



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA  
PROFESIONAL DE LA CARRERA  
INGESTIÓN EMPRESARIAL  
EMELY DE LA RIVA MARTINEZ**

**[ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y PLAN DE NEGOCIOS DEL  
PROYECTO “SISTEMA MECATRÓNICO PARA LA  
DESINFECCIÓN DEL AIRE EN EL INTERIOR DE LOS  
REFRIGERADORES CON LUZ ULTRAVIOLETA (UV)]**

**LIA**  
(Laboratorio de Iluminación Artificial)



Nombre del asesor externo:  
Nivia Iracemi Escalante García

Nombre del asesor interno:  
Dora María Guevara Alvarado

Agosto-Diciembre 2019

## **I. Agradecimientos.**

Quiero agradecer a Dios por permitirme vivir y disfrutar esta etapa de mi vida con mis seres queridos que es mi familia junto con mi pareja Ricardo Montoya que me han demostrado en el transcurso de los años sus apoyos incondicionales en las buenas y en las malas y sobre todo en lo imposible es posible.

Quiero agradecer a cada una de estas oportunidades que me brindaron para poder realizar mi proyecto de Residencias.

Al Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA), por llevar a cabo mi proyecto y sentirme como en mi casa.

A mi asesora externa Dra. Nivia Escalante y al Dr. Ernesto Olvera, por demostrarme su solidaridad y brindarme los conocimientos necesarios para llevar a cabo este proyecto. Además de esta oportunidad de realizar mis Residencias Profesionales junto con su equipo de trabajo.

A mi asesora interna la Mtra. Dora Guevara, que me apoyo y me aconsejo en mejorar mi proyecto, y sobretodo seguir adelante con los objetivos y no rendirse.

A los estudiantes de Mecatrónica de 7° semestre por apoyarme con mi proyecto, y sobretodo brindarme conocimientos de mecatrónica para realizar este prototipo.

Y al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, que tiene maestros que demuestran día con día sus conocimientos para lograr transformar a los futuros ingenieros.

## II. Resumen.

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) constituyen, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), uno de los problemas de salud más extendidos en el mundo contemporáneo y una causa importante de reducción de la productividad económica. La estimación de la carga mundial de las enfermedades de transmisión alimentaria, publicado en 2015 por la (OMS) fue el primero en ofrecer estimaciones sobre la carga de morbilidad causada por 31 agentes contaminantes (bacterias, virus, parásitos, toxinas y productos químicos) a nivel mundial (Ruiz, 2017). El objetivo de este proyecto es disminuir la carga microbiana que se almacena en el interior del refrigerador y afecta los alimentos fríos, por este motivo se establecerá un sistema mecatronico para la desinfección del aire atreves de los refrigeradores con luz ultravioleta (UV). Para este caso se propone el uso de Luz Ultra Violeta LED, como un método térmico que provoca la muerte celular por uniones cruzadas de pirimidinas vecinas en el ADN bacteriano, sin alterar las propiedades sensoriales del producto. Mediante el estudio de factibilidad, se establecieron el estudio de mercado, estudio técnico, y estudio de costos. Los cuales se han realizado varias investigaciones de sus posibles usos directos en distintos alimentos. Entre estas las hortalizas y productos tan problemáticos como interesantes por sus delicadas características sensoriales y el desafío que representa mantener la inocuidad dentro de los anaqueles. El estudio de mercado se presentó a través de las encuestas que se aplicaron a la sociedad detectando la necesidad que existe sobre la generación de nuevos sistemas para la conservación de alimentos utilizando como estrategia la luz UV. En la capacidad del consumidor de adoptar una idea distinta mediante la presentación de un nuevo prototipo que combate los microorganismos que se almacenan en refrigerador y contaminan a los alimentos que están dentro del anaquel. Se plantea el diseño de un dispositivo UV para la reducción microbiológica ensamblado con UV LED, que presenta las ventajas de ser un método efectivo y de menor costo. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se observó que la población en general se encuentra de acuerdo sobre la utilización o la integración de nuevos dispositivos dentro de sus electrodomésticos como el caso del refrigerador, abriendo la

posibilidad de abarcar un mercado y atacar una situación global con la que se trabaja cada día.

### III. Índice.

<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....</b>	<b>11</b>
<b>1. Introducción. ....</b>	<b>11</b>
<b>2. Descripción de la empresa u organización.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Problemas a resolver, priorizándolos. ....</b>	<b>15</b>
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>16</b>
4.1 Objetivo general.....	16
4.2 Objetivos específicos.....	16
<b>5. Justificación. ....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Teorías explicativas de la conservación de alimentos. ....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 La inocuidad de los alimentos. ....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Microorganismos. ....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Principales enfermedades transmitidas por los alimentos. ....</b>	<b>20</b>
<b>2.5 Datos y cifras del desperdicio de alimentos.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6 Alimentos perecederos y no perecederos. ....</b>	<b>23</b>
<b>2.7 Refrigerador.....</b>	<b>25</b>
2.7.1 Características de la refrigeración y de un refrigerador doméstico.....	26
<b>2.8 Almacenamiento Refrigerado.....</b>	<b>28</b>
<b>2.9 Organización en Refrigerado. ....</b>	<b>31</b>
<b>2.10 Zona de Peligro. ....</b>	<b>33</b>
<b>2.11 Factores que favorecen y desfavorecen la reproducción de microorganismos. ....</b>	<b>34</b>

2.11.1 Factores que favorecen su reproducción.....	34
2.11.2 Factores que desfavorecen su reproducción. ....	35
<b>2.12 Estrategias con Luz (UV).</b> .....	<b>36</b>
2.12.1 Luz ultravioleta (UV). ....	36
2.12.2 Utilización de la luz UV. ....	37
2.12.3 La función germicida de la luz UV. ....	38
2.12.4 La luz ultravioleta en la conservación de los alimentos. ....	39
<b>2.13 Elementos eléctricos-electrónicos utilizados en el sistema mecatrónico de purificación del aire al interior del refrigerador.....</b>	<b>42</b>
2.13.1 Arduino. ....	42
2.13.2 Sensor de temperatura analógico LM35. ....	42
2.13.3 Sensor de gases MQ .....	43
2.13.4 Pantalla LCD.....	45
2.13.5 Teclado matricial.....	46
<b>CAPÍTULO 3: DESARROLLO.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas. ....</b>	<b>47</b>
3.1.1 Investigación sobre luz ultravioleta en alimentos.....	47
3.1.2 Buscar información sobre el desperdicio de alimentos. ....	47
3.1.3 Investigación sobre refrigeración para óptimas condiciones.....	47
3.1.4 Desarrollo de marco teórico, introducción, problemática y justificación. ....	48
3.1.5 Implementación de encuesta y resultados.....	48
3.1.6 Determinación de costos de producción. ....	48
3.1.7 Elaboración del boceto del dispositivo UV. ....	48
<b>3.2 Desarrollo de Estudio de Mercado. ....</b>	<b>49</b>
<u>3.2.1</u> Porcentaje en viviendas de los municipios de Aguascalientes.....	50

___ 3.2.2 Porcentaje de hogares con refrigerador, en el Estado de Aguascalientes, por municipio.....	51
3.2.3 Recolección de Información.....	51
3.2.4 Tamaño de la muestra poblaciones finitas.....	52
3.2.5 Diseño del cuestionario para la población. ....	53
3.2.6 Trabajo de Campo. ....	60
<b>3.3 Desarrollo de Estudio Técnico.....</b>	<b>61</b>
3.3.1 Diseño mecatrónico de un purificador de aire.....	62
3.3.2 Eficiencia del sistema depurador con tratamiento luz UV para E. coli en Tagelus dombeii “navajuela” – Bahía de Sechura. ....	63
3.3.3 Luz ultravioleta para conservar mejor las hortalizas. ....	64
3.3.4 Equipo UV-C para alimentos sólidos. ....	65
<b>3.4 Desarrollo de Estudio de Costos.....</b>	<b>66</b>
3.4.1 Formato de Estructura de costos.....	67
3.4.2 Costo de producción.....	67
3.4.3 Ejemplo de Materia Prima en Planeación de Tortillas. ....	67
3.4.4 Ejemplo de Mano de Obra en Planeación de Tortillas.....	68
3.4.5 Ejemplo de Gastos de Fabrica en Planeación de Tortillas. ....	69
3.4.6 Ejemplo de Inversión de Maquinaria y Equipo.....	69
3.4.7 Ejemplo de Costo Variable. ....	70
3.4.8 Formula del Costo Unitario. ....	70
3.4.9 Diagrama de flujo de procesos con tiempos para el dispositivo UV. ....	71
3.4.10 Resumen de la elaboración del dispositivo.....	73
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS .....</b>	<b>74</b>
<b>4.1 Estudio de Mercado. ....</b>	<b>74</b>
4.1.1 Tabulación. ....	74

