

## Datos generales

Ángel Ríos Maldonado, IEP, cuarto, Proyectos IV, Hussein Asís Valdiviezo Sogbi.

Emmanuel Antonio Alonso Pérez, IEP, cuarto, Proyectos IV, Hussein Asís Valdiviezo Sogbi.

Hannia Isabel Poot Ku, IEP, cuarto, Proyectos IV, Hussein Asís Valdiviezo Sogbi.

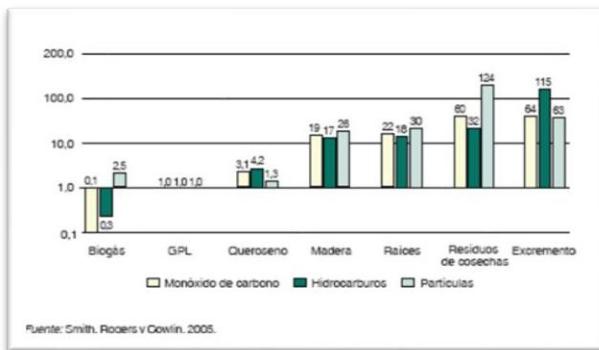
Nielsen Antonio Freyre Solís, IEP, cuarto, Proyectos IV, Hussein Asís Valdiviezo Sogbi.

## Resumen

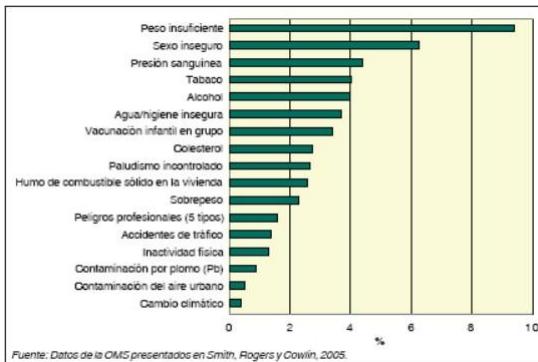
Este proyecto va enfocado hacia la indagación sobre las funciones reales de una estufa solar y ver hasta qué punto llega su utilidad, de esta manera ver la propuesta posible para introducirlo dentro de las zonas rurales para obtener una reducción de costos dentro de su elaboración de alimentos.

## Problema

El problema se presenta en las zonas rurales, las cuales tienen un consumo alto de energía para la cocción de alimentos en su día a día y los costos son elevados. En las zonas rurales de México se encuentran cerca de 16.4 millones de personas disponen de la leña como único combustible para cocinar, el resto usan en combinación con el gas LP; el 80% de esta leña se obtiene por recolección y un 20% se compra en mercados locales; un alto porcentaje se colecta en áreas forestales cercanas a las localidades, en tierras agrícolas en regeneración y en regiones áridas con cobertura arbustiva; mayormente se obtiene de ramas y madera muerta que se recolecta del suelo de los bosques. (INEGI, 2010)



La leña es el combustible preferido en el medio rural ya que casi siempre puede obtenerse fácilmente y es posible mantenerla sobre una base de rendimiento sostenido, por lo que representa una fuente renovable de energía. El uso tradicional de la leña representa importantes riesgos a la salud de las familias; contaminación al interior de los hogares; impactos al ambiente local y global; entre otros problemas. Los fogones abiertos producen una gran cantidad de emisiones que provocan altos niveles de contaminación debido a la combustión típicamente ineficiente y porque no tienen una chimenea que expulse los gases al exterior de la cocina. El problema de salud es tan grave que el World Development Report (2005) lo clasificó como uno de los cuatro problemas más críticos de salud a nivel mundial y una de las principales causas de muerte en niños menores de cinco años en el medio rural. Además, el uso del fogón tradicional de fuego abierto propicia riesgos de quemaduras y enfriamientos, y como la leña también suele cargarse en la espalda y se recorre a pie con ella varios kilómetros, ocasiona severos daños musculoesqueléticos. (Riojas, et al 2006)



En los hogares pobres de los países en desarrollo, la leña, el carbón vegetal y otros combustibles sólidos (principalmente residuos agrícolas y carbón) se queman a menudo en fogones abiertos o estufas de mal funcionamiento. La combustión incompleta libera pequeñas partículas de otros componentes cuya nocividad para la salud humana en el ambiente del hogar se ha demostrado. Sin embargo, es muy poco lo que se sabe para poder distinguir las diferencias en los efectos sobre la salud del humo de las diversas clases de biomasa. Desde mediados del decenio de 1980 y más a menudo desde diez años más tarde, muchos estudios epidemiológicos han examinado una serie de efectos para la salud debidos a la contaminación del aire en el interior de las viviendas producida por combustibles sólidos. Sin embargo, por la dificultad y el costo de medir la exposición en los hogares, en general se ha utilizado un criterio indirecto: a menudo, simplemente si en la casa se utilizaban o no combustibles de la biomasa. Además, la mayoría de los estudios no distinguen entre leña, carbón vegetal u otros combustibles de la biomasa, o a veces incluso carbón de hulla. (OMS, 2005)

### Análisis del entorno y estado de la técnica

Las cocinas u ollas solares son dispositivos que permiten cocinar alimentos usando la radiación solar como fuente de energía. Son otra alternativa para la cocción rural. Como su nombre lo indica, estos dispositivos utilizan únicamente radiación solar, ya sea concentrándola con un reflector parabólico o captando la radiación infrarroja en una caja aislada. El diseño más común es el parabólico. Este permite que los rayos solares se concentren en una pequeña superficie, pues su forma paraboloidal de revolución recibe los rayos acumulándolos en un solo punto. Por otro lado, los hornos solares por su parte son cajas recubiertas con materiales aislantes que tienen una tapa transparente y permiten la cocción por el efecto invernadero. Ambos dispositivos tienen en común el uso de materiales reflectantes que hacen que sin importar donde irradie la luz solar, ésta se refleje hacia la zona focal. (UNAM, 2018).

Gran parte del territorio de México recibe luz solar unos 300 días del año. Emprendedores en diversas regiones del país desarrollan tecnología para impulsar el uso de esa energía en la industria de preparación de alimentos. Un enorme potencial de energía de la que se usa solo una parte. Cuando se emplea, suele ser a través de la generación de energía fotovoltaica o para calentar agua en viviendas unifamiliares. Sin embargo, cuando se trata de cocinar o de procesos como la destilación, la desecación o la pasteurización, las primeras opciones de las empresas mexicanas siguen siendo los combustibles fósiles.

A continuación, se presenta un mapa de calor de todo el país, el cual denota que se cuenta con un potencial solar muy importante y que podría ser sin duda la fuente de energía para cubrir esta necesidad.



Como ya antes mencionado, en el país se tienen distintos casos donde ya están aplicando esta tecnología y entienden el contexto general de ella, se presentan algunos casos que han resaltado:

En Oaxaca, Victoria Aguilera fundó La Sazón del Sol, proyecto social que incluye un parque solar, un restaurante y un espacio de trabajo para el procesamiento solar de alimentos. Diseñó y ahora vende una cocina solar para usar en viviendas y restaurantes.

En Hidalgo, la empresa Trinysol de Gregor Schäpers desarrolló calentadores de agua solares. Ahora experimenta con la cocina solar usando módulos de Scheffler: reflectores solares para hacer funcionar cocinas en restaurantes, hoteles, destilerías de mezcal y tortillerías.

En enero de 2011 alumnas de secundaria de la ciudad de Cuernavaca, Morelos, México crean una estufa solar de manera casera y práctica, usan materiales de muy bajo costo y llevan el uso de esta tecnología a una zona rural cercana a la ciudad donde habitaban, esto da como resultado una mejora en una familia, dado que esas personas optaban por la cocción de sus alimentos a través de leña o de gas LP.

Las cocinas solares sufren otras limitaciones: requieren luz solar directa para funcionar, la cocción lleva más tiempo, tienen una vida útil de apenas unos 10 años y hay que aprender a usarlas. Otro aspecto importante es que por la noche o cuando llueve las cocinas solares no funcionan. Este problema ha sido una desventaja significativa para las familias. Esto provoca que muchas personas pierdan el interés en esta nueva tecnología, dado que no están aceptando un cambio algo relevante, pero las personas que han realizado el cambio se han llevado grandes beneficios al ser capaces y adaptables al cambio. (Pérez E. 2011)

Tipo de estufa	Autor	Materiales y métodos	Eficacia																																										
Básica	Tu casa ecológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un cartón de 110 x 80 cm. mínimo.</li> <li>• Un rollo de papel aluminio</li> <li>• Pegamento Blanco diluido en agua 1:1/2</li> <li>• Una brocha chica</li> <li>• Un exacto, tijeras o algo para cortar el cartón</li> <li>• Una pluma o lápiz</li> <li>• Una regla larga, o algo largo y recto para medir.</li> <li>• Una olla con tapa, de preferencia negra</li> <li>• Una bolsa de plástico transparente (en donde quepa la olla)</li> <li>• Cinta adhesiva</li> </ul>	<p>Que factores influyen en la velocidad de cocción de los alimentos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Cocción Rápida</th><th>Cocción Lenta</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Hora del Día</i></td><td>Medio Dia</td><td>Amanecer o atardecer</td></tr> <tr> <td><i>Cantidad de Sol</i></td><td>Mucho</td><td>Poco</td></tr> <tr> <td><i>Cantidad de Viento</i></td><td>Poco</td><td>Mucho</td></tr> <tr> <td><i>Grueso de Olla</i></td><td>Delgada</td><td>Gruesa</td></tr> <tr> <td><i>Cantidad de Comida</i></td><td>Poca</td><td>Mucha</td></tr> <tr> <td><i>Cantidad de Agua</i></td><td>Poca</td><td>Mucha</td></tr> </tbody> </table> <p>Que factores influyen en la velocidad de cocción de los alimentos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Cocción Rápida</th><th>Cocción Lenta</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Hora del Día</i></td><td>Medio Dia</td><td>Amanecer o atardecer</td></tr> <tr> <td><i>Cantidad de Sol</i></td><td>Mucho</td><td>Poco</td></tr> <tr> <td><i>Cantidad de Viento</i></td><td>Poco</td><td>Mucho</td></tr> <tr> <td><i>Grueso de Olla</i></td><td>Delgada</td><td>Gruesa</td></tr> <tr> <td><i>Cantidad de Comida</i></td><td>Poca</td><td>Mucha</td></tr> <tr> <td><i>Cantidad de Agua</i></td><td>Poca</td><td>Mucha</td></tr> </tbody> </table>		Cocción Rápida	Cocción Lenta	<i>Hora del Día</i>	Medio Dia	Amanecer o atardecer	<i>Cantidad de Sol</i>	Mucho	Poco	<i>Cantidad de Viento</i>	Poco	Mucho	<i>Grueso de Olla</i>	Delgada	Gruesa	<i>Cantidad de Comida</i>	Poca	Mucha	<i>Cantidad de Agua</i>	Poca	Mucha		Cocción Rápida	Cocción Lenta	<i>Hora del Día</i>	Medio Dia	Amanecer o atardecer	<i>Cantidad de Sol</i>	Mucho	Poco	<i>Cantidad de Viento</i>	Poco	Mucho	<i>Grueso de Olla</i>	Delgada	Gruesa	<i>Cantidad de Comida</i>	Poca	Mucha	<i>Cantidad de Agua</i>	Poca	Mucha
	Cocción Rápida	Cocción Lenta																																											
<i>Hora del Día</i>	Medio Dia	Amanecer o atardecer																																											
<i>Cantidad de Sol</i>	Mucho	Poco																																											
<i>Cantidad de Viento</i>	Poco	Mucho																																											
<i>Grueso de Olla</i>	Delgada	Gruesa																																											
<i>Cantidad de Comida</i>	Poca	Mucha																																											
<i>Cantidad de Agua</i>	Poca	Mucha																																											
	Cocción Rápida	Cocción Lenta																																											
<i>Hora del Día</i>	Medio Dia	Amanecer o atardecer																																											
<i>Cantidad de Sol</i>	Mucho	Poco																																											
<i>Cantidad de Viento</i>	Poco	Mucho																																											
<i>Grueso de Olla</i>	Delgada	Gruesa																																											
<i>Cantidad de Comida</i>	Poca	Mucha																																											
<i>Cantidad de Agua</i>	Poca	Mucha																																											
Media	H. Terres Peña	Caja de madera, como contenedor con espesor de 5 mm. Material Reflectante, que cubre completamente todo el interior de la caja, para reflejar la radiación hacia el recipiente de cocción (para este efecto fue empleado la parte interna de latas de cerveza). Cubierta transparente, permite la entrada de los rayos solares y evita las pérdidas por convección. Material aislante, para el aislamiento térmico del interior de la cocina y placa absorbente	Eficiencias termodinámicas: Exergia del sistema Temperatura, área y masa en: Vidrios Tapa Recipiente Fluido																																										
Parabólica	Laura Vidal	Manta térmica Inflador de bicicletas Bastidor de madera Fibra de vidrio Fibrofácil Molde de tamaño que se desee realizar la estufa Silicon Herramientas básicas	Norma ASAE S580: La cual con fórmulas físicas obtiene la potencia derivada del prototipo. Norma India: Porta una fórmula que ayuda a determinar el balance de energías en la cocina.																																										
Comprada	MrMapMax	Temperatura máxima de 288 °C a plena luz solar. Portátil para la movilidad hacia cualquier lugar. Ya construida y completamente funcional	Comprobación ante los otros tipos de estufa, comparando funcionamientos y además viendo similitudes en procesos de cocción.																																										

Tabla 1.1 Tipos de estufa y métodos de eficacia.

## Idea del proyecto

Planteando la necesidad que se puede encontrar dentro de las poblaciones rurales, el plan es llevar una pequeña solución o una alternativa de solución ante la problemática, esto sería organizar la construcción de estufas solares y mostrar su desempeño para cubrir la necesidad mostrada. Todo esto llevando un desarrollo y presupuestos mejores a los convencionales, dado que la idea es no llevar la misma cantidad de gasto a como se lleva en el ahora.

## Objetivos

### *Objetivos generales*

Evaluuar la funcionabilidad de una estufa solar casera en una zona rural de Yucatán.

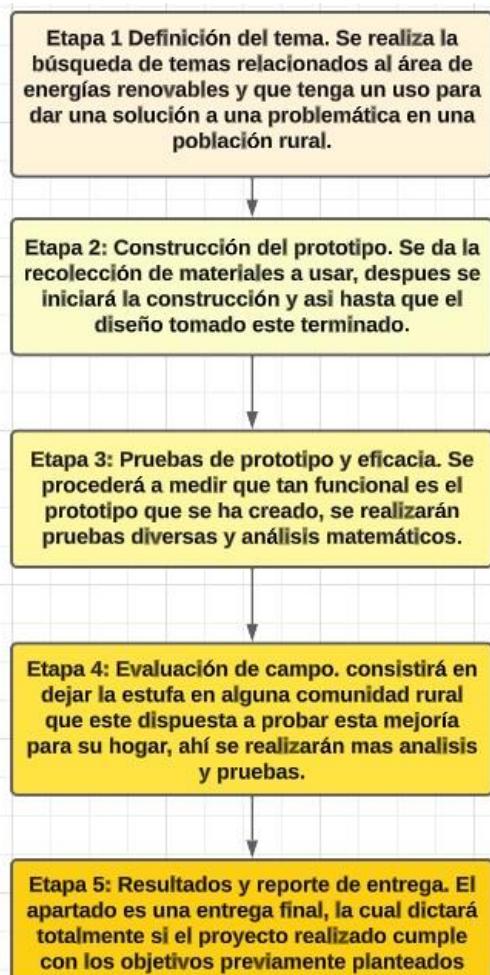
### *Objetivo específico*

- Construir una estufa solar.
- Evaluarla eficacia de cocción de la estufa solar.
- Evaluar la satisfacción de los pobladores rurales al usar una estufa solar.

## Organización del equipo

Ángel Ríos Maldonado – Responsable de todo.

## Diagrama del proyecto



## Etapas

Etapa 1: Definición del tema. Se realiza la búsqueda de temas relacionados al área de energías renovables y que tenga un uso para dar una solución a una problemática en una población rural.

Conociendo los temas se debe elegir uno, el cual cumpla con los requisitos solicitados. Ya con el tema definido se procede a la indagación del tema para conocer sus beneficios y métodos para su construcción. Es una investigación profunda sobre el tema, tanto en tipos, clasificación, importancia, usos y eficacia. De vital importancia definir el prototipo a realizar, dado que hay distintos tipos de estos. El tener esto claro será lo más interesante, ya que esto será la base de todo lo que se vaya a realizar.

Etapa 2: Construcción general del prototipo. En esta etapa será importante ya tener definido el tema y el diseño que se realizará dado que la primera parte de esto inicia con la recolección de materiales a usar, después se empezará la construcción, en este caso se tomará el siguiente diseño:



Diseño base (Terrez H, 2013)

Entre los materiales que necesitan ser recolectados están: Madera para la base, aluminio, cinta, clavos, agarraderas, cristal, olla o recipiente de cocina y una bolsa transparente.

Para la construcción se llevará un proceso tomado del proyecto ya construido en 2013 por H. Terrez-Peña, para tratar de conseguir un modelo eficaz y sobre todo sencillo como el que él explica en su ejemplo, se tomarán medidas aproximadas de 50cm de ancho, 40 de largo y 30 de alto. La metodología de construcción igual se tomará en base a su proyecto y si se analizan mejores alternativas de construcción, se puede llegar a tomar un camino mejor.

Etapa 3: Pruebas de prototipo y eficacia. Es la etapa en la cual se procederá a medir que tan funcional es el prototipo que se ha creado, se realizarán pruebas diversas y análisis matemáticos los cuales darán un enfoque muy importante antes de ser llevada al campo para su uso general.

En la parte de las pruebas, se realizará un estudio en las horas de cierto día en el cual se encuentre soleado, con distintos tipos de alimentos, probando que tan eficiente se convierte conforme a las horas del día, de igual manera visualizar cuales son los alimentos que este logre calentar y cocer para ser consumidos. Esta prueba es planteada realizarse en alguna altura, en la cual el sol de directamente hacia el punto donde esta se coloque. Los alimentos que se planean cocer son los básicos, tales como agua, arroz, frijol, huevos, carnes, caldos, etc. Como en estas tablas presentadas:

### Medición de temperatura en distintos horarios con agua en el recipiente

Hora	9:00am	10:00am	11:00am	12:00pm	1:00pm	2:00pm	3:00pm	4:00pm	5:00pm
Temperatura									

Las tablas serán importantes para ir llevando el control de lo que se estará realizando en los días de prueba.

En la parte de análisis matemático se buscará conocer a través de distintas fórmulas la potencia que esta logre tener de cocción, así como en la prueba, se plantea realizar en la mayor cantidad de horas del día, medir la temperatura máxima que este alcance y sobre todo analizar la calidad de cocción que esto sea capaz de dar, todo esto se dará por medio de ecuaciones que ya han sido estudiadas y sobre todo con las normas que se encuentran a nivel mundial. (Tabla 1.1)

Se presentan ejemplos de las ecuaciones las cuales servirán para evaluar la potencia:

$$P = \left( \frac{T_2 - T_1}{600} \right) C$$

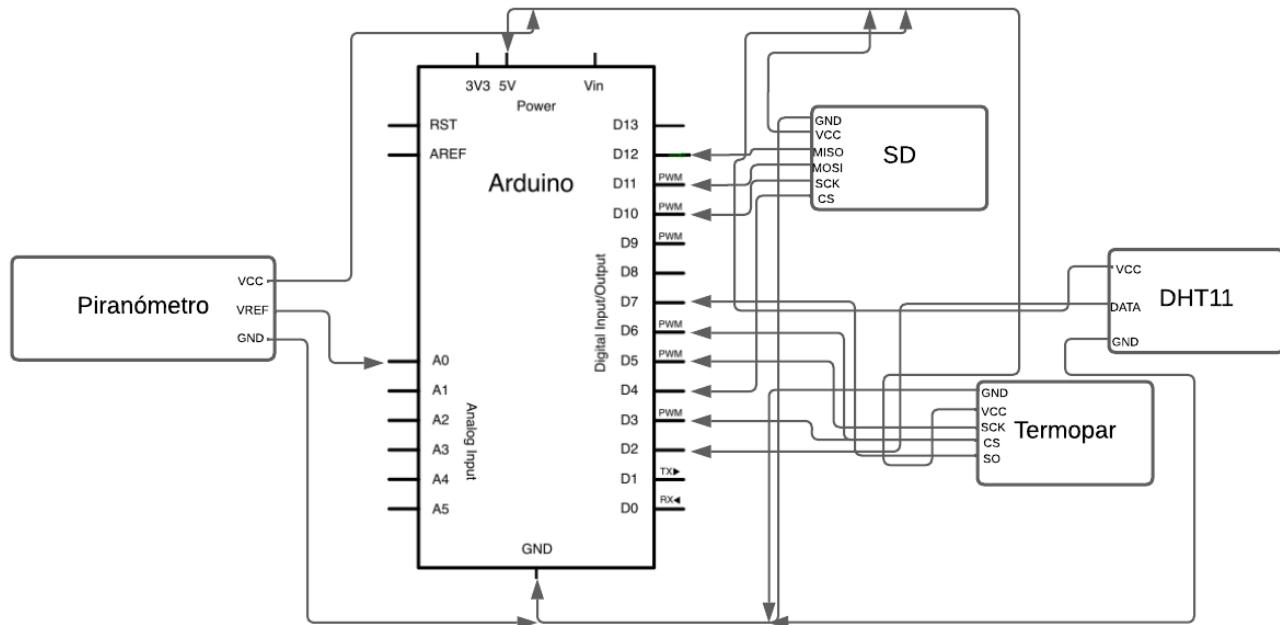
$$P_S = P \left( \frac{700}{I} \right)$$

En la parte de mediciones se toma la decisión de agregar sensores electrónicos los cuales serán necesarios para realizar un almacenamiento y control de datos, estos servirán para conocer el funcionamiento de la estufa al momento de realizar cada una de las pruebas.

Se pone un sensor de temperatura, sensor de humedad y sensor de radiación solar, cada uno de estos se realiza mediante componentes electrónicos ideales, todos se realizan, conectan y programan desde un inicio para que se adecuen a lo que se va a necesitar en cada medición.

Las mediciones de temperatura, humedad y radiación solar proporcionan información valiosa para operar un horno solar de manera eficiente y obtener resultados óptimos en la cocción de alimentos. Estas mediciones permiten al usuario controlar el proceso de cocción, ajustar el horno según las condiciones ambientales y aprovechar al máximo la energía solar disponible.

A continuación, se presenta un diagrama de las conexiones realizadas para cada sensor:



**Etapa 4: Evaluación de campo.** Ya con las pruebas realizadas, mirando que tan capaz y eficiente es la estufa solar creada, se llevará a un estudio de campo, el cual consistirá en dejar la estufa en alguna comunidad rural que esté dispuesta a probar esta mejoría para su hogar o tener un nuevo método de cocción para sus alimentos. El propósito de esto es conocer la disposición de las poblaciones ante esta nueva tecnología, en este punto se realizarán encuestas y/o entrevistas en las cuales se abordarán preguntas como: ¿Conocen las estufas solares? ¿Conocen los beneficios de una estufa solar? ¿Estarían dispuestos a utilizar una estufa solar? ¿Por cuál método cocinan sus alimentos? ¿Cuál es el costo que realizan de manera mensual en la cocción de sus alimentos (gas, leña, luz)?

De igual manera ver que uso le dan y que puedan conocer cuáles son las capacidades de este, ya que ellos irán cociendo alimentos que tal vez no fueron probados y así ver que tan eficiente será ante nuevos alimentos. En la parte final de esto se conocerán cuáles fueron las opiniones de la persona que uso esta tecnología para conocer si es viable para un poblador rural usar una estufa solar en lugar del método de cocción que tenía comúnmente.

**Etapa 5: Resultados y entrega de reporte.** El apartado es una entrega final, la cual dictará totalmente si el proyecto realizado cumple con los objetivos previamente planteados. En esto se pondrán en la mesa las opiniones de los pobladores, del poblador que utilizó la estufa solar, los datos recolectados en las pruebas, entre otros puntos. Será un reporte en el cual se detalle de punto a punto si el proyecto fue algo que tuvo éxito tanto en pruebas y como en su prueba de campo, de igual manera si no se obtuvo el éxito esperado, analizar cuáles serían los puntos para mejorar para que sea algo eficiente.

## Características

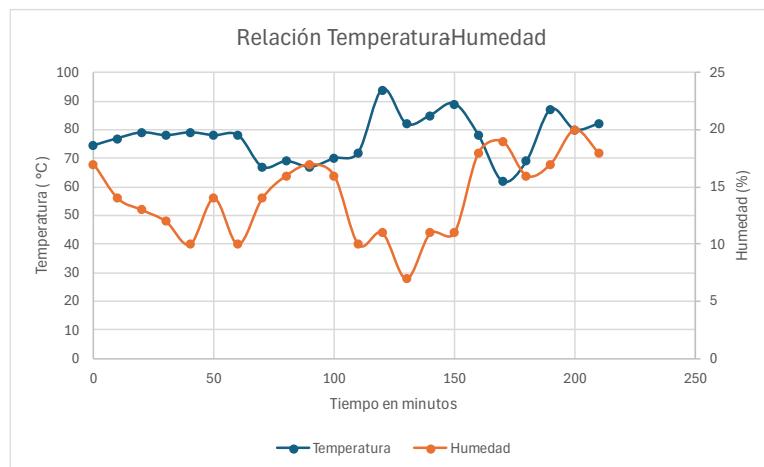
En el proyecto se plantea tener una recolección de información amplia sobre la tecnología, de esta manera conocer los puntos fuertes y débiles en el proceso del proyecto, se espera que en el diseño y construcción sea un proceso de ciertos meses en los cuales se obtengan los materiales más eficientes y con menor coste posible, en la parte del diseño que sea un aparato el cual se haga funcional y cumpla el objetivo de funcionar a como se espera, además de que se incluyan aportes de conocimientos externas para el proceso de este. Dependiendo el tipo de estufa solar que se decida hacer después de las discusiones, tocará analizar los tipos de materiales y el proceso más eficaz, pues toda irá dependiendo de las investigaciones realizadas en el tiempo anterior.

## Delimitaciones

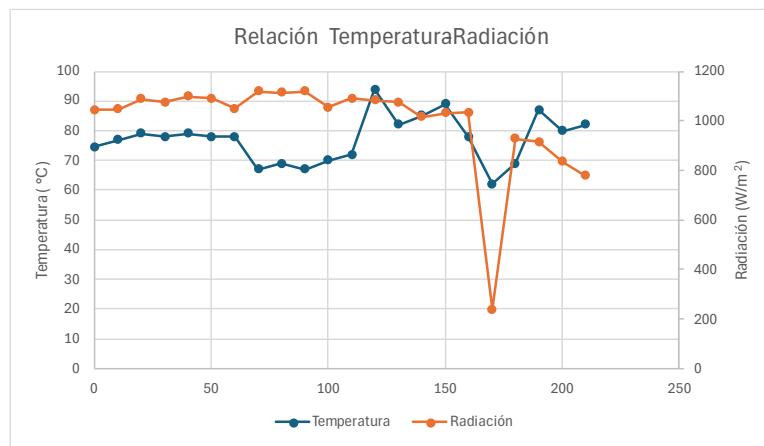
- No conseguir un financiamiento externo para la compra de la estufa solar innovadora.

## Resultados

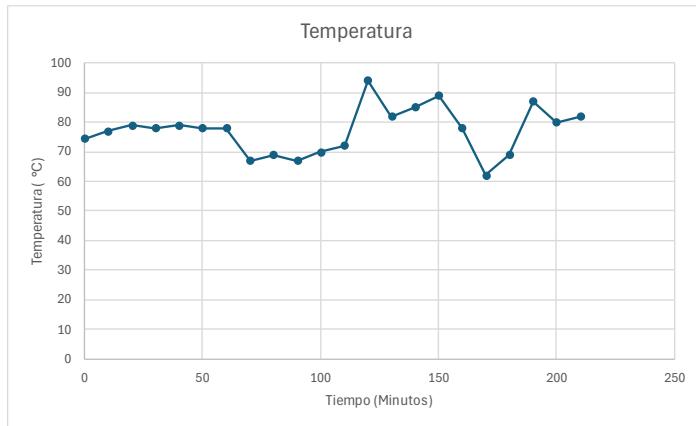
Con las pruebas realizadas se obtuvieron resultados con los 3 sensores electrónicos construidos, estos datos arrojados se muestran en las siguientes graficas.



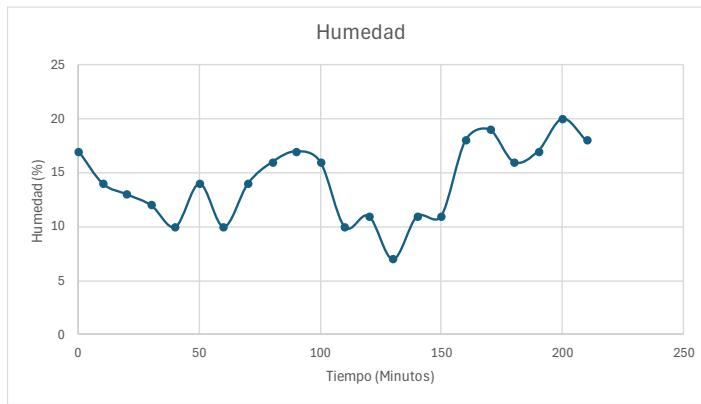
Gráfica 1. Relación registrada entre la humedad y temperatura respecto al tiempo.



Gráfica 2. Relación registrada entre la temperatura y radiación respecto al tiempo.



Gráfica 4. La temperatura registrada con relación al tiempo.



Gráfica 5. La humedad registrada con relación al tiempo.

Analizando los datos registrados se puede decir que la temperatura se mantuvo constante durante toda la etapa de pruebas alcanzando como el punto más alto 94°C y en el punto más bajo 62°C. La radiación solar debe tener un mínimo de 1000 w/m<sup>2</sup> para que se considere una buena cantidad de radiación, la cual pudimos obtener de manera consistente con un promedio de 1100, siendo el punto más bajo 239 que fue el momento en el que una nube tapó el sol bajando considerablemente los niveles de radiación. Por otro lado, la humedad se define como la cantidad de partículas de agua que existen en el ambiente midiéndose en porcentaje, esto afecta directamente a la cocción de los alimentos, mientras menos porcentaje de humedad haya más rápido se cocina la comida, la gráfica muestra la humedad contenida en el horno donde el punto más alto fue 20% y el más bajo 7%.

Se puede definir que la temperatura está ligada a la humedad puesto que mientras más temperatura haya la humedad va a bajar, en la gráfica se observa que al momento en que el horno alcanzó el punto más alto de temperatura, la humedad llegó a su nivel más bajo de porcentaje. Y está la relación entre temperatura y radiación solar es proporcional porque mientras más radiación haya, la temperatura va a subir, aunque no lo hace a la misma velocidad como se puede observar en el punto donde la nube tapa el horno, se observa como la radiación bajó muy rápido, pero la temperatura no bajó de la misma manera.