



Congreso Científico Juvenil 2024 (CCJ 2024)

Sección: 05, 2do Cuatrimestre

Informe Final

Tema: Biocombustible a partir del Sargazo para una Energía Renovable y Limpia

GRUPO 32

Soleidi Almonte 24-0618

Mía Vásquez 24-0973

Docentes:

Química - Sharon Del Pilar García Jaquez

Física – Dawin Francis Neris Jáquez

Domingo 23 de junio de 2024

Santo Domingo, República Dominicana

Índice

Introducción	4
Antecedentes	5
Planteamiento del problema.	7
Preguntas de investigación	8
Objetivo General	9
Objetivo específico	9
Justificación del Proyecto	9
Fundamentación Teórica	11
Metodología / Materiales	13
Materiales	13
Metodología	13
Recolección y preparación del sargazo:	13
Proceso de pirólisis:	14
Análisis y evaluación del producto obtenido:	14
Cálculo de la cantidad de sargazo necesaria:	15
Viabilidad económica y ambiental:	15
Documentación y análisis de resultados:	15
Parte Experimental	16
1. Recolección:	16
2. Secado:	16
3. Construcción del Prototipo:	17
Cámara de Pirólisis:	17
Sistema de Enfriamiento:	17
Depósito para la recolecta del Producto:	18
4. Calentamiento:	18
5. Aplicación y Evaluación:	18
Resultados	19
Tabla 1. Recolección del sargazo	19
Tabla 2. Monitoreo realizado durante un período de 7 días para asegurarnos que el secado fue exitoso	19
Tabla 3. Aspecto general antes y después de su secado	21
Tabla 4. Peso del sargazo fresco	21
Tabla 5. Comparación de las cantidades obtenidas con su temperatura y tiempo alcanzado	22
Análisis de resultados	22
Gráfico 1. Prueba 1	22

Gráfico 2. Prueba 2	23
Gráfico 3. Comparación de las pruebas	23
Aspectos Cuantitativos:	24
Interpretación de los resultados	25
Conclusiones	26
Recomendaciones	28
Uso de catalizadores naturales:	28
Adaptación al cambio climático:	28
Investigación de usos alternativos del Sargazo:	28
Referencias Bibliográficas.	29
Anexos	32

Introducción

La proliferación masiva de sargazo en las costas del Caribe representa uno de los desafíos ambientales más apremiantes de nuestros tiempos. Este fenómeno, ampliamente documentado por investigaciones recientes, ha generado un impacto negativo en diversos aspectos, desde el turismo hasta la salud de los ecosistemas marinos. A medida que las temperaturas del océano aumentan debido al cambio climático y los nutrientes provenientes de la actividad humana alimentan el crecimiento desenfrenado del sargazo, resulta imperativo encontrar soluciones innovadoras y sostenibles para abordar esta problemática. (Cdn, 2023; Arratibel et al., 2022)

El presente proyecto surge como respuesta a esta urgente necesidad. Basado en la premisa de que el sargazo, lejos de ser únicamente un problema, puede convertirse en una valiosa fuente de energía renovable, nos propusimos investigar la viabilidad de producir biocombustible a partir de esta macroalga marina. Siguiendo la metodología propuesta, nuestro objetivo general es llevar a cabo un proceso eficiente de pirólisis para convertir el sargazo recolectado en un combustible biodegradable, con el fin de mitigar su impacto ambiental y promover la transición hacia una economía basada en energías limpias.

La relevancia de este proyecto radica en su potencial para abordar múltiples problemáticas de manera integral. Por un lado, la conversión del sargazo en biocombustible no solo contribuiría a reducir su presencia en las costas y mitigar los riesgos para la biodiversidad marina, sino que también podría ofrecer una alternativa sostenible a los combustibles fósiles, con beneficios tanto ambientales como económicos. Además, al aprovechar un recurso que de otro modo sería considerado un desecho, este proyecto fomenta la innovación tecnológica en el campo de las energías renovables y la gestión de residuos.

Antecedentes

De acuerdo con Cdn (2023), en las últimas décadas, el crecimiento exponencial del sargazo, una macroalga marina, ha generado un problema ambiental importante. Este fenómeno ha sido causado por dos factores principales: el aumento de la temperatura del mar como resultado del calentamiento global y el aumento de los nutrientes que provienen de los desechos humanos arrojados al océano. Esta situación ha afectado negativamente las áreas social, económica, turística y ambiental.

Según Arratibel et al. (2022), el sargazo que llega a las costas del Caribe transporta metales pesados, posiblemente provenientes de actividades humanas en países como Colombia y Brasil. Además, el uso extensivo de químicos, como fertilizantes e insecticidas en Estados Unidos, ha contaminado el sargazo con compuestos nitrogenados que estimulan su crecimiento descontrolado. Al acumularse en grandes cantidades, el sargazo disminuye la oxigenación del agua y limita la entrada de luz solar a las capas superficiales del mar, lo que altera significativamente los ecosistemas marinos. La biodiversidad de los arrecifes marinos está directamente afectada por el fenómeno. La fotosíntesis en las capas más profundas del océano, por proliferación de sargazo, causa la muerte de algunas especies de organismos marinos.

Un vistazo al pasado para entender el sargazo, conforme a la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI), se inició un diálogo en torno al artículo "A Natural History of Floating Sargassum Species (Sargasso) de Mexico". Este documento abordó aspectos históricos, biológicos y ecológicos del sargazo, desde sus registros fósiles hasta la diferenciación genómica, destacando el pigmento dorado fundamental conocido como fucoxantina, compartido por las algas del grupo stramenopiles.

El sargazo pelágico, discutido por el Dr. Jorge Gregorio Lozano Orozco de la Facultad de Ciencias de la UNAM, es una forma de alga marina que flota libremente en el océano, formando grandes masas conocidas como balsas. Estas algas, de tonalidad café dorada debido a la fucoxantina, son vitales en ecosistemas marinos, proporcionando hábitat y alimento para diversas especies marinas en regiones tropicales y subtropicales. El Dr. Lozano Orozco destacó que el sargazo pelágico se reproduce predominantemente por fragmentación de talos, un proceso donde partes del alga se separan y desarrollan nuevas colonias.

Según datos de la Organización Nacional de Emergencias (ONE), se reportó un aumento significativo en la presencia de sargazo en las costas, siendo abril el mes con mayor cantidad de casos registrados en el año 2023. En el año 2022, se estima que aproximadamente 2.8 millones de toneladas de sargazo llegaron a las costas locales.

De acuerdo con la organización Bioeconomía y Desarrollo Productivo, Innovación y Tecnología (s.f), se establece que la biomasa procedente de “mareas de algas” es sumamente accesible, ya que solo tendría gastos de recolección, identificación, transporte y su posterior uso. Resaltando que su proceso por digestión anaeróbica requiere de poca infraestructura, además las macroalgas pueden tolerar fácilmente la humedad sin perjudicar negativamente en la producción de bioetanol.

En concordancia con TecScience (2023), la transición de una economía basada en combustibles fósiles a una economía basada en energías limpias es la clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y frenar el cambio climático. A diferencia del petróleo o el carbón, los biocombustibles producen menores cargas de gases de efecto invernadero al consumirse.

INTEC (2024) ha encabezado varias investigaciones relacionadas con el sargazo, que abarcan desde el análisis químico de las algas que alcanzan las costas de República Dominicana, hasta estudios enfocados en la producción de carbón activado y la creación de biofertilizantes orgánicos a partir de esta macroalga. Además, el instituto está desarrollando el satélite Quisqueya Sat, el cual estará equipado con cámaras de alta resolución diseñadas para prever y vigilar las arribaciones de sargazo. Este proyecto tiene como objetivo mitigar el impacto del sargazo en el turismo y en el entorno ambiental regional.

Planteamiento del problema.

El problema del sargazo, una macroalga marina que ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas, constituye hoy en día uno de los mayores desafíos ambientales en regiones como la costa sureste de la República Dominicana. Este fenómeno está directamente relacionado con el aumento de la temperatura del mar debido al calentamiento global y el incremento de nutrientes provenientes de desechos humanos vertidos en el océano. Estos factores han provocado la proliferación masiva de sargazo, afectando negativamente tanto a los ecosistemas marinos como a las actividades socioeconómicas, especialmente en el sector turístico.

El sargazo, al acumularse en grandes cantidades en las playas, genera impactos visuales y olfativos desagradables, afectando la experiencia turística y la atracción de visitantes a las costas caribeñas. Además, al descomponerse, libera olores desagradables y puede albergar microorganismos que pueden representar riesgos para la salud pública, limitando así las actividades recreativas y comerciales en las playas.

Desde el punto de vista económico, las arribaciones masivas de sargazo han afectado directamente a sectores como el turismo costero y las actividades acuáticas, reduciendo los ingresos de las comunidades locales que dependen del turismo como fuente principal de ingresos. La limpieza constante de las playas también representa un costo considerable para los gobiernos y los empresarios del sector turístico. Por otro lado, el impacto ambiental del sargazo no se limita a las playas. La acumulación de estas macroalgas en el agua reduce la oxigenación y la penetración de luz solar. Lo cual afecta considerablemente la vida marina y los ecosistemas costeros, incluyendo los arrecifes de coral y las praderas de pastos marinos. Estas consecuencias pueden ser graves para la biodiversidad marina y la salud de los ecosistemas costeros, los cuales son fundamentales para la sustentabilidad ambiental y económica de la región, especialmente en términos del impacto en el turismo.

Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el proceso más eficaz que se requiere para llevar a cabo el proceso de pirólisis para la conversión del sargazo recolectado en combustible biodegradable?
- ¿Cómo se podría determinar la viabilidad económica y ambiental del proceso de pirólisis para obtener energía renovable y limpia?
- ¿Influirá la composición del sargazo en distintas zonas para el proceso de pirólisis que se quiere realizar?
- ¿Cuál es la eficacia ambiental y económica del biocombustible generado a partir del sargazo en comparación con los combustibles fósiles?
- ¿Cuál sería el método necesario para poder realizar de manera efectiva el proceso de pirólisis que demuestre su viabilidad económica?

Objetivo General

- Efectuar un proceso de pirólisis eficiente para la conversión del sargazo recolectado en combustible biodegradable

Objetivo específico

- Establecer la viabilidad económica y ambiental del biocombustible en la costa sureste de la República Dominicana
- Analizar la efectividad del proceso de conversión del sargazo recolectado para la creación del biocombustible
- Calcular la cantidad de sargazo que se necesita para la producción de biocombustible

Justificación del Proyecto

La presente investigación se enfocará en el estudio de alternativas sostenibles que puedan reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir el impacto ambiental causado por su uso. Se pretende aprovechar la gran cantidad de sargazo que llega a las costas del país y que representa un problema ambiental, convirtiéndolo en una fuente de energía renovable. Aprovechando este recurso para la producción de combustible biodegradable.

Los aportes que proporcionará el proyecto a realizar son: aminorar el sargazo en las costas, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la mitigación del cambio climático y la contaminación ambiental. Además, el proyecto nos impulsa a la investigación para la producción y aprovechamiento del sargazo como fuente de energía renovable.

Reduciendo la cantidad de desechos al transformar un residuo marino problemático en un recurso valioso. En busca del desarrollo de procesos eficientes para convertir el sargazo en biocombustible, fomentando la innovación tecnológica en el campo de las energías renovables y la sostenibilidad. Este proyecto se realiza para gestionar la diversificación de

fuentes energéticas como una opción viable en la búsqueda de alternativas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. El cual va alineado con los objetivos de desarrollo sostenible en la parte de: agua limpia y saneamiento; energía renovable y no contaminante; producción y consumo responsable; salud y bienestar.

El vacío teórico que aclarará este proyecto es cómo utilizar de manera eficiente y sostenible el sargazo como fuente de energía renovable para la producción de biocombustibles, en la República Dominicana. Los beneficios que traerá al país, a la universidad, a los profesionales y/o estudiantes, son promover la investigación y desarrollo en el campo de la energía renovable, generar nuevas oportunidades que permitirá a los profesionales y estudiantes adquirir conocimientos sobre el área y aplicarlos en proyectos futuros. Proporcionando diversas soluciones como el desarrollo de tecnologías y procesos que sean eficientes para la producción de biocombustible a partir del sargazo recolectado, posicionando a la República Dominicana como líder de uso de recursos renovables. Promoviendo prácticas sostenibles con el medio ambiente que podrían mejorar la imagen del país y preservando la actividad turística de las playas.

Realizar este proyecto es viable porque aborda de manera efectiva varios problemas ambientales y económicos, utilizando un recurso abundante y problemático para generar energía renovable. La simplicidad del proceso de secado y trituración, junto con los amplios beneficios sociales, económicos y ambientales, hacen de esta alternativa una opción superior a otras posibles soluciones. Promover la investigación y desarrollo en el uso del sargazo como biocombustible no solo puede resolver un problema inmediato, sino que también puede posicionar a República Dominicana a la vanguardia de la sostenibilidad y la innovación,

La presente investigación se considera viable porque la acumulación del sargazo en la costa oeste del país representa un problema ambiental significativo. Al recolectar y procesar el sargazo, ayuda a limpiar las playas lo que contribuye a la preservación de la actividad turística y la salud del ecosistema. La producción de biocombustible a partir del sargazo seco y triturado maximiza la eficiencia del proceso de pirólisis, transformando un residuo marino problemático en un recurso valioso. Este proyecto incentiva la investigación en el campo de las energías renovables, ofreciendo oportunidades a estudiantes y profesionales para adquirir conocimientos y desarrollar tecnologías eficientes para la producción de biocombustibles.

Fundamentación Teórica

La proliferación descontrolada del sargazo en la costa sureste de la República Dominicana representa un desafío ambiental significativo que impacta en aspectos socioeconómicos, ambientales y sanitarios. Atribuido al incremento de la temperatura del mar debido al cambio climático y la contaminación generada por diversos nutrientes provenientes de actividades humanas que ha contribuido al crecimiento descontrolado del sargazo. Esta macroalga surge en el océano Atlántico y el mar Caribe, principalmente en el área conocida como el cinturón de sargazo del Atlántico Norte, una vez que el sargazo se forma en estas áreas, es transportado por corrientes oceánicas y sistemas de vientos que lo llevan a la costa sureste de la República Dominicana (SiNC, 2022).

El avance de esta problemática se perfila con efectos adversos en los ecosistemas marinos al bloquear la luz solar y reducir los niveles de oxígeno en el agua, además de la liberación de compuestos químicos nocivos y olores desagradables que generan las condiciones propicias para la proliferación de mosquitos y otras enfermedades (BBVA, 2023).

Este proyecto se perfila hacia soluciones sostenibles y alternativas para el manejo del sargazo, como su conversión en biocombustible, representando una dirección prometedora para la investigación, para poder lograr la transición de una economía basada en combustibles fósiles a una economía basada en energías limpias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y frenar el cambio climático.

Estudios realizados por Arratibel et al. (2022) ha evidenciado la presencia de metales pesados y compuestos nitrogenados en el sargazo, afectando negativamente la biodiversidad, la calidad del agua y la industria turística. Sin embargo, la biomasa del sargazo presenta un potencial para ser utilizada como recurso energético renovable, a pesar de considerarse un problema difícil de atacar ya que la complejidad del manejo, por las cantidades diarias que arroja el mar a las costas, hace de cualquier propuesta una tarea difícil para tratar de minimizar el impacto. De acuerdo con el Instituto de Bioeconomía y Desarrollo Productivo, Innovación y Tecnología que resalta la viabilidad económica y ambiental de convertir el sargazo en biocombustible mediante procesos como la pirólisis (s.f), se establece que la biomasa procedente de “mareas de algas” es sumamente accesible, ya que solo tendría gastos de recolección, identificación, transporte y su posterior uso.

El instituto de Investigación TecScience (2023) plantea que una de las posibles vertientes para combatir esta problemática es utilizar el proceso de pirólisis como método para convertir el sargazo en biocombustible, con el objetivo de poder aprovechar eficazmente este recurso y disminuir su impacto negativo convirtiéndose en una alternativa sostenible. Estableciendo una relación con los datos proporcionados de la Organización Nacional de Emergencias (ONE), que reportó un aumento significativo en la presencia de sargazo en las costas, siendo abril el mes con mayor cantidad de casos registrados en el año 2023. Se estima que aproximadamente 2.8 millones de toneladas de sargazo llegaron a las costas locales.

Metodología / Materiales

Materiales

- Abrazadera manguera REFOR 1.5
- Anafe a Gas
- Encendedor para cocina 27 cm PRETUL
- Manguera P/combustible
- Manguera estufa
- Olla de presión TRIANGULE 4LTZ
- Sargazo
- Tanque de gas
- Tanque para almacenamiento del producto
- Tubo Flex P/Gas
- Tubo P/Gas ½
- Union Universal acero INOX
- Manometro (Medidor de presión)
- termómetro
- Balanza en gramos

Metodología

Recolección y preparación del sargazo:

Se llevará a cabo la recolección del sargazo en las áreas afectadas de la costa sur-este por la compañía SOSCARBON. Luego, ellos procederán a facilitarnos la cantidad necesaria para su posterior uso en la creación de biocombustibles. Este proceso incluirá la separación de residuos y la desalinización del sargazo. Posteriormente, se secará y triturará en pequeñas partículas para facilitar el proceso de pirólisis.

Proceso de pirólisis:

Consiste en la descomposición térmica del sargazo para la obtención de gases, líquidos y residuos sólidos. Se utilizará una cámara hermética y sellada (Olla de presión) para evitar la entrada de oxígeno durante el proceso de pirólisis. El sargazo deberá estar previamente seco antes de ser introducido en la cámara. Se ha demostrado que la presencia de agua puede interferir con la eficiencia del proceso de la pirólisis, puesto que parte de la energía térmica se gastará en la evaporación del agua en lugar de descomponer eficazmente el material orgánico del sargazo en productos como biocarbón, gases y líquidos útiles. Una vez finalizado el proceso, se obtendrá un tipo de combustible que podrá ser utilizado como una alternativa sostenible y renovable.

Análisis y evaluación del producto obtenido:

Se realizarán pruebas para determinar la composición y calidad del producto obtenido. Se llevarán a cabo pruebas de rendimiento para evaluar su eficiencia energética y su viabilidad como fuente de energía renovable. Estos análisis permitirán determinar la viabilidad comercial del biocombustible producido a partir del sargazo. Además, se realizarán pruebas de durabilidad para evaluar la resistencia del biocombustible a condiciones extremas y su vida útil en comparación con otros combustibles tradicionales. Estos resultados serán fundamentales para determinar la viabilidad a largo plazo del uso de biocombustibles a base de sargazo como alternativa energética sostenible.

Cálculo de la cantidad de sargazo necesaria:

Se calculará la cantidad de sargazo necesaria para la producción de una cantidad específica de biocombustible, considerando factores como la composición del sargazo y la eficiencia del proceso de pirólisis. Además, se evaluará la posibilidad de implementar mejoras en el proceso de producción para optimizar la cantidad de biocombustible obtenido a partir del sargazo. Estos datos serán fundamentales para determinar la viabilidad económica y ambiental del proyecto en su conjunto.

Viabilidad económica y ambiental:

Se evaluará la viabilidad económica y ambiental del proceso de conversión del sargazo en biocombustible, considerando costos de recolección, procesamiento y producción, así como impactos ambientales y beneficios potenciales.

Documentación y análisis de resultados:

Se documentará todos los pasos del proceso y los resultados obtenidos. Finalmente, se presentarán recomendaciones para optimizar la producción de biocombustible a partir del sargazo.

Parte Experimental

Para la obtención del biocombustible, utilizaremos un proceso de pirólisis:

1. Recolección:

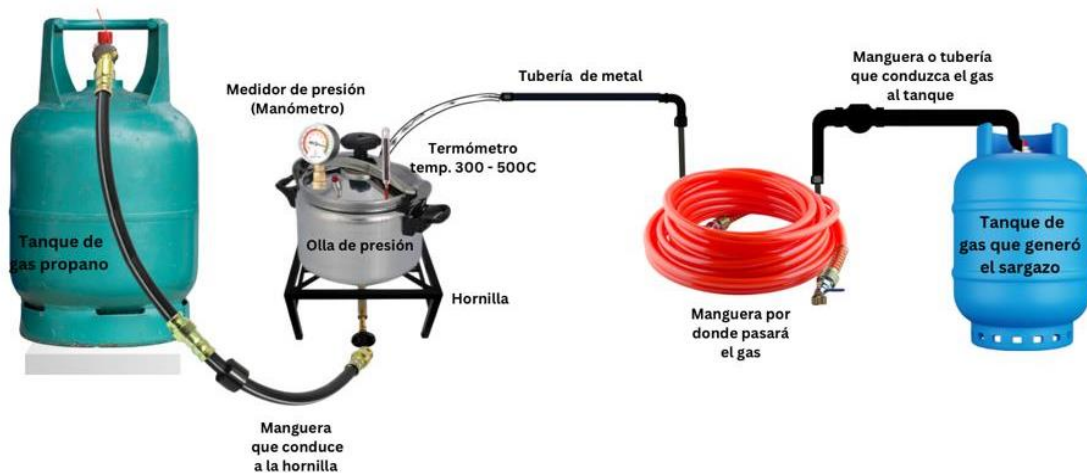
- La compañía SOSCARBON se trasladó desde las costas de Punta Cana a la recolecta de la masa de sargazo.
- Para recolectar el sargazo de manera eficiente se debe llevar a cabo un proceso de limpieza y selección para eliminar residuos no deseados, como sales y arena.
- El 7 de junio de 2024 nos facilitaron 10 libras de sargazo seco y 30 libras de sargazo fresco para su posterior secado.

2. Secado:

- Seleccionamos un lugar que tuviera una superficie plana y donde la luz del sol entrara directo.
- Procedimos a colocarlo sobre **una lona** para el secado de la parte fresca proporcionada por SOSCARBÓN.
- Luego se extendió el sargazo en una capa delgada y uniforme sobre el material seleccionado para asegurar un secado homogéneo.
- Se movió regularmente para que todas sus partes se secaran correctamente.
- Se monitoreó el proceso del secado durante varios días, asegurándonos de que el sargazo estuviera completamente seco y mantuviera su composición. Esto se debe a que el contenido de la humedad podía afectar la composición y calidad de los productos para la pirólisis.

3. Construcción del Prototipo:

Prototipo



Cámara de Pirólisis:

- Se utilizó una olla de presión como cámara hermética.
- Se realizaron modificaciones a la cámara hermética en la parte superior (tapa de la olla) para las siguientes conexiones:
 1. Conexión de una manguera con un manómetro para medir la presión del gas.
 2. Instalación de un termómetro digital para medir la temperatura dentro de la olla de presión.

Sistema de Enfriamiento:

- La manguera que se conectó a la cámara (olla de presión) pasaba por un sistema de enfriamiento, que consistió en:
 - Una cubeta con hielo y aproximadamente 16 oz de agua.
 - El propósito principal del sistema era hacer que el producto llegara con una temperatura inferior a la que se encuentra en la cámara de pirólisis.

Depósito para la recolecta del Producto:

- La manguera después de pasar por el sistema de enfriamiento se dirigió hacia un depósito (tanque de gas).
- El producto llegaba al depósito con una menor temperatura debido al sistema de enfriamiento y se almacenaba allí.

4. Calentamiento:

- Dentro del sistema cerrado, el sargazo se comenzó a calentar de manera gradual hasta que se alcanzó una temperatura controlada entre 254C - 300C (Hi).
- Durante esta fase, se entendía que los residuos se descomponían térmicamente en productos volátiles, que se separaban en gases, líquidos y sólidos.
- Durante esta etapa, se esperaba que los residuos se descompusieran térmicamente en productos volátiles, dividiéndose en gases, líquidos y sólidos.

5. Aplicación y Evaluación:

- Evaluar la calidad y viabilidad de los combustibles obtenidos a partir de los procesos de pirólisis de sargazo y el sargazo
- Analizar el impacto ambiental, la eficacia del proceso en la reducción de residuos y la obtención de combustibles alternativos.

Resultados

Tabla 1. Recolección del sargazo

Cantidad de sargazo recolectado	
Sargazo Seco	10 libras
Sargazo Fresco	30 libras

Tabla 2. Monitoreo realizado durante un período de 7 días para asegurarnos que el secado fue exitoso

Días	Fecha	Observación
Día 1	7 de Junio del 2024	Desde la entrega su olor salino era lo más perceptible, ya que el sargazo fue recolectado directamente del mar. Lo que contribuye a su característico olor es la gran variedad de minerales, compuestos químicos y la alta salinidad del agua. También, tenía un aspecto viscoso con un color amarillo verdoso.
Día 2	8 de Junio del 2024	El segundo día de monitoreo se tuvo que filtrar el agua estancada en la lona. En esta parte se observaba una textura ligeramente menos viscosa y un color verde amarillento. Sin embargo, aún mantenía su olor característico. Por lo que, se colocó un ventilador para disipar el aroma.
Día 3	9 de Junio del 2024	En el tercer día de monitoreo se comenzó a notar que se estaban secando las orillas, por lo que se procedió a movilizar y esparcir nuevamente de manera uniforme para que

		<p>siguiera con este proceso de secado. Su textura viscosa disminuía con el pasar del tiempo. Y adquirió un color amarillo-marrón.</p>
Día 4	10 de Junio del 2024	<p>En el cuarto día de monitoreo se observó que el 60% del sargazo ya estaba seco, con algunas partes húmedas. Se notó un fuerte cambio en su color; pasando de un amarillo- marrón a estar casi completamente marron. Ya en esta parte su olor característico se desvanecía con rapidez.</p>
Día 5	11 de Junio del 2024	<p>En el quinto día, se cambió de lugar para evitar que la lluvia lo humedeciera y afectara el proceso de secado. Se aprovechó el desplazamiento de lugar para movilizar el sargazo y permitir que se seicara de manera exitosa. Posteriormente, se observó una consistencia quebradiza en algunas partes.</p>
Día 6	12 de Junio del 2024	<p>Al sexto día de monitoreo, el sargazo exhibe una textura notablemente seca y quebradiza, con un color marrón oscuro que indica su proceso de deshidratación efectiva. El característico olor salino y marino, que inicialmente era prominente, ahora apenas es perceptible, lo que indica que el proceso de secado está avanzando satisfactoriamente.</p>
Día 7	13 de Junio del 2024	<p>En el séptimo y último día de monitoreo tras completar su proceso de deshidratación, el sargazo muestra una textura crujiente al tacto y un color marron-rojizo intenso. A medida que se ha secado completamente, ha adquirido un olor distintivo, completamente diferente al</p>

		<p>aroma salino que tenía cuando fue recolectado del mar. Este cambio en la composición y en las características físicas sugiere que el sargazo está listo para su posterior uso.</p>
--	--	---

Tabla 3. Aspecto general antes y después de su secado

<p>Aspecto inicial del sargazo fresco proporcionado antes de su posterior secado</p>	<p>Aspecto del sargazo luego de su secado</p>
<p>El sargazo fresco proporcionado inicialmente presentaba varias zonas con diferentes pigmentos. Principalmente, se observaba el color verde debido a la clorofila y el color marrón-amarillento debido a la fucoxantina. La fucoxantina, que es dominante en las algas pardas a las que pertenece el sargazo, le daba su característico tono marrón-amarillento.</p>	<p>Después del proceso de secado, el sargazo adquirió una colorimetría marrón oscura. Esto se debe a la pérdida significativa de agua, lo que intensificó los pigmentos y otros compuestos en las células de las algas, realzando su color natural. Sin el agua, los colores tienden a parecer más oscuros, resultando en un tono marrón profundo y una textura completamente deshidratada y crujiente</p>

Tabla 4. Peso del sargazo fresco

<p>Peso antes del secado</p>	<p>Peso después del secado</p>
<p>30 libras</p>	<p>18 libras</p>

Tabla 5. Comparación de las cantidades obtenidas con su temperatura y tiempo alcanzado

Pruebas realizadas	Cantidad de sargazo introducido (en gramos)	Temperatura de la cámara e pirólisis (°C)	Tiempo (minutos)
Prueba 1	377 gramos	285°C a 300°C	77 minutos
Prueba 2	280 gramos	254°C a 271°C	54 minutos

Análisis de resultados

Gráfico 1. Prueba 1

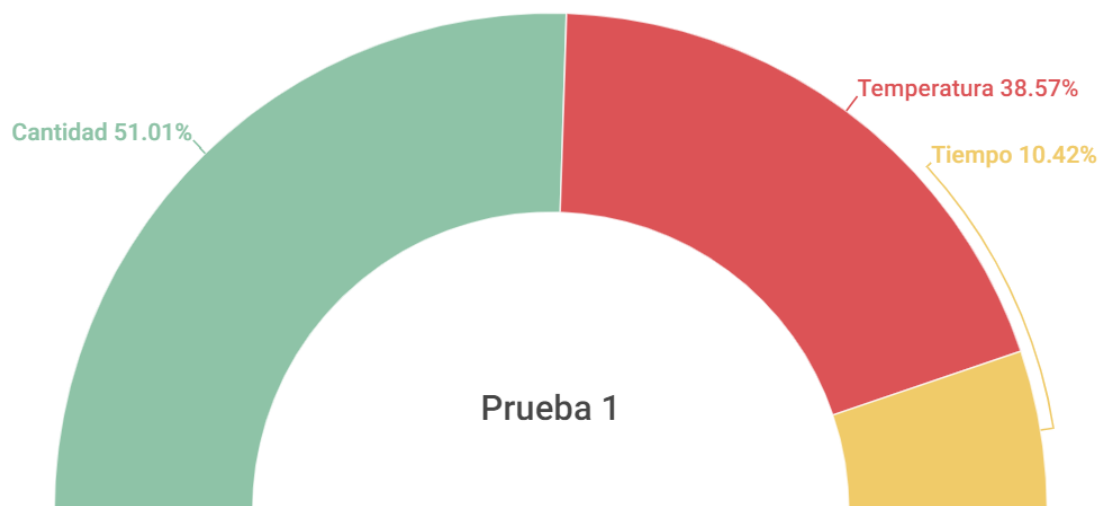


Gráfico 2. Prueba 2

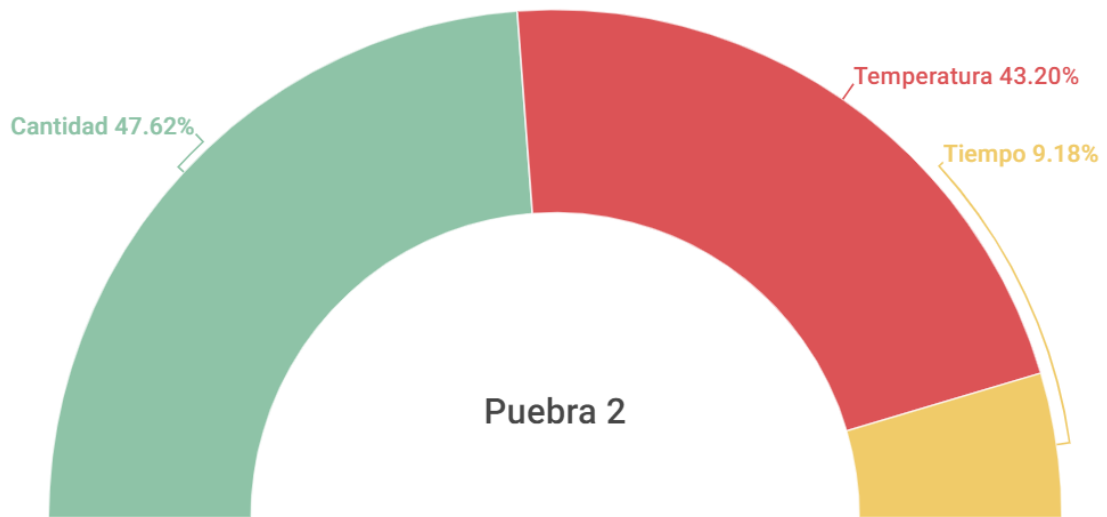
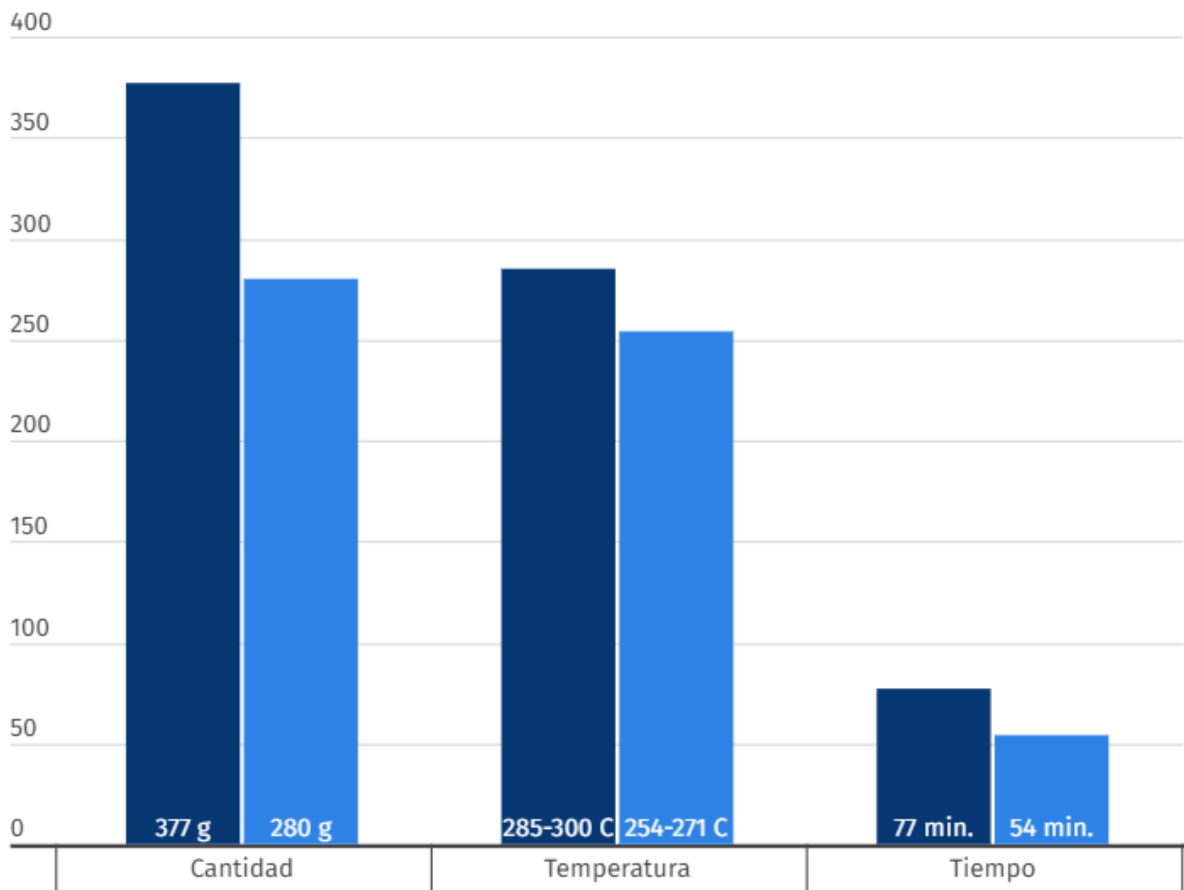


Gráfico 3. Comparación de las pruebas



Aspectos Cualitativos:

El proceso de recolección y secado del sargazo fue fundamental para asegurar la calidad del material antes de la pirólisis. La observación detallada del sargazo fresco reveló características viscosas y un olor marino distintivo, mientras que el secado progresivo redujo significativamente la humedad, intensificando los pigmentos naturales y transformando el color a un tono marrón oscuro. Esto sugiere una deshidratación efectiva y un cambio en la composición química, lo cual es esencial para la eficiencia del proceso de pirólisis.

Durante la construcción del prototipo, se implementaron modificaciones en una olla de presión para crear una cámara hermética, con sistemas de medición de temperatura y presión, así como un sistema de enfriamiento para condensar los productos volátiles. Estas adaptaciones fueron cruciales para controlar las condiciones de operación y garantizar la seguridad y eficiencia del proceso de pirólisis.

Aspectos Cuantitativos:

Los resultados cuantitativos de las pruebas de pirólisis mostraron variaciones significativas según la cantidad de sargazo utilizado, la temperatura alcanzada y el tiempo de reacción. Por ejemplo, la Prueba 1 con una mayor cantidad de sargazo (377 gramos) y una temperatura entre 285°C y 300°C durante 77 minutos, probablemente generó una mayor producción de productos volátiles y residuos sólidos en comparación con la Prueba 2, que utilizó 280 gramos de sargazo a temperaturas más bajas y durante menos tiempo (254°C a 271°C por 54 minutos). Esto indica que la cantidad de materia prima y las condiciones de operación son críticas para la eficiencia y la calidad del biocombustible producido.

Interpretación de los resultados

La observación de los resultados permite llegar a la interpretación de que el sargazo puede transformarse eficazmente en biocombustible mediante el proceso pirólisis, siempre y cuando se sigan procedimientos adecuados de recolección, secado y operación del prototipo con las adecuaciones necesarias para la búsqueda de la eficacia. La calidad del sargazo secado influye directamente en la composición y rendimiento del biocombustible, destacando la importancia de la preparación inicial del material. Cabe destacar que, las variaciones en las condiciones de pirólisis (cantidad de sargazo, temperatura y tiempo) impactan tanto en la cantidad como en la calidad de los productos obtenidos. Esto implica que ajustes en estas variables podrían optimizar el proceso para aumentar la producción de biocombustible sin comprometer la eficiencia energética o la calidad del producto final.

Para complementar el análisis de los resultados, es importante considerar la ausencia de catalizadores específicos como Níquel (Ni), Paladio (Pd), Cadmio (Cd) y Platino (Pt), que son conocidos por facilitar la descomposición térmica del sargazo y promover la formación de gases y líquidos durante el proceso de pirólisis. Estos catalizadores juegan un papel crucial al facilitar la ruptura de los enlaces de carbono en la estructura del sargazo, permitiendo así una mayor producción de productos volátiles.

En el contexto del proyecto presentado, donde se utilizó una olla de presión modificada como cámara de pirólisis, la falta de estos catalizadores podría haber limitado la cantidad y la composición de los productos obtenidos. Es admisible que el proceso haya resultado en una mayor proporción de residuos sólidos en lugar de los gases esperados, debido a la incapacidad para optimizar la descomposición térmica del material de manera eficiente.

Esta observación resalta la importancia de considerar no sólo las condiciones operativas como la temperatura y el tiempo, sino también los catalizadores adecuados para mejorar la eficiencia y selectividad del proceso de pirólisis. La adición de estos catalizadores podría potencialmente aumentar la producción de gases y líquidos útiles como biocombustibles, mejorando así la viabilidad económica y ambiental de la conversión del sargazo en energía renovable.

Conclusiones

Para concluir con este gran proyecto sobre la conversión de Sargazo en biocombustible mediante el Proceso de Pirólisis. Consideramos que es preciso reunir los hallazgos y destacar las implicaciones de esta investigación. Este proyecto ha demostrado que el sargazo, lejos de ser solo un problema, puede convertirse en una valiosa fuente de energía renovable a través de la pirólisis. Mediante un proceso meticuloso de recolección, secado y la pirólisis en una cámara hermética, se logró obtener resultados muy alentadores.

Los resultados han confirmado la efectividad ambiental de este enfoque en la costa sureste de la República Dominicana, subrayando su capacidad para mitigar los impactos del sargazo en los ecosistemas costeros. Esto no solo reduce la presencia de sargazo en las playas, beneficiando el turismo y la biodiversidad marina. En términos económicos, se ha demostrado que la viabilidad varía según la escala del proyecto y la fluctuación en la cantidad de sargazo que llega a las costas. Esta variabilidad puede influir significativamente en la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo de las iniciativas empresariales que buscan gestionar el sargazo de manera eficiente. Es preciso considerar la dinámica natural del sargazo y sus patrones estacionales al planificar estrategias que tengan un impulso a nivel económico y ambiental. La capacidad de adaptación a estas fluctuaciones será determinante

para el éxito de las intervenciones, asegurando que las soluciones implementadas sean efectivas y económicamente viables para el mercado.

Cabe destacar que este proyecto ha subrayado la importancia de la innovación tecnológica en el campo de las energías renovables y la gestión de residuos. Al convertir un problema ambiental en una oportunidad económica y ambientalmente favorable, se abre el camino hacia una economía más limpia y sostenible para la región. Para finalizar, nuestra investigación no solo ha cumplido con los objetivos planteados de evaluar la viabilidad del que representa el sargazo, sino que también ha sentado las bases para futuros desarrollos en la utilización de recursos marinos para la producción de energía renovable. Este proyecto destaca la importancia de seguir explorando soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos ambientales globales, promoviendo así un desarrollo más sostenible y resiliente para las comunidades costeras afectadas por la proliferación de sargazo.

Agradecimientos

Este trabajo se pudo realizar gracias a la valiosa ayuda y orientación de varias personas que nos brindaron su conocimiento y apoyo incondicional. A la profesora Sharon, cuyo entusiasmo y guía constante nos inspiraron a dar lo mejor de nosotros y a enfrentar cada desafío con confianza. A la profesora Joanna, por su paciencia infinita y su capacidad para aclarar nuestras dudas, permitiéndonos avanzar con seguridad en cada etapa del proyecto. A Hamlet, por sus ideas innovadoras y su visión, que nos ayudaron a ver más allá de los límites de la asignación y a apreciar el valor real de nuestra investigación. A la profesora Jessica, por su dedicación y por siempre estar dispuesta a ayudarnos, motivándonos a seguir adelante incluso en los momentos difíciles. A Disla, por su disposición para ofrecer su ayuda en cualquier momento y su habilidad para hacer que los conceptos más complejos parecieran sencillos. Y al profesor Muñoz, por sus aportes críticos y su apoyo, que fueron cruciales para la mejora continua de nuestro trabajo. A todos ustedes, les agradecemos sinceramente por su

tiempo, sus consejos y su constante apoyo. Este proyecto no hubiera sido posible sin su contribución y dedicación.

Recomendaciones

1. Uso de catalizadores naturales:

Explorar catalizadores naturales y biodegradables para mejorar los procesos de extracción y purificación de compuestos útiles del sargazo. Los catalizadores adecuados podrían facilitar una descomposición más eficiente del material durante la pirólisis, aumentando así la producción de gases y líquidos valiosos como biocombustibles. Esto no solo optimizaría la eficiencia del proceso, sino que también reduciría el impacto ambiental y los costos asociados.

2. Adaptación al cambio climático:

Estudiar los efectos del cambio climático en la distribución y composición del sargazo. Las fluctuaciones climáticas pueden afectar la cantidad y la calidad del sargazo que llega a las costas, lo cual tiene implicaciones directas en su gestión y aprovechamiento. Comprender estas variaciones climáticas permitirá desarrollar estrategias más resilientes y adaptativas para el manejo del sargazo, asegurando su disponibilidad y calidad para los procesos de conversión en biocombustibles.

3. Investigación de usos alternativos del Sargazo:

Ampliar la investigación para explorar usos alternativos del sargazo más allá de la producción de biocombustibles. Esto podría incluir la obtención de materiales bioactivos, como antioxidantes, fertilizantes orgánicos, o incluso productos farmacéuticos y cosméticos derivados de sus compuestos naturales. Diversificar los usos potenciales del sargazo no solo

aumentaría su valor económico, sino que también podría reducir la presión sobre las técnicas de gestión y aprovechamiento.

Referencias Bibliográficas.

¿Qué es un manómetro? | Tipos de indicadores de presión. (s. f.).

<https://es.omega.com/prodinfo/galgas-de-presion.html>

AIMPLAS. (2024, January 14). *Pirólisis: método termoquímico para la transformación de residuos*. <https://www.aimplas.es/blog/pirolisis-el-metodo-termoquimico-para-la-transformacion-sostenible-de-los-residuos/>

Asale, R.-., & Rae. (n.d.). *boya* / *Diccionario de la lengua española*. «Diccionario De La Lengua Española» - Edición Del Tricentenario. <https://dle.rae.es/boya>

Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos / ANAMAR - Publicaciones Oficiales - Monitoreo Sargazo en Aguas Dominicanas. (n.d.).

<https://anamar.gob.do/transparencia/index.php/publicaciones-t/category/822-sargazo>

Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos / ANAMAR - Publicaciones Oficiales - Año 2024.

(n.d.). <https://anamar.gob.do/transparencia/index.php/publicaciones-t/category/1010-ano-2024#>

Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos / ANAMAR - Publicaciones Oficiales - Monitoreo Sargazo en Aguas Dominicanas. (n.d.).

<https://anamar.gob.do/transparencia/index.php/publicaciones-t/category/822-sargazo>

Caribe, E. (2024, March 25). Sargazo que llega a costas caribeñas tiene propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, según estudio. *Periódico elCaribe*.

<https://www.elcaribe.com.do/panorama/pais/sargazo-que-llega-a-costas-caribenas-tiene-propiedades-antioxidantes-y-antiinflamatorias-segun-estudio/>

Datos oceanográficos. (n.d.). <https://datosoceanograficos.anamar.gob.do/>

Ehplus. (2022, October 27). *De plaga a *combustible* / EHPLUS+. EHPLUS+.*

<https://ehplus.do/de-plaga-a-combustible/>

Ferretería | Santo Domingo | Almacenes Unidos S.A.S. (s. f.). Unidos.

<https://www.unidosrd.com/>

Generico. (2022, April 18). *El sargazo es transformado en biocombustible por investigadores en México.* EFEverde. <https://efeverde.com/sargazo-biocombustible/>

Guezala, A. A. (2021, August 8). Los 5 mejores trucos para que el hielo dure más tiempo. *La Vanguardia.*

<https://www.lavanguardia.com/comer/tendencias/20210808/7642080/mejores-trucos-hielos-duren-mas.html>

Jorge. (2023, December 14). *Webinario Conahcyt presenta aspectos históricos, sociales y económicos de arribazones de sargazo.* Conahcyt. <https://conahcyt.mx/webinario-conahcyt-presenta-aspectos-historicos-sociales-y-economicos-de-arribazones-de-sargazo/>

Libretexts. (2020, 30 octubre). 9.2: La presión, el volumen, la cantidad y la temperatura relacionados: la ley del gas ideal. LibreTexts Español.

[https://espanol.libretexts.org/Quimica/Libro%3A_Qu%C3%ADmica_General_\(OpenSTAX\)/09%3A_Gases/9.2%3A_La_presion_el_volumen_la_cantidad_y_la_temperatura_relacionados%3A_la_ley_del_gas_ideal](https://espanol.libretexts.org/Quimica/Libro%3A_Qu%C3%ADmica_General_(OpenSTAX)/09%3A_Gases/9.2%3A_La_presion_el_volumen_la_cantidad_y_la_temperatura_relacionados%3A_la_ley_del_gas_ideal)

OCHOA. (n.d.). <https://www.ochoa.com.do/catalogo/6/12>

Productos. (n.d.). Ferreteria Cima EIRL. <https://ferreteriacima.com.do/collections/all>

Reunión con Agencia de Cooperación Internacional de Corea para estudio de “Manejo Integral del Sargazo”: Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos / ANAMAR. (n.d.). <https://anamar.gob.do/reunion-con-agencia-de-cooperacion-internacional-de-corea-para-estudio-de-manejo-integral-del-sargazo/>

sargazo: Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos / ANAMAR. (n.d.).

<https://anamar.gob.do/tag/sargazo/>

Sirena - Hogar y Electrodomésticos. (n.d.). [https://sirena.do/products/category/hogar-y-](https://sirena.do/products/category/hogar-y-electrodomesticos?page=1&limit=15&sort=1)

[electrodomesticos?page=1&limit=15&sort=1](https://sirena.do/products/category/hogar-y-electrodomesticos?page=1&limit=15&sort=1)

Sirena - Resultados de búsqueda. (n.d.). <https://sirena.do/products/search/envase>

Tejeda, L. (2023, February 25). Andrés Bisonó León, el joven que busca una solución al

problema del sargazo. *Forbes República Dominicana.*

<https://forbes.do/negocios/2022-10-18/materia-prima>

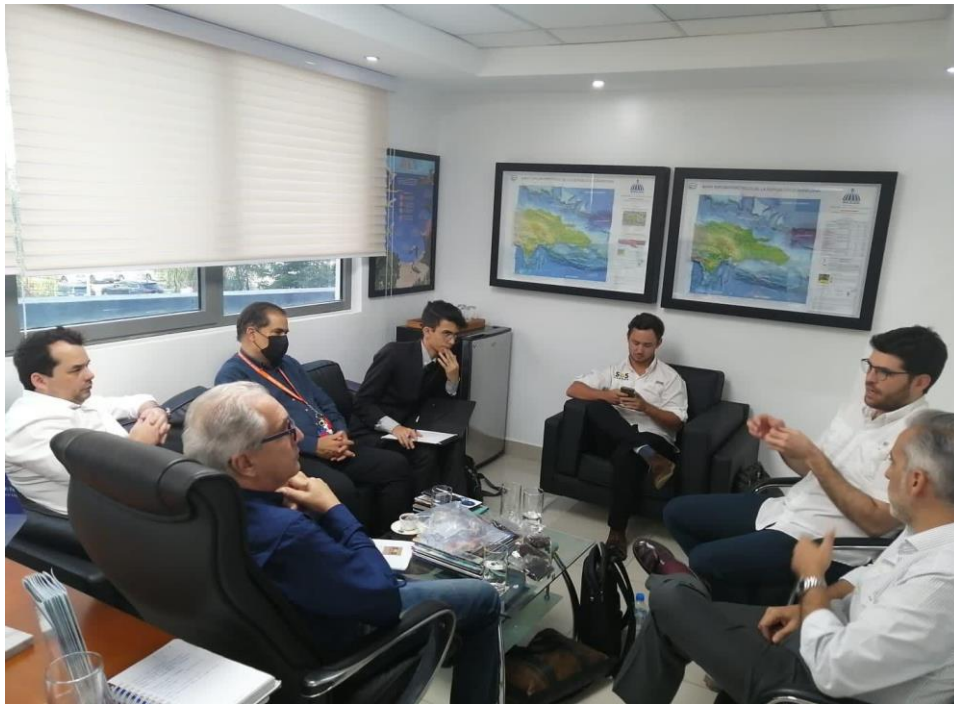
The Caribbean is swimming in seaweed. scientists aim to turn it into jet fuel and batteries.

(n.d.). [https://www.nrel.gov/news/program/2022/the-caribbean-is-swimming-in-](https://www.nrel.gov/news/program/2022/the-caribbean-is-swimming-in-seaweed-scientists-aim-to-turn-it-into-jet-fuel-and-batteries.html)

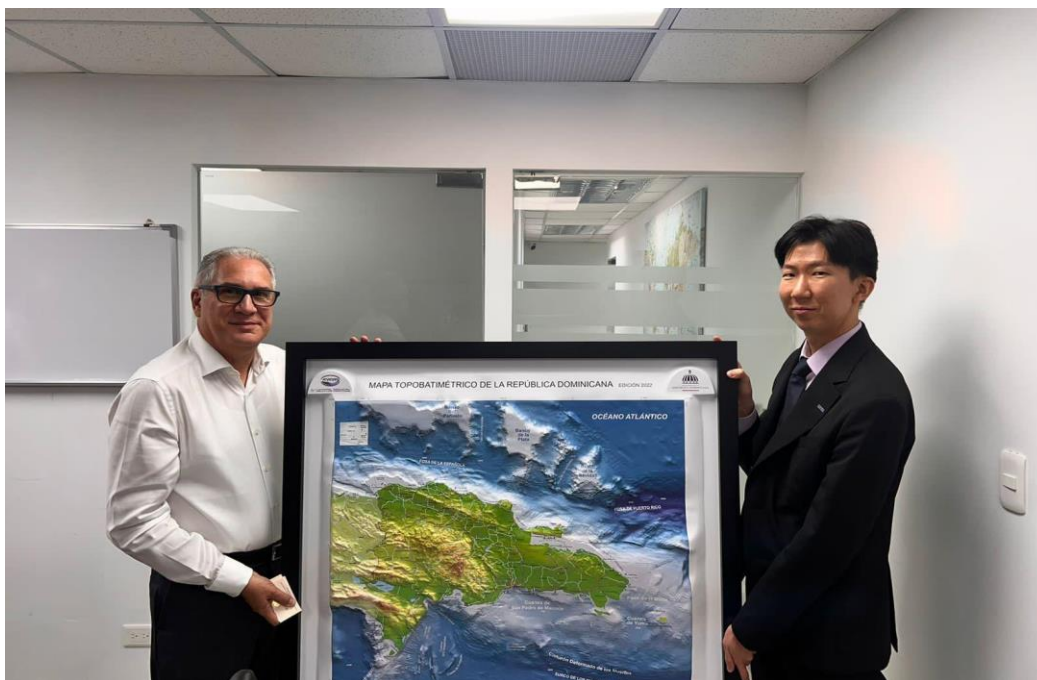
[seaweed-scientists-aim-to-turn-it-into-jet-fuel-and-batteries.html](https://www.nrel.gov/news/program/2022/the-caribbean-is-swimming-in-seaweed-scientists-aim-to-turn-it-into-jet-fuel-and-batteries.html)

Anexos.

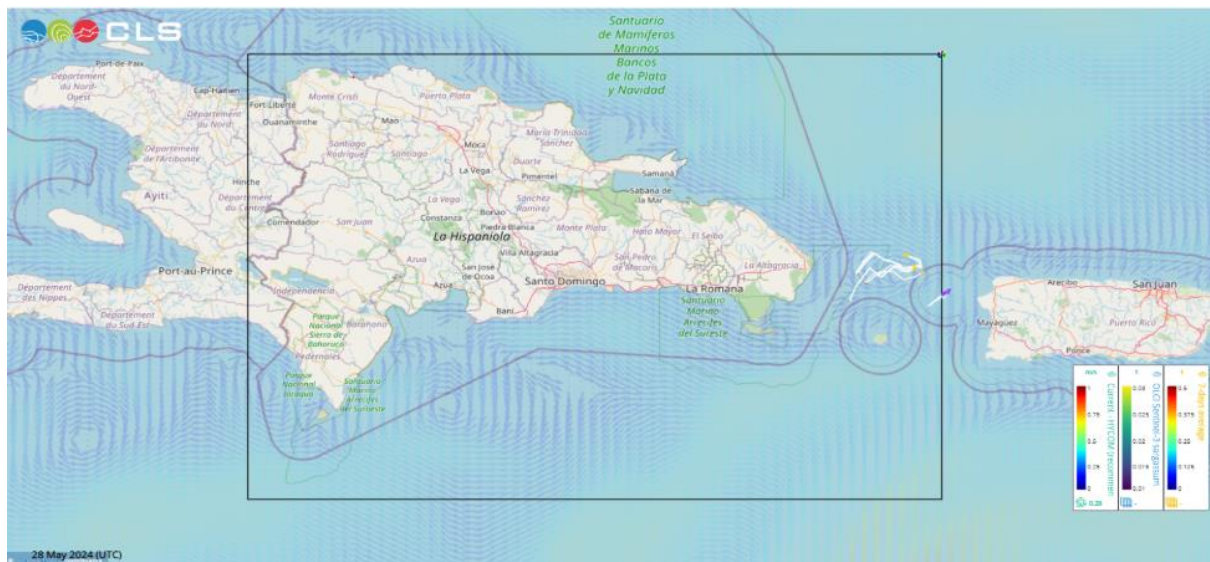
Anexo 1: Reunión convocada por la ANAMAR para promover el uso masivo del sargazo



Anexo 2: Reunión con Agencia de Cooperación Internacional de Corea para estudio de “Manejo Integral del Sargazo”

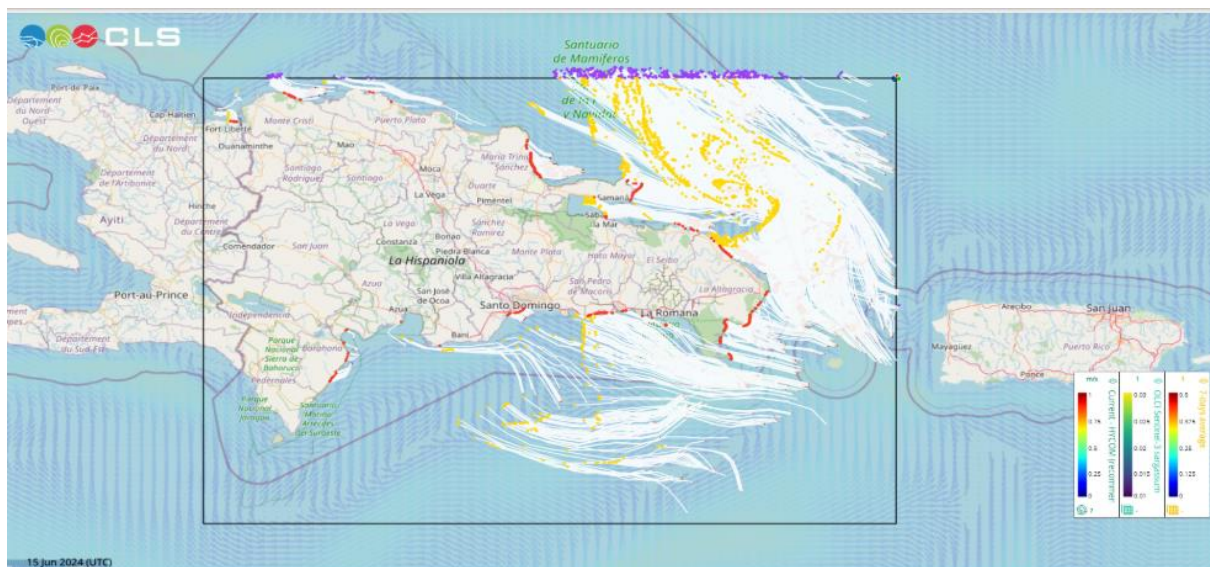


Anexo 3: Pronóstico trayectoria del Sargazo del 23 al 28 de mayo



- Notas:**
- CLS – SAMtool / Pronóstico de la trayectoria del sargazo, área de República Dominicana del 23 al 28 de mayo 2024.
 - La imagen se muestra "tal y como es", sin ninguna garantía de confiabilidad o calidad para su uso particular.
 - La nubosidad interfiere en la detección del sargazo.
 - A 1km de la costa el sargazo no es detectado.
 - Las líneas blancas representan la trayectoria del sargazo desde el punto de origen al punto final (periodo de 5 días).

Anexo 4: Pronóstico trayectoria del Sargazo del 10 al 15 de junio



- Notas:**
- CLS – SAMtool / Pronóstico de la trayectoria del sargazo, área de República Dominicana del 10 al 15 de junio 2024.
 - La imagen se muestra "tal y como es", sin ninguna garantía de confiabilidad o calidad para su uso particular.
 - La nubosidad interfiere en la detección del sargazo.
 - A 1km de la costa el sargazo no es detectado.
 - Las líneas blancas representan la trayectoria del sargazo desde el punto de origen al punto final (periodo de 5 días).

Anexo 5: Último Pronóstico de la trayectoria del Sargazo del 18 al 23 de junio 2024 por

ANAMAR



Notas:

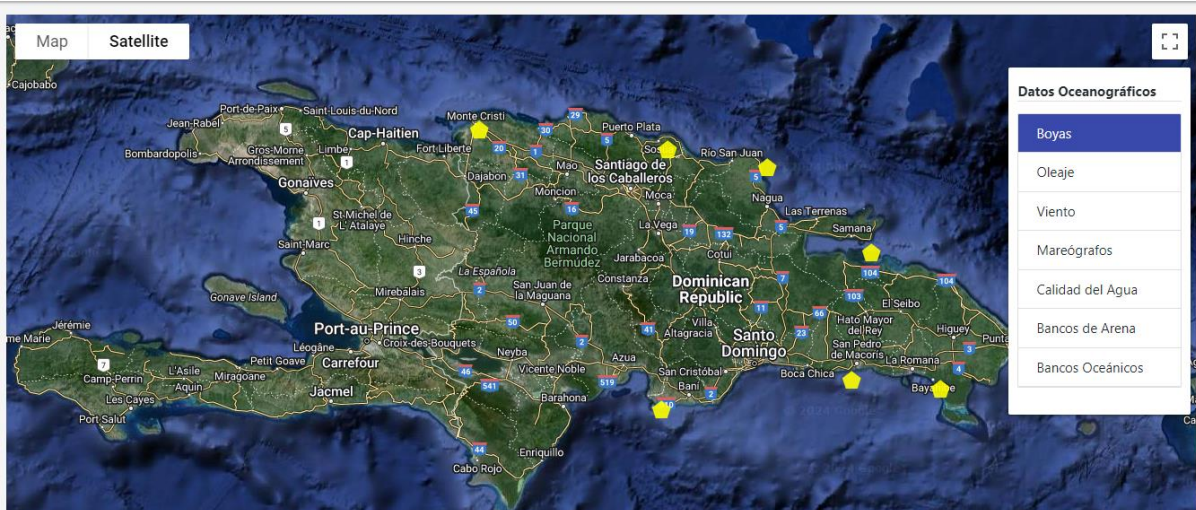
- CLS – SAMtool / Pronóstico de la trayectoria del sargazo, área de República Dominicana del 18 al 23 de junio 2024.
- La imagen se muestra "tal y como es", sin ninguna garantía de confiabilidad o calidad para su uso particular.
- La nubosidad interfiere en la detección del sargazo.
- A 1km de la costa el sargazo no es detectado.
- Las líneas blancas representan la trayectoria del sargazo desde el punto de origen al punto final (periodo de 5 días).

Anexo 6: Puntos donde están las embarcaciones de recolecta de sargazo del cual se nos facilitaron un porcentaje



AUTORIDAD NACIONAL DE ASUNTOS MARÍTIMOS




Mapa Histórico de Datos







Anexo 7: Recolecta de sargazo por parte de la compañía SOSCARBON



Anexo 8. *Materiales utilizados y su precio*

Material	Imagen
<p>Manguera P/ Combustible</p>	 <p>MANGUERA P/COMBUSTIBLE</p> <p>2"X 98.40' ALAFLEX</p> <p>RDS291.39 RDS159.49</p>
<p>Cubeta Plástica Azul</p>	<p>CUBETA PLASTICA AZUL 11QT</p> <p>RUBBERMAID </p> <p>RDS545.79</p>
<p>Union Universal acero INOX</p>	 <p>UNION UNIVERSAL ACERO INOX.</p> <p>GENER-PLOM 1 1/2"</p> <p>RDS961.94</p>
<p>Tubo Flex P/ Gas</p>	 <p>TUBO FLEX P/GAS</p> <p>POLIFLEX TUBO12MM R/328'</p> <p>RDS12.40</p>

<p>Tubo P/Gas 1/2</p>	 <p>TUBO P/GAS 1/2"</p> <p>POLIFLEX </p> <p>RDS18.10</p>
<p>Manguera estufa amarilla</p>	 <p>RD\$ 25.00</p> <p>MANGUERA ESTUFA AMARILLA</p>
<p>Abrazadera Manguera Refor 1.5</p>	 <p>RD\$ 45.00</p> <p>ABRAZADERA MANGUERA REFOR 1.5</p>
<p>Encendedor para cocina 2.7cm Pretul</p>	 <p>Encendedor para cocina, 27 cm, Pretul</p> <p>PRETUL</p> <p>Clave: ENC-27 Código: 25130</p>

Olla de Presión Triangle 4LTS 20 cm



OLLA PRESION TRIANGLE 4LTS
20 CM

\$1,295.00

Balanza

\$1,400.00



Manómetro (Medidor de presión)

\$389.24



Termómetro

\$1,059.99



Hornilla a gas

\$1,000.00



Anexo 9: 10 libras del sargazo seco recolectado



Anexo 10: 30 libras del sargazo fresco recolectado



Anexo 11: Monitoreo del tercer día del sargazo fresco



Anexo 12: Adaptación a la olla de presión y válvula reguladora



Anexo 13: Adaptación de la olla de presión y válvula reguladora



Anexo 14: Manómetro conectado a la olla de presión



Anexo 15: Tanque de gas conectado al regulador



Anexo 16: Sistema de enfriamiento



Anexo 17: Termómetro digital



Anexo 18: Termómetro digital



Anexo 19: Elaboración y montaje del prototipo realizado



Anexo 20: Monitoreo constante de la temperatura del sistema de enfriamiento



Anexo 21: Balanza digital con el peso de sargazo que se utilizaría para la prueba #1 (377 gramos)



Anexo 22: Balanza digital con el peso de sargazo que se utilizaría para la prueba #2 (280 gramos)



Anexo 23: Balanza digital con el peso de sargazo que se utilizaría para la prueba 2



Anexo 24: Balanza digital con el peso de sargazo que se utilizaría para la prueba 2



Anexo 25: Montaje del sistema de enfriamiento



Anexo 26: Elaboración y montaje del prototipo realizado



Anexo 27: Autoras del proyecto



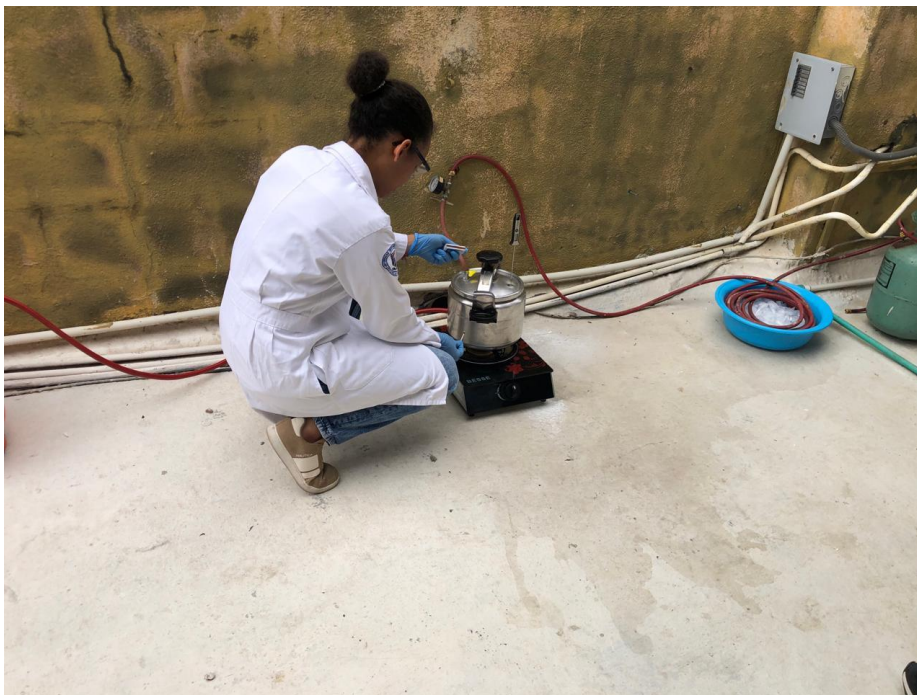
Anexo 28: Autoras del proyecto



Anexo 28: Autoras del proyecto



Anexo 29: Ajuste de la válvula de seguridad y manómetro en la olla de presión



Anexo 30: Ajuste de la válvula de seguridad y manómetro en la olla de presión



Anexo 31: Ajuste de la válvula de seguridad y manómetro en la olla de presión



Anexo 32: Montaje del prototipo y ajuste del sistema de enfriamiento



Anexo 33: Regulación térmica



Anexo 34: Proceso para colocar el manómetro en la olla de presión



Anexo 35: Proceso para colocar el manómetro en la olla de presión



Anexo 37: Estufa de una hornilla



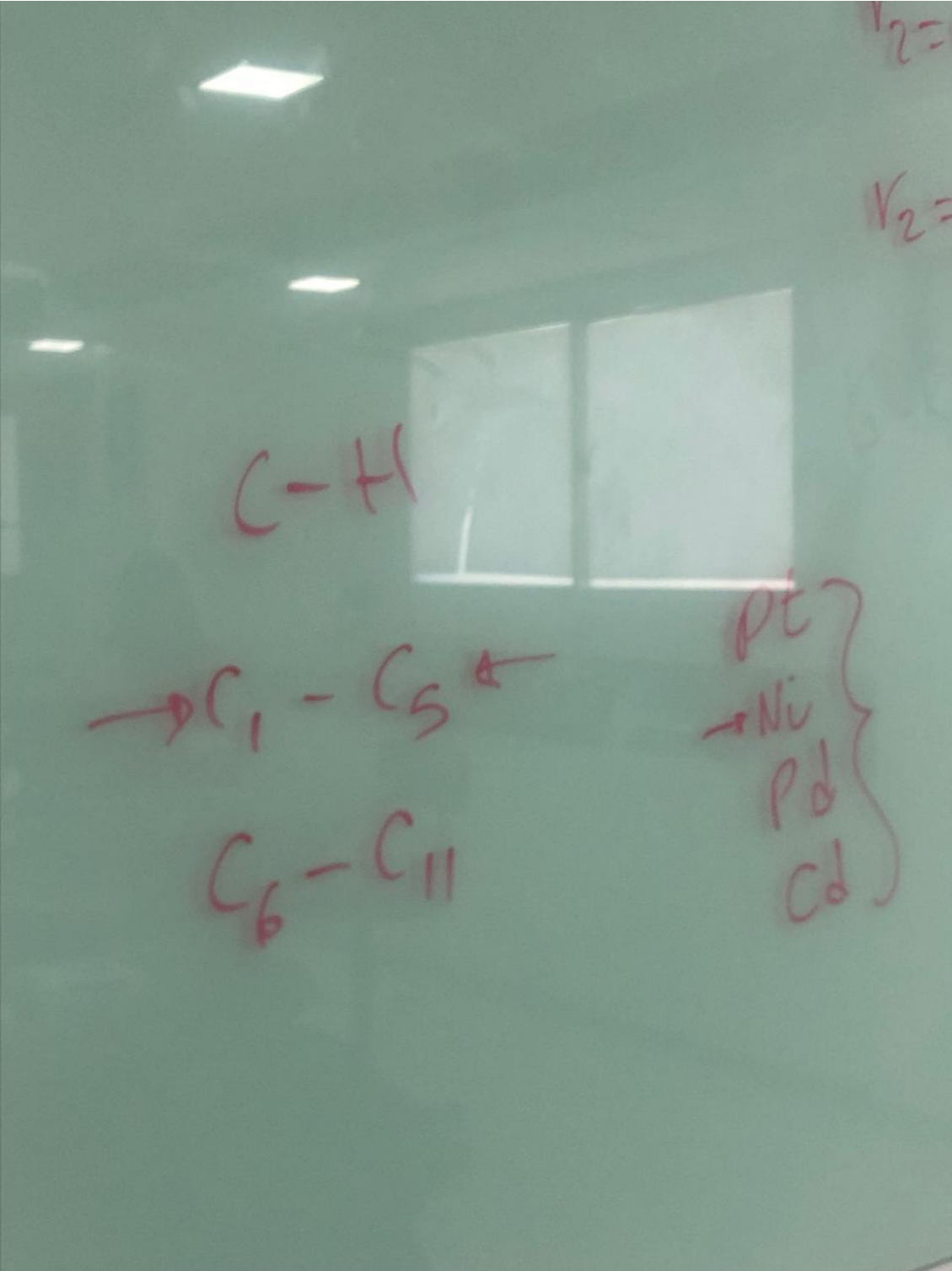
Anexo 38: Segunda prueba



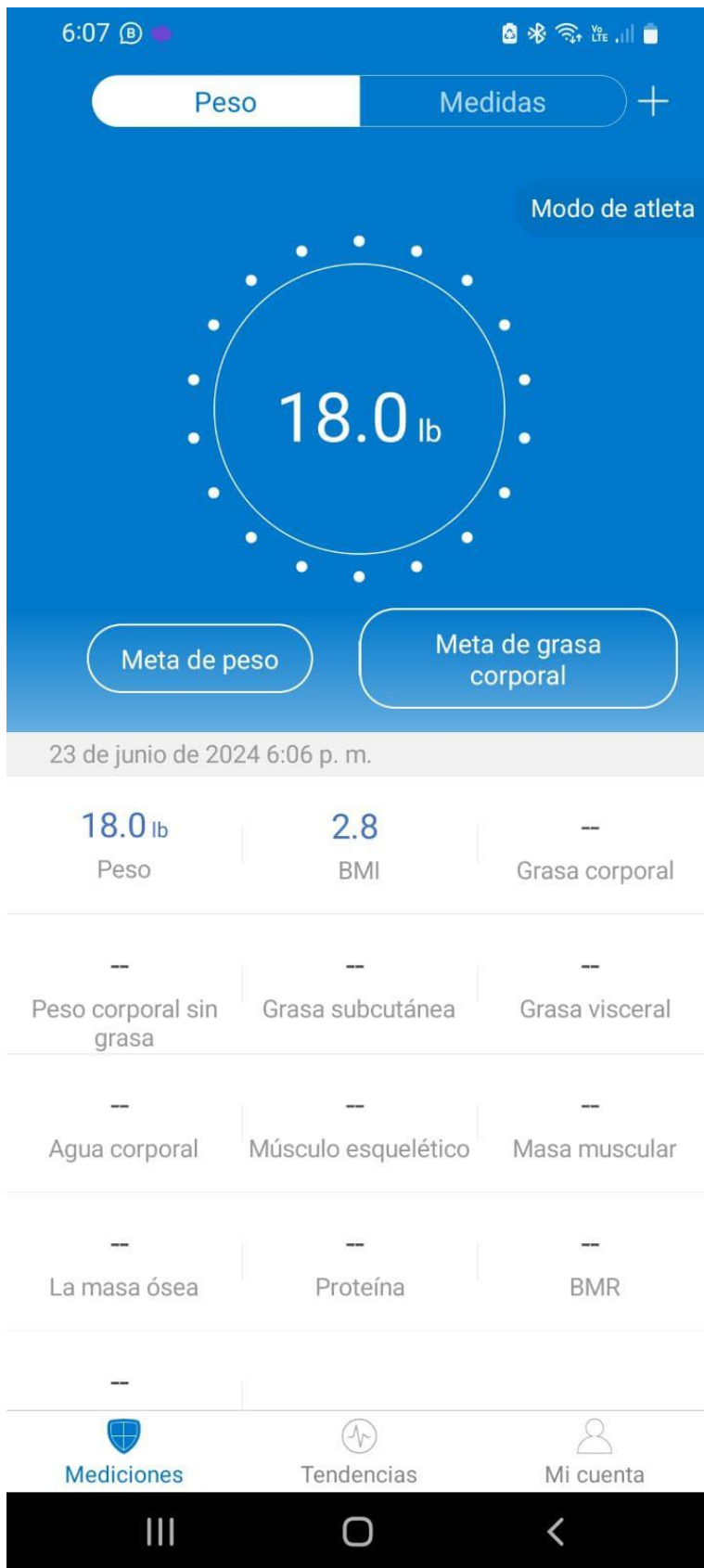
Anexo 39: Regulación de la tubería que conduce el gas al tanque



Anexo 40: Cantidad de carbonos necesarios para la realización del proyecto



Anexo 41: Peso del sargazo fresco después del secado



Anexo 42: Peso del sargazo fresco después del secado



Anexo 43: Temperaturas alcanzadas