4.1.2 Análisis e interpretación.....	79
<b>4.2 Estudio Técnico.....</b>	<b>80</b>
4.2.1 Diseño de la base y compartimiento de los LED UV. ....	80
4.2.2 Diseño del refrigerador y del sistema mecatrónico de purificación del aire. ..	81
4.2.3 Programación en Arduino y simulación en Proteus .....	82
<b>4.3 Estudio de Costos.....</b>	<b>86</b>
4.3.1 Materia Prima (Dispositivo UV).....	86
4.3.2 Mano de Obra (Dispositivo UV). ....	87
4.3.3 Gastos de Fábrica (Dispositivo UV).....	87
4.3.4 Inversión de Maquinaria y Equipo.....	88
4.3.5 Costo Variable. ....	88
4.3.6 Formula de Precio de Venta. ....	89
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES .....</b>	<b>90</b>
<b>5.1 Conclusiones del Proyecto. ....</b>	<b>90</b>
<b>CAPÍTULO 6: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....</b>	<b>91</b>
<b>6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas. ....</b>	<b>91</b>
<b>CAPÍTULO 7: FUENTES DE INFORMACIÓN. ....</b>	<b>92</b>
<b>7.1 Fuentes de Información.....</b>	<b>92</b>
<b>CAPÍTULO 8: ANEXOS.....</b>	<b>98</b>
<b>8.1 Registros de Productos.....</b>	<b>98</b>

#### IV. Índice de Figuras.

<b>Figura 1.</b> Vista satelital del Instituto Tecnológico de Pabellón.....	13
<b>Figura 2.</b> Vista del Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA). ....	13
<b>Figura 3.</b> Microorganismos multiplicándose cada 20 minutos. ....	19
<b>Figura 4.</b> Alimentos perecederos.....	23
<b>Figura 5.</b> Alimentos no perecederos.....	24
<b>Figura 6.</b> Ciclo de compresión de vapor.....	27
<b>Figura 7.</b> Organización de alimentos dentro del refrigeración. ....	32
<b>Figura 8.</b> Muestra de la zona de peligro. ....	33
<b>Figura 9.</b> Escala neutro de alimentación. ....	35
<b>Figura 10.</b> La luz UV se subdivide en: UVA, UVB y UVC. ....	36
<b>Figura 11.</b> La longitud de onda de la luz UV permite penetrar y destruir la estructura del DNA del microorganismo. ....	38
<b>Figura 12.</b> Descripción de la placa Arduino UNO. ....	42
<b>Figura 13.</b> Sensor de temperatura analógico LM35. ....	43
<b>Figura 14.</b> Pantalla LCD de 16x2. ....	45
<b>Figura 15.</b> Teclado matricial 4x4. ....	46
<b>Figura 16.</b> Viviendas particulares habitadas en los municipios de Aguascalientes. ....	50
<b>Figura 17.</b> Disponibilidad de Refrigeradores en los municipios de Aguascalientes. ....	51
<b>Figura 18.</b> Diseño físico del purificador de aire. ....	62
<b>Figura 19.</b> Sistema depurador. ....	63
<b>Figura 20.</b> Formato en Excel de Planeación de Tortillas. ....	67
<b>Figura 21.</b> Demostración de preferencia para extender el tiempo de los alimentos. ....	74
<b>Figura 22.</b> Síntomas más comunes por ingerir alimentos con demasiado tiempo en refrigeración. ....	74
<b>Figura 23.</b> Conocimientos de métodos para la conservación alimentaria.....	75
<b>Figura 24.</b> Métodos caseros para conservar alimentos.....	75
<b>Figura 25.</b> Desperdicios de alimentos semanalmente.....	76
<b>Figura 26.</b> Alimentos más desperdiciados por la sociedad.....	76
<b>Figura 27.</b> Cautivación por un nuevo dispositivo hacia la sociedad. ....	77
<b>Figura 28.</b> Muestra de conocimiento de la sociedad sobre luz ultravioleta.....	77

<b>Figura 29.</b> Conocimiento de luz ultravioleta hacia el público en general. ....	78
<b>Figura 30.</b> Elección del lugar del dispositivo.....	78
<b>Figura 31.</b> Base para los LED UV.....	80
<b>Figura 32.</b> Comportamiento para la base con LED UV.....	80
<b>Figura 33.</b> Diseño del refrigerador y ensamblaje del panel de control.....	81
<b>Figura 34.</b> Diseño del refrigerador y ensamblaje del panel de control.....	82
<b>Figura 35.</b> Simulación de la dosis de radiación ultravioleta. ....	83
<b>Figura 36.</b> Código de programación para medir la temperatura interna del refrigerador. .....	84
<b>Figura 37.</b> Simulación de la medición de la temperatura interna del refrigerador.....	85
<b>Figura 38.</b> Cotización de materia prima.....	98

## V. Índice de Tablas.

<b>Tabla 1.</b> Almacenamiento de alimentos en frío (FDA, 2018). .....	29
<b>Tabla 2.</b> Principales enfermedades transmitidas por los alimentos (Kendall, s.f.). .....	21
<b>Tabla 3.</b> Valores de requerimientos de dosis para la destrucción del 90 % de algunos microorganismos.....	40
<b>Tabla 4.</b> Modelos de sensores de gases MQ disponibles.....	44
<b>Tabla 5.</b> Materia Prima de Tortillas. ....	68
<b>Tabla 6.</b> Mano de Obra de Tortillas.....	68
<b>Tabla 7.</b> Gastos de Fábrica de tortillas. ....	69
<b>Tabla 8.</b> Maquinaria y equipo tortillas. ....	69
<b>Tabla 9.</b> Costo variable en Tortillas.....	70
<b>Tabla 10.</b> Descripción del desarrollo del dispositivo UV. ....	71
<b>Tabla 11.</b> Desarrollo del ensamble del dispositivo UV. ....	71
<b>Tabla 12.</b> Resumen del proceso. ....	73
<b>Tabla 13.</b> Materia Prima para el dispositivo UV. ....	86
<b>Tabla 14.</b> Mano de Obra para el dispositivo UV. ....	87
<b>Tabla 15.</b> Gastos de Fábrica para el dispositivo UV. ....	87
<b>Tabla 16.</b> Maquinaria y Equipo (dispositivo UV). ....	88
<b>Tabla 17.</b> Costos Variables (dispositivo UV).....	88
<b>Tabla 18.</b> Descripción de precios de maquinaria. ....	98

## **CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO.**

### **1. Introducción.**

El desperdicio de alimentos constituye un problema de primer orden. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) calcula que un tercio de la producción mundial de alimentos se pierde o desperdicia, lo que supone 1.300 millones de toneladas al año, equivalente a un tercio de los alimentos producidos, causando pérdidas de unos 680 mil millones de dólares en los países industrializados y de 310 mil millones en los países en desarrollo (Eguillor R. P., 2017).

Por grupo de alimentos, se pierde o desperdicia el 55% de las frutas y hortalizas; el 40% de las raíces y tubérculos; el 25% de los cereales; el 20% de oleaginosas y legumbres; el 20% de la carne; el 20% de productos lácteos y el 35% por de pescados y mariscos. Además, se señala que la pérdida de alimentos es más frecuente en los países en desarrollo donde se pierde el 40% de los productos, en cambio, el desperdicio es un problema en los países industrializados en donde en la mayoría de los casos es provocado por minoristas y consumidores, quienes arrojan alimentos comestibles a la basura. Ese volumen es generado por restaurantes, en los hogares, hoteles y todo termina en la basura (Franco, 2018).

Por región, la (FAO) estima que, del total de las pérdidas y desperdicios mundiales de alimentos, el 6% se da en América Latina y el Caribe, correspondiendo a 127 millones de toneladas de alimentos aptos para el consumo humano al año, lo que equivale a desaprovechar, cada año, el 15% de sus alimentos disponibles (Eguillor R. P., 2017).

Los distintos métodos de conservación de alimentos del refrigerador cumplen con mantenerlo a una temperatura de 40° F o menor; el congelador debe estar a 0 ° F. Evitando sobrecargar el refrigerador, manteniendo los alimentos envasados (cerrados) y verificando la fecha de caducidad. Esto procura incrementar la vida útil de los productos durante su almacenamiento (FDA, 2017). Para esto es ideal combatir los microorganismos que están dentro de los refrigeradores y de los cuales están causando que se descompongan y afecten a los demás alimentos que tienen poco tiempo de refrigeración.

Esta técnica plantea la creación de un sistema mecatrónico para la desinfección del aire por medio de luz ultravioleta (UV), para lo cual se abordará el funcionamiento, características generales y componentes de un refrigerador. Se explicará la luz UV con base a su composición y funcionamiento en la desinfección del aire, y de los gases que desprenden los alimentos contenidos en un refrigerador.

El objetivo principal de este proyecto, es la desinfección de aire para fines distintos, pero se enfoca en el aumento del tiempo del deterioro de los alimentos.

Para el análisis de la problemática, es necesario de establecer sus causas, una de ellas es que el aire que circula en un sistema de refrigeración está contaminado ya que cuando se abre la puerta del refrigerador entra aire sucio y hace contacto directo con los alimentos que se tienen almacenados y por ende aumenta su descomposición generando gases, otra causa importante es que el desperdicio de alimentos constituye un problema de primer orden; es por ello que se decidió abordar el tema por las necesidades requeridas y por cuestiones de interés propio.

Por lo explicado anteriormