

## ANÁLISIS DIAGNÓSTICO DE LA SALUD OCUPACIONAL EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CERA DE LA CANDELILLA PARA LA DETERMINACIÓN Y PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS

Priscila Mayela-De Ávila Regalado <sup>a\*</sup>, Dra. Adriana-Gamboa Hernández <sup>a</sup>, Dra. María Cristina-García Carrillo <sup>a</sup>, Ing. Kenia-Crispín García <sup>a</sup>, M. C. Pantaleona-Campa Núñez <sup>a</sup>, M. C. Alejandro-Romero Barrientos <sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de la Laguna, Blvd. Revolución y Av. Instituto Tecnológico de la Laguna s/n, 2700 Torreón, Coahuila, México.  
<sup>\*</sup>deavireg98@outlook.com

### Resumen

El municipio de Francisco I. Madero, Coahuila cuenta con diferentes lugares turísticos, entre ellos el Valle de Acatita, una de las zonas que posee grandes riquezas naturales y arqueológicas. Esta comunidad se caracteriza por la extracción de cera de la planta de la candelilla; la forma en cómo lo realizan es un proceso rudimentario y dañino para los trabajadores al igual que al medio ambiente, debido a que los trabajadores no cuentan con el equipo adecuado de seguridad, además que la extracción genera gases de combustión dañinos para la propia salud por el uso de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y la quema de candelilla previamente gastada a fuego directo. En el lugar mencionado no se muestran medidas de protección para los trabajadores, equipos y medio ambiente. Con el análisis del trabajo expuesto por los candelilleros, los riesgos que conlleva, se realizó este proyecto de investigación en el cual generan múltiples propuestas de buenas prácticas, para que estos trabajadores tengan una mejor calidad de vida, seguridad ocupacional en su trabajo y, de igual manera para el cuidado del medio ambiente.

**Palabras clave**— Candelilla, Cera, Combustión y Extracción

### Abstract

Francisco I. Madero, Coahuila has different tourist places, including "El Valle de Acatita," one of the areas that has great natural and archaeological wealth. This community is characterized by the extraction of wax from the candelilla plant; the way in which they do it is a rudimentary and harmful process for the workers as well as for the environment, because the workers do not have adequate safety equipment, in addition that the extraction generates combustion gases that are dangerous to their own health due to the use of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and the burning of previously spent candelilla on direct fire. In the mentioned place there are no protection measures for workers, equipment and the environment.

With the analysis of the work exposed by the candelilleros, the risks that it entails, this research project was carried out in which multiple proposals for good practices were generated, so that these workers have a better quality of life, occupational safety in their work and, in the same way, for the care of the environment.

**Keywords**— Candelilla, Combustion, Extraction & Wax.

### 1. INTRODUCCIÓN

La planta de Candelilla (Fig. 1) es una planta perenne la cual pertenece a la familia de las Euforbiáceas. La cera de Candelilla es una sustancia compleja de origen vegetal. Su superficie puede alcanzar altos niveles de brillo al ser refinada, siendo esta una de las propiedades más apreciadas en la cera de Candelilla para diversas aplicaciones de especialidad. La extracción es

Fig. 1. Planta de Candelilla



un método de división de una sustancia que puede disolverse en dos disolventes no miscibles entre sí, con diferente nivel de solubilidad y que permanecen en contacto por medio de una interfase. La combustión es un proceso de transformación de la materia que se inicia con un aporte de energía y que, en presencia de oxígeno, da lugar a la formación de nuevas sustancias y a la liberación de energía en forma de calor y luz. El ácido sulfúrico no es inflamable, sin embargo, reacciona violentamente con el agua, generando grandes cantidades de calor con potencial de salpicaduras del ácido. Reacciona con la mayoría de los metales, particularmente cuando se diluye con agua, para formar gas hidrógeno inflamable que puede crear un peligro de explosión. Se analizarán distintas áreas del proceso de extracción de la cera de la candelilla como la salud y seguridad ocupacional, de igual manera la combustión, para obtener soluciones basándose en lo que se investigó teóricamente y observo en el valle de Acatita.

El Instituto Tecnológico de la Laguna realizó un diagnóstico de las condiciones de operación en el proceso de extracción de la cera de la candelilla. Se analizó la extracción donde se observó la seguridad del proceso y de los trabajadores con la que estos laboran. En este diagnóstico nos permitió observar los gases que se emiten durante el procedimiento de extracción.

Se elaboró un análisis de diagnóstico de la combustión, seguridad, y salud ocupacional del proceso de extracción de la cera de la Candelilla y así se propusieron diversas soluciones para obtener buenas prácticas durante dicha extracción.

Para esto se llevaron una secuencia de pasos a seguir:

- Se elaboró un análisis de las condiciones de operación en el proceso de combustión lo cual nos permitió determinar las áreas de oportunidad en beneficio de la salud de los candelilleros.
- Se realizaron propuestas de mejora basadas en las buenas prácticas de combustión, salud ocupacional y seguridad, y estas nos permiten llevar a cabo un mejoramiento del proceso.
- Se investigó sobre el proceso de extracción que los candelilleros han utilizado durante generaciones. Se visitó el valle de Acatita y los candelilleros muy amablemente nos explicaron el proceso que utilizan.
- Se experimentó en el laboratorio con el equipo soxhlet el cual simula el proceso utilizado por los trabajadores Del Valle de Acatita y así se determinó el porcentaje que se extrajo de cerote de la candelilla, ya que en este se utilizó éter de petróleo para ver cuál es el mejor rendimiento que se podía obtener de la planta. Después se utilizó  $H_2SO_4$  y los resultados de este fueron similares a los de éter de petróleo [1].

## 2. LA CANDELILLA

La planta de Candelilla es una planta perenne la cual pertenece a la familia de las Euforbiáceas, nombre común de una extensa familia de plantas con flores de aspecto similar a los cactus de quienes se diferencian claramente por el látex lechoso que contienen las Euforbiáceas. Es una de las pocas plantas en el mundo que contiene una alta cantidad de hidrocarburos, lo que facilita la extracción de la cera natural.

Se le conoce la planta perenne a toda aquella que tiene una vida útil de más de dos años, con independencia de si pierden todas sus hojas cuando llega el invierno o si las mantiene todo el año (A las plantas perennes se necesita aportar nutrientes periódicos y otros cuidados como por ejemplo podar o dividir para el buen desarrollo de la planta y así obtener nuevas plantas).

### 2.1 Localización geográfica

La planta crece normalmente en zonas de clima semidesértico, principalmente en laderas de suelo calcáreo, asociadas con formaciones de material rocoso. La planta es nativa del desierto chihuahuense de México y del sureste de Estados Unidos de América.

En México se encuentra en los estados de Durango, Zacatecas, Chihuahua, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Coahuila. En rangos altitudinales de 250 a 2400 msnm, donde las mejores localidades productoras cuentan con altitudes medias sobre el nivel del mar de 700 a 1500 m [2].

### 2.2 Características de la Candelilla

La cera de Candelilla es una sustancia compleja de origen vegetal. Es dura, quebradiza y fácil de pulverizar. Sin refinar es de apariencia opaca. Su color puede variar desde café claro hasta amarillo, dependiendo del grado de refinación y blanqueo. Su superficie puede alcanzar altos niveles de brillo al

ser refinada, siendo esta una de las propiedades más apreciadas en la cera de Candelilla para diversas aplicaciones de especialidad. Disuelve bien los colorantes básicos. Es insoluble en agua, pero altamente soluble en acetona, cloroformo, benceno y otros solventes orgánicos.

La planta de Candelilla es muy resistente al ataque de plagas y enfermedades y se consume de forma muy limitada por algunas especies de la fauna silvestre que existe en la región.

La mayoría de los constituyentes de la cera de Candelilla son componentes naturales que se encuentran en los vegetales y en las frutas. Su composición química se caracteriza por un alto contenido de hidrocarburos (alrededor del 50%) y una cantidad relativamente baja de ésteres volátiles. Su contenido de resina puede llegar hasta 40% en peso, lo cual contribuye a su consistencia pegajosa.

### 2.3 La candelilla y el Valle de Acatita

Las personas de esta comunidad son sencilla, amables, honestas y trabajadoras que salen todos los días a trabajar para que no falte la comida en su hogar. Recientemente, un apoyo canadiense llegó para apoyar a los jóvenes, haciendo que estos emigren a Canadá, trabajando en proyectos de construcción. Se desconocen los salarios de las otras áreas, en cuestiones de extracción de la cera depende de la época del año, a grandes rasgos los candelilleros expresan que en época de calor se les compra la cera en \$40.00 MXN/kg de cera, mientras que en época de invierno \$90.00 MXN/ kg de cera.

Durante la visita al valle de Acatita los candelilleros mostraron cantidades de extracción estaban alrededor de 2-3%. En cambio, en las extracciones con éter de petróleo se obtuvieron extracciones del 8-10 %, es una diferencia significativa, ya que existe una diferencia entre el 5-7 puntos porcentuales, entonces existe un desperdicio de cera, ya que no se logra extraer en su totalidad. En este caso se requiere hacer más experimentaciones, para observar cuáles son los factores que afectan la obtención de la cera, algunas de las propuestas es reducir la cantidad de tercios que agregan a la paila, ya que esto puede entorpecer el proceso, agregar más cantidad de ácido sulfúrico, dejar actuar más tiempo, existen diversos factores para mejorar.

## 3. EXTRACCIÓN DE LA CERA

La extracción se realiza en varias etapas:

1. Los trabajadores se trasladan con la ayuda de animales de carga o camiones a las zonas donde se encuentran la Candelilla.
2. Se recolecta la planta Candelilla se arranca de manualmente la planta con todo y raíz. Otra manera de recolectar es con una herramienta de madero afilado.
3. Se preparan tercios de 30 - 35 Kg de candelilla, libre de impurezas tales como tierra, hierba seca, piedras, etc.
4. Posteriormente, se trasladan y concentran en un centro de acopio.
5. Se coloca la planta en calderos de hierro llamados "Pailas" con 650 litros de agua acidificada con aproximadamente 1 L de  $H_2SO_4$ .
6. La planta de candelilla inmersa en la solución agua - ácido y

se prensa con la ayuda de unas rejillas

7. Se calienta a fuego directo hasta el punto de ebullición de la solución y se le agrega nuevamente 250 ml de  $H_2SO_4$ , de esta manera se funde la cera en el baño separándose de la planta. El  $H_2SO_4$  evita que el agua y la cera sean miscibles.

8. La cera de la candelilla fundida flota en la superficie de la "Paila" en forma de espuma.

9. Se retira la cera de la paila con la ayuda de espumaderas (herramientas parecidas a una pala con orificios) y esta se deposita en tanque de acero, cubetas, agujeros cónicos en el piso o en moldes de barro que se colocan al nivel del piso.

10. La cera se separa por el método de decantación de un licor pardo que precipita en el fondo del recipiente y este se recicla a la "Paila" de extracción. En la parte intermedia se forma una espuma de color gris o color crema esta constituye la cera de candelilla a esta se le denomina "cerote". En la parte superior se forma una pasta formada por cenizas, burbujas e impurezas sólidas. Las plantas utilizadas para la extracción se reutilizan, pero ahora como combustible para la paila después de ser secadas al sol.

11. Se deja enfriar el cerote en los cortadores y medios cortadores para solidificar a temperatura ambiente y posteriormente retirarlo (este proceso puede tardar de 2 a 3 días).

## 4. COMBUSTIÓN

### 4.1 Combustión de candelilla gastada

Durante el proceso de extracción de la cera de candelilla, los trabajadores se ven necesitados a utilizar la candelilla ya gastada como combustible a manera de reciclar, los trabajadores la utilizan para calentar la paila y seguir con las próximas extracciones que se tienen que realizar para así obtener la cantidad que desea el candelillero.

Al momento de ver el proceso de combustión se observó un humo denso y abundante, el cual es alarmante para la salud de los trabajadores, ya que como sabemos los gases de combustión tienen diversos efectos en la salud. A pesar de que el lugar de trabajo de los candelilleros es una zona abierta, estos se encuentran demasiado cerca de la combustión, por lo tanto, inhalan todos los gases que genera esta.

### 4.2 Efectos en la salud

A continuación, se explican los principales componentes en los gases de combustión que afectan a la salud.

- **CO:** Muestra efectos en el sistema respiratorio y cardiovascular, donde la susceptibilidad a la contaminación puede variar con la salud o la edad. Según Horn (1989) señala que el monóxido de carbono (CO) en los seres humanos, afecta el suministro de oxígeno en el torrente sanguíneo, los glóbulos rojos transportan el oxígeno por todo el cuerpo, cuando existe monóxido de carbono (CO), este atrae más a los glóbulos rojos que al oxígeno, originando la carboxihemoglobina.
- **CO<sub>2</sub>:** Altas concentraciones de este gas tienen múltiples efectos a la salud como fatiga, dolor de

cabeza, insomnio, irritación emocional (la cual va de la mano con el insomnio), calcificación renal y pérdida ósea. Por ello está bien que la zona de trabajo sea un lugar abierto haciendo que los gases no se concentren, el problema son los largos tiempos de exposición y el estar inhalando los gases sin equipo de protección o sin una chimenea que redirija la salida de los gases.

- **Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>):** Puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causa irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. Los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en que los niveles de SO<sub>2</sub> son más elevados. En combinación con el agua, el SO<sub>2</sub> se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia ácida que causa la deforestación [3].

### 4.3 Efectos en el ambiente

El CO<sub>2</sub> tiene un impacto significativo en el calentamiento global, en parte debido a su abundancia en la atmósfera. Sin embargo, el metano es aproximadamente 21 veces más eficiente para absorber la radiación que el CO<sub>2</sub>. El CO en los gases de combustión se da como resultado de la combustión en la recámara del motor, y se forma siempre que la combustión no es completa. El monóxido de carbono posee las siguientes características, es inodoro e incoloro. Normalmente, el valor correcto de la concentración de CO está comprendido entre 0,5 y 2 %, siendo la unidad de medida el porcentaje en volumen [4 - 5].

## 5. EXTRACCIÓN CON ÁCIDO SULFÚRICO

En las comunidades, hay comerciantes que fungen como intermediarios, los cuales proporcionan el ácido y las pailas que usan los candelilleros. Estos intermediarios son los que les compran y fijan el precio de la cera.

El ácido con el que los candelilleros trabajan es proporcionado por una empresa que funciona como un intermediario conocido coloquialmente como "coyote" que es quien proporciona material y equipo, y compra toda su producción a un precio más bajo para revenderlo con mejores ganancias.

El ácido proporcionado por los trabajadores es anormal a lo que normalmente se tiene en un laboratorio desde su apariencia hasta su pureza, esto se corroboró mientras pruebas de densidad y pruebas de acidez.

Se tomaron muestras de ácido de dos distintas localidades (Charco de Risas y Tres Manantiales). En la primera localidad de Charco de Risas el ácido que se proporcionó mostró una apariencia oscura (presentaba muchas impurezas), en densidad (por diferencia de peso) mostró una menor de 1.694 g/ml y en la prueba de pureza presentó una pureza 96%. En la otra localidad de Tres Manantiales el ácido que se proporcionó

mostró una apariencia cristalina, en densidad (por diferencia de peso) mostró una de 1.83 g/ml y en la prueba de pureza presentó una pureza 101% la cual quiere decir que es óleum de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por ello presenta una densidad mayor. Para corroborar datos se hicieron dos pruebas de cada ácido.

### 5.1 Efectos en la salud

Es extremadamente corrosivo para todos los tejidos corporales, lo que provoca una rápida destrucción y quemaduras químicas graves en contacto con la piel o los ojos. El contacto con la piel o los ojos requiere primeros auxilios inmediatos. Inhalación La niebla o los vapores de ácido sulfúrico pueden producir irritación de la nariz, la garganta y el tracto respiratorio. Los altos niveles de niebla ácida también son irritantes para la piel y los ojos. La inhalación crónica de neblina ácida puede causar picaduras y erosión del esmalte dental. Ácido sulfúrico, per se, no está catalogado como carcinógeno por OSHA, NTP, IARC o ACGIH. Sin embargo, IARC, ACGIH y NTP han concluido que existe evidencia suficiente de que la exposición ocupacional a neblinas de ácidos inorgánicos fuertes que contienen ácido sulfúrico es cancerígena o potencialmente carcinogénica para los humanos.

### 5.2 Efectos en el ambiente

El ácido sulfúrico es altamente tóxico para los organismos acuáticos y la vida vegetal terrestre; sin embargo, lo hace no se acumula ni se concentra a lo largo de la cadena alimentaria [6].

## 6. APLICACIONES

Las principales aplicaciones de la candelilla son:

- Crayones
- Farmacia
- Goma de mascar
- Hule
- Lacas
- Lubricantes
- Moldeo
- Impermeabilizantes
- Abrillantadores
- Aislantes eléctricos • Anticorrosivos
- Cerillos
- Circuitos integrados • Cosméticos (il.3-4) • Peletería
- Papel
- Pinturas
- Plásticos
- Pulimentos • Textiles
- Tintas
- Vela [7 - 8]

## 7. RIESGOS

### Riesgo 1: Vestimenta y zapatos

Los candelilleros no usan una vestimenta adecuada (Fig. 2a) y en esa condición prensan la candelilla en la paila pisándola con previos residuos del extracto anterior. Cuando la paila está

hirviendo la sustancia acidificada genera salpicaduras (Fig. 2b), las cuales les cae a los trabajadores. Existen antecedentes donde los trabajadores se caen y sufren quemaduras. Aparte de las sustancias con las que trabajan también están cerca de altas temperaturas donde necesitan estar protegidos.

Fig. 2. Extracción de candelilla a) con vestimenta inapropiada y b) con salpicaduras



### Propuestas:

- Utilizar vestimenta y zapatos adecuados para que los trabajadores no corran el riesgo de quemaduras
- Elevación de la paila para que los candelilleros eviten daños a su salud, de esta manera evitamos que se caigan dentro de la paila y que los mismos candelilleros no se suban a esta para aplastar la planta dentro de la paila.

### Riesgo 2: Inhalación de gases

Con base en la información recolectada, el proceso involucra concentraciones de gases de combustión (como CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, hidrocarburos, vapor de agua) los cuales afectan al cuerpo humano, ya que los candelilleros pasan un tiempo considerable inhalando estos gases de combustión (Fig.3).

Fig. 3. Humos generados por la combustión de candelilla gastada



Además de los humos generados en la combustión, también están los gases soltados en la extracción (Fig.4), debido a que se realiza con ácido sulfúrico y al calentarlo es más evidente su exposición.

Fig. 4. Gases generados durante la extracción con ácido



Los candelilleros se han enfermado y asistido al médico, este les ha realizado exámenes, pruebas, radiografías, etc. En las radiografías se muestran sus pulmones dañados, el médico les ha informado que sus pulmones tienen el desgaste de un fumador con aproximadamente 40 años fumando, claro que algunos de los candelilleros confiesan su adicción al tabaco y, pero existen otros donde no padecen de esta adicción. Los candelilleros también expresan que los gases del proceso son adictivos para ellos.

Propuestas:

- Disminuir los tiempos de exposición
- Se propone una chimenea para redireccionar estos gases y que los candelilleros no estén en contacto directo, de igual manera para tener un mejor control de los gases de contaminación. Con una excelente instalación para futuros proyectos de la protección ambiental
- Uso de cubrebocas o inhaladores

**Riego 3: Recolección de candelilla**

El proceso de recolección es rudimentario, ya que la planta se encuentra en los puntos altos del cerro (Fig. 5), esto involucra muchos riesgos como: caídas, exposición a animales salvajes, debido a que es una zona desértica se encuentran ciertas plantas con espinas y los candelilleros se espinan, etc. Aparte de esto el candelillero tiene que bajar los tercios de 30-35 kg de candelilla a su transporte para llevarlos a zona de extracción de la cera, esto nos lleva a tener problema del cuerpo físico como la columna, cintura, lumbares, cervicales, etc.

Fig. 5. Zona de candelilla en el Valle de Acatita



Propuestas:

- Siembra sustentable donde la planta esté al alcance, sin correr riesgos de caídas (ejemplo: sembradíos de elote, algodón, nogales, etc.)

**Riesgo 4: Cargar constantemente mucho peso**

El candelillero tiene que bajar los tercios de 30-35 kg de candelilla a su transporte. Agregar los tercios a la paila, de igual manera retirarlos. Agregar los residuos de la candelilla como combustible en el horno. Esto involucra problemas en la columna, rodillas, lumbares, hombro, bíceps, etc.

Propuestas:

- Utilizar faja
- Realizar estiramientos antes y después de empezar el proceso
- Ser conscientes del cuidado del cuerpo, por ejemplo, dividir los 35 kg en 4 grupos y no esforzar al cuerpo a cargar 35 kg, es más recomendable cargar aproximadamente 8 kg, lo cual involucra un poco más de trabajo
- Con ayuda de una pinza agrícola y un tractor para cargar los tercios e irlos acomodando dentro de la paila.

**Riesgo 5: Falta de conocimiento**

Los ejidatarios están acostumbrados al proceso tan rudimentario, ellos mismos reconocen que debe de existir nuevas tecnologías, pero están tan acostumbrados a ello porque durante generaciones sus familias se han alimentado de tan noble trabajo. Los candelilleros saben que el  $H_2SO_4$  es un ácido peligroso y deben tener cuidado, pero no cuentan con el material necesario para tener un control de este.

Propuestas:

- Brindar información a los candelilleros
- Proponer ideas para mejorar el proceso
- Hacer consciencia en lo que hacen, con lo que trabajan, su equipo, etc.

**8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los candelilleros son personas trabajadoras, que soportan días exhaustos y extensas jornadas de trabajo, en condiciones pesadas como: bajo el sol, con sustancias nocivas al cuerpo, el cargar constantemente mucho peso, el excesivo trabajo de subir, escalar, bajar y caminar el cerro para la recolección de la candelilla. La salud es algo que se toma a la ligera, durante la visita los candelilleros expresaron que a cierta edad tienen que dejar de trabajar y su promedio de vida por desgracia era corto aproximadamente a los 60 años.

Este proyecto de investigación es muy amplio por desgracia no se puede evolucionar todo en menos de un año, para la evolución de cualquier situación se empieza por pasos pequeños, en la primera fase se recolectó toda la información necesaria para comprender el proceso, después se observó el proceso en el Valle de Acatita, estando en el lugar se percibieron constantes peligros a los que se enfrentan los candelilleros, y así fue como se realizó un análisis de los riesgos para la propuesta de mejoras y soluciones.

Como resultado del proyecto se obtuvieron múltiples propuestas, cada una de ellas está basada para la salud y seguridad de los trabajadores. Por desgracia esto no es

suficiente, ya que se requiere innovar el proceso de extracción de candelilla, ya que este se ha utilizado durante muchas generaciones, como se mencionó en los riesgos, es falta de conocimiento de los nuevos procesos innovadores, por lo tanto, los candelilleros siguen trabajando de la única forma que saben. En este artículo se mencionan las distintas aplicaciones que tiene la cera que merece y necesita una investigación mucho más profunda para realmente innovar el proceso de extracción, la economía, salud de los trabajadores, su tecnología y comercialización.

Si este proyecto continúa avanzando, en un futuro se planea que el trabajo sea menos rudimentario, con innovación, seguridad para los trabajadores y en el proceso en sí.

Se proyecta el sembradío en una zona más al alcance de los trabajadores y menos riesgosa para ellos, y también que se tengan los cuidados adecuados para esta planta, con base a la información que se recolectó, no son muchos los cuidados que esta planta requiere.

Que sea un proceso con más seguridad ocupacional, educar a los trabajadores sobre el proceso, sustancias y los distintos riesgos a los cuales están en contacto, para que utilicen y cuiden el equipo que el proceso conlleva. El equipo de trabajo que se requiere como la ropa de seguridad, las botas, cubrebocas, guantes, fajas, lentes, etc. El cuidado de la salud de los trabajadores es indispensable para que estos tengan una calidad de vida en cualquiera de tus etapas que le resten.

Dar el mantenimiento adecuado a las herramientas de trabajo como la paila, espumadera, rejillas, etc. para que estas duren, y sean útiles en el momento en el que se requiera,

El cuidado del medio ambiente y esto también es parte de la educación ocupacional para que los tiempos de exposición no sean tan extensos.

Seguir innovando el proceso, buscando otras sustancias menos dañinas a la salud, medio ambiente y buscar nuevas tecnologías cerradas para que los trabajadores no estén en peligro constante de caer en la paila.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el apoyo a este trabajo al Tecnológico Nacional de México, al Instituto Tecnológico de La Laguna por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Academia. (25 de marzo de 2018). Gases de combustión. Obtenido de <https://www.academiatesto.com.ar/cms/gases-de-combustion-1>
- [2] Anónimo. (27 de 12 de 2015). uabc. Obtenido de Hoja de seguridad ácido sulfúrico: [http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido\\_sulfurico.pdf](http://iio.ens.uabc.mx/hojas-seguridad/acido_sulfurico.pdf)
- [3] Anónimo. (7 de 10 de 2019). Información Técnica y Comercial de la Cera de candelilla. Obtenido de <https://www.cosmos.com.mx/wiki/cera-de-candelilla-4gtd.html>
- [4] Castro, A. T., Navarro, M. A., Méndez, U. O., &

González, V. A. (2015). Candelilla del semi-desierto mexicano como fuente de biocombustible. Recuperado el 11 de 9 de 2021, de <http://eprints.uanl.mx/10575/>

[5] Conafor gob. (7 de marzo de 2016). La Comisión Nacional Forestal. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=fimCmTEcDbI>

[6] Javier, C., Alvarado, C. C., Galindo, A. S., Bermúdez, L. B., Berumen, C. P., Orta, C. A., & Reyna, E. (2013). Cera de Candelilla y sus aplicaciones. Recuperado el 3 de 9 de 2021, de <http://redalyc.org/pdf/933/93328462007.pdf>

[7] Comisión Nacional Forestal. (21 de agosto de 2021). Gobierno de México. Obtenido de <https://www.gob.mx/conafor/articulos/candelilla-un-valioso-recurso-natural-no-maderable?idiom=es>

[8] Motor, M. (2020 de junio de 6). Gases De Combustión: Cómo Se Producen Y Su Impacto Ambiental. Obtenido de <https://www.mundodelmotor.net/gases-de-combustion/>

[9] SURIÀ, C. (10 de octubre de 2021). DIÓXIDO DE CARBONO CO<sub>2</sub>. Obtenido de <https://www.carlessuria.com/toxicos/co2-dioxido-carbono/>

[10] Sintoquim. (3 de diciembre de 2018). Candelilla Wax. Obtenido de <https://www.sintoquim.com.mx/portfolio/cera-de-candelilla/>