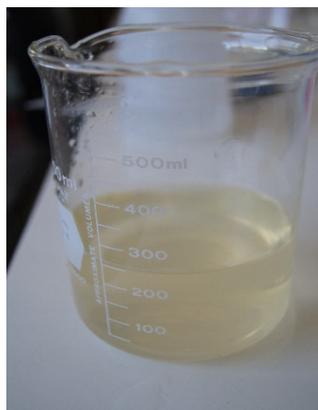
Objetivo:

- Preparar medios de cultivo
- Aislar la bacteria *Thiobacillus* sp.

Metodología:

- Toma de muestras

La toma de muestras se realizó de dos grifos de agua con conexiones de tubos de hierro oxidados.



Procedimiento en el laboratorio

- Medios de cultivo y soluciones

El medio utilizado fue el 9K propuesto por Silverman y Lundgren para el aislamiento de este tipo de bacterias.

Medio 9K líquido	Medio 9K sólido
0.025g (NH ₄) ₂ SO ₄ 0.01g K ₂ HPO ₄ 9g Fe SO ₄ .7H ₂ O 0.025g MgSO ₄ .7H ₂ O Estos reactivos fueron disueltos en 250mL de agua destilada, ajustando con H ₂ SO ₄ 10N para llegar a un pH final de 1.5. Se autoclavó a 121 lb de presión durante 15 minutos.	Solución A: 1.75g (NH ₄) ₂ SO ₄ 0.029g K ₂ HPO ₄ 0.058g KCl 0.029g Mg SO ₄ .H ₂ O 0.0084g Ca (NO ₃) ₂ Los reactivos fueron disueltos en 210 mL de agua destilada, ajustando el pH a 1.9 con H ₂ SO ₄ 10N. Se autoclavó a 121 lb de presión durante 15 minutos. Solución B: 37.3g FeSO ₄ 7.H ₂ O en 290 mL de agua destilada a pH 1.9 con H ₂ SO ₄



10N, más 12g de agarosa. No se esterilizó en autoclave para evitar la precipitación de compuestos y desnaturalización de agarosa. Una vez autoclavada la solución A se mezcló con la solución B se llevó a ebullición y se distribuyó el medio en



platos de Petri.



Reactivos utilizados en la preparación de medios de cultivo

- Preparación de las muestras

Se tomaron 130mL de las muestras de agua con 120mL del medio 9K líquido y se procedieron a homogenizar en un agitador por 30 minutos.



- Filtrado

Las muestras homogenizadas se filtraron con papel Whatman N° 42 y a un Segundo filtrado con filtros de membrana, luego de lo cual se lavaron las membranas con 5mL de agua ácida y esta agua del lavado se sembró en 75mL de medio 9K líquido en fiasas de 100mL y fueron colocadas en incubación a 37°C durante 7 días.



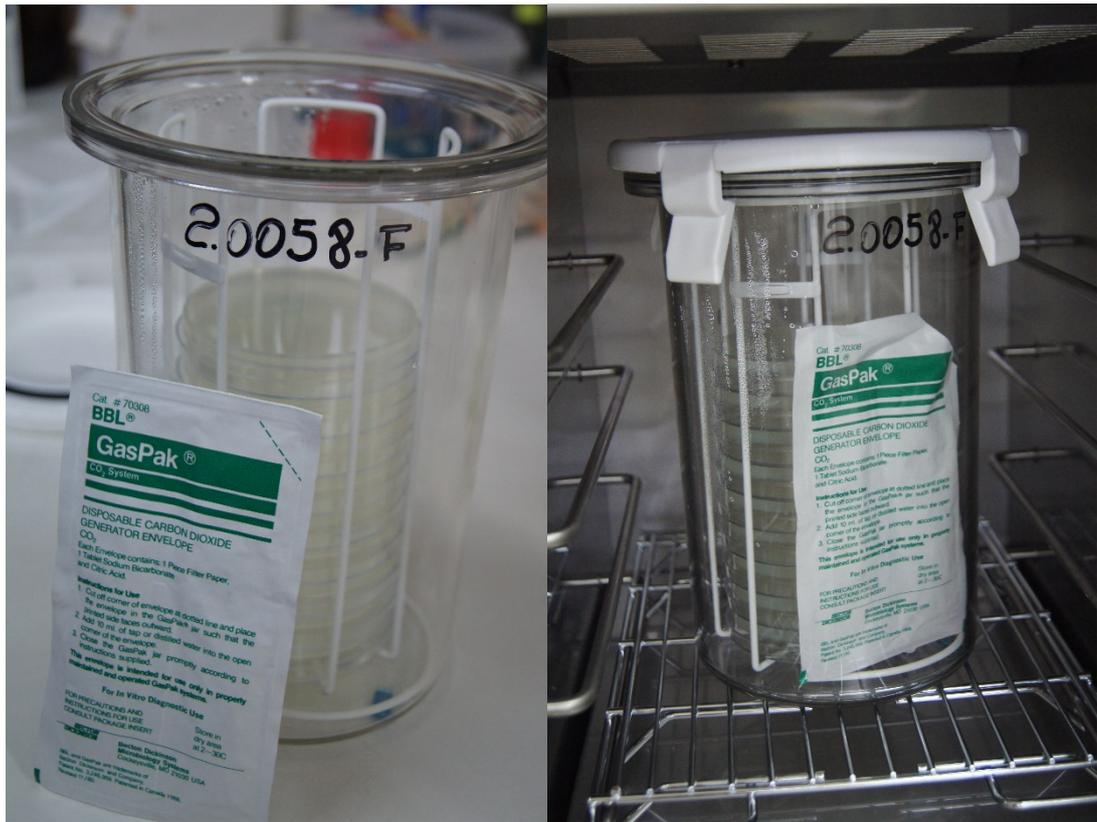
- Aislamiento de bacterias en medio sólido

Luego de los 7 días de la incubación de los cultivos en los tubos, se sembraron con un estriado sencillo en placas de medio 9K sólido, para lo cual se utilizó la cámara de flujo laminar.



- Incubación

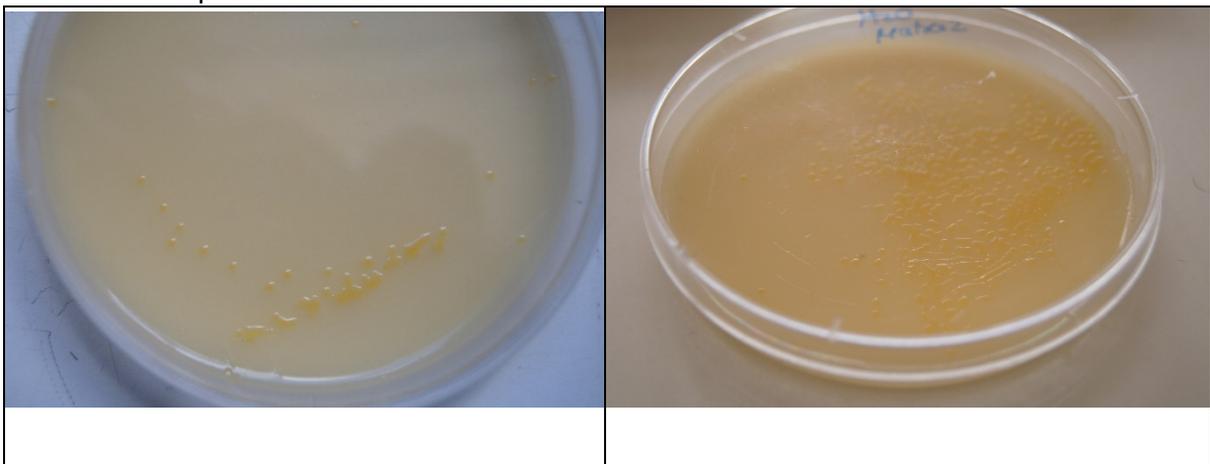
Los platos de Petri fueron incubados a 37°C por siete días en atmósfera de CO₂



- Al momento no se han obtenido resultados positivos, solamente se ha observado cambio en la coloración del medio de cultivo. Probablemente las muestras no sean las adecuadas debido a que Thiobacillus es un género de bacterias que son termófilas y que soportan temperaturas de hasta 75°C. Las muestras que indican en algunos artículos provienen de agua y rocas de minas que aquí no podemos encontrar.
- Otro inconveniente es que los tiempos de incubación de un paso a otro son muy largos (7días).

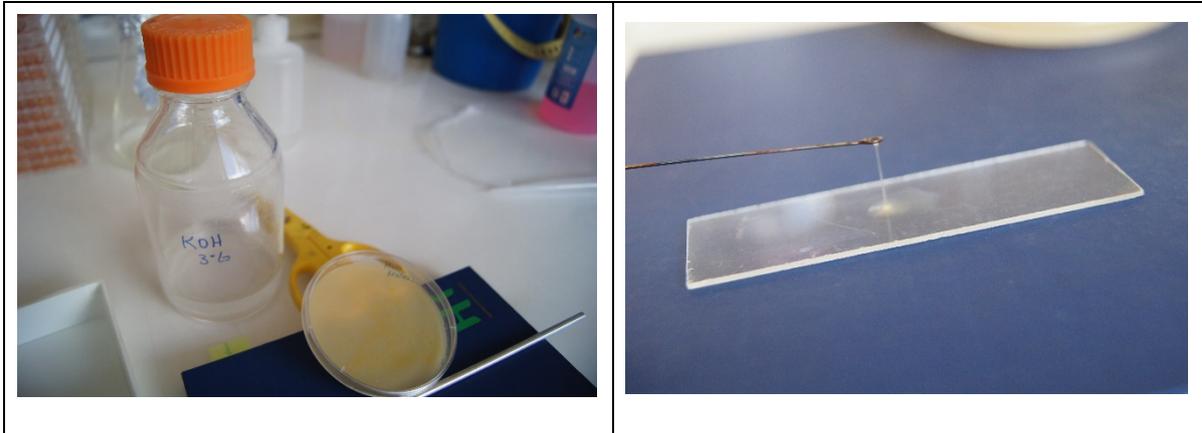
RESULTADOS.

La muestra del matraz (fiola aforada) también se sembró en platos de Petri conteniendo medio YDC (medio para aislamiento de bacterias) e incubando a 28°C, luego de tres días se observó la presencia de colonias de color amarillo.



Colonias amarillas en YDC

Para determinar si la bacteria aislada es gram negativa se hizo la prueba de solubilidad con KOH al 3%, para lo cual se tomó una colonia con una asa y se colocó en una placa portaobjetos donde previamente se había colocado una gota de KOH, se mezcló con el asa y se procedió a levantarla observándose la formación de un hilo; de acuerdo a esto se puede deducir que es una bacteria Gram negativa.

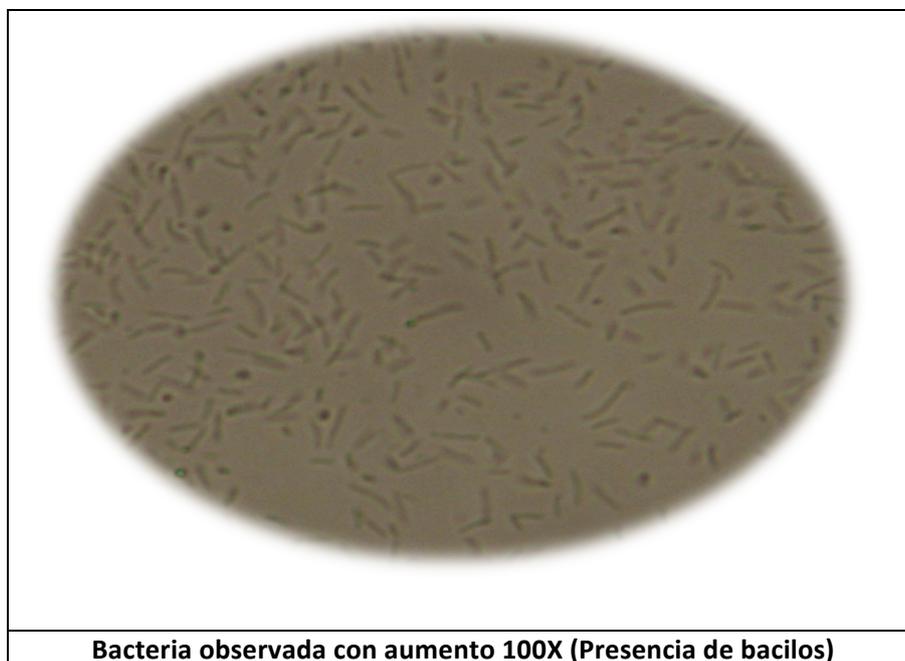


Prueba de solubilidad con KOH

También se tomó parte de una colonia y se depositó en una placa portaobjetos con aceite de inmersión para ser observada con aumento de 100X. Las estructuras observadas en el microscopio fueron de forma bacilar. Por el momento se concluye que la bacteria cumple con 3 características:

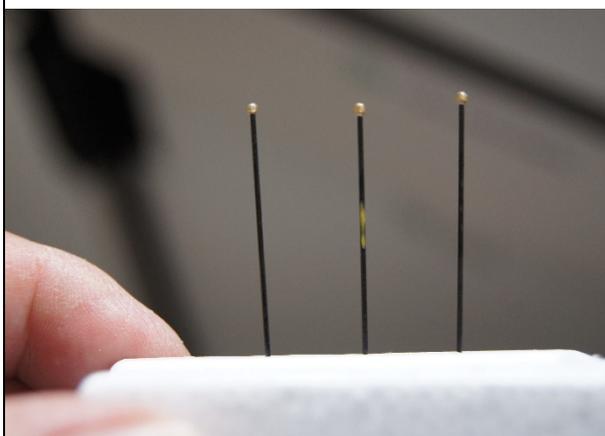
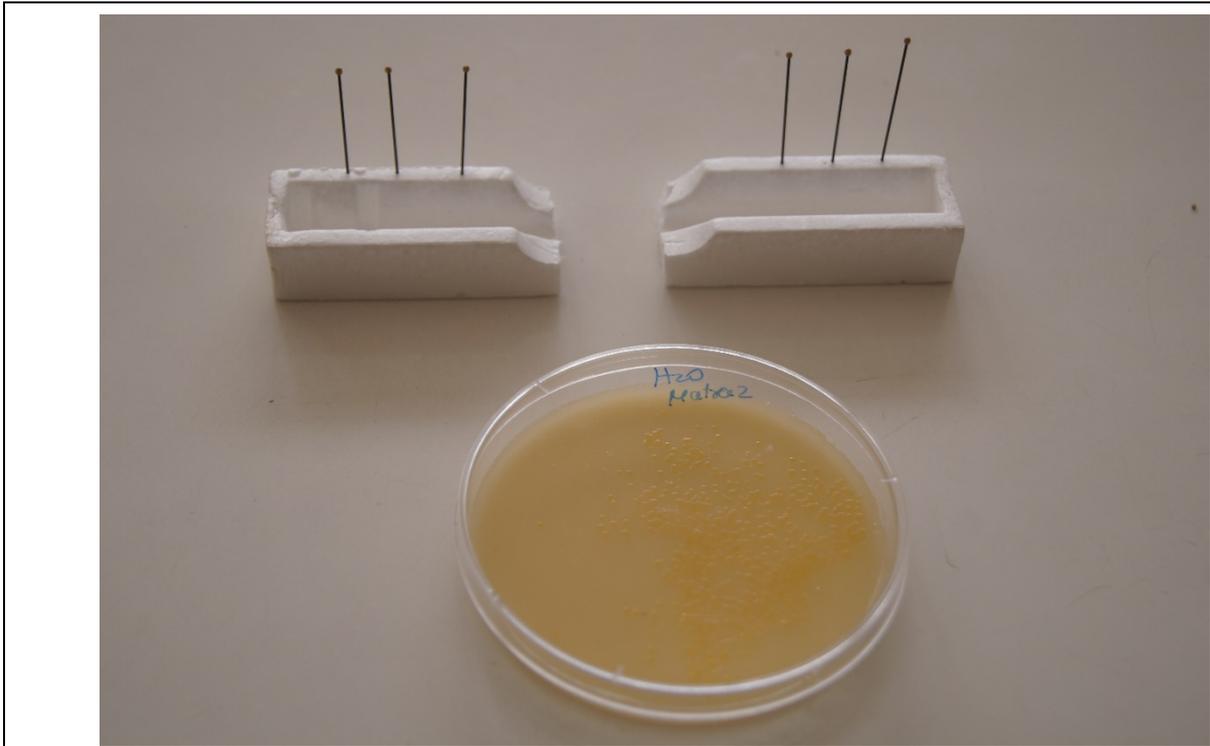
- Puede vivir en medios de pH ácido (1.5)
- Positiva para gram negativa con KOH
- Su morfología corresponde a bacilos

Se sugiere hacer pruebas complementarias para confirmar si se trata de *Thiobacillus* sp.



Bacteria observada con aumento 100X (Presencia de bacilos)

Al momento se ha colocado parte de la colonia bacteriana en alfileres entomológicos tanto al ambiente como en cámara húmeda a 37°C para ver si se produce la oxidación.



Alfileres con la bacteria



Cámara húmeda con alfileres más bacteria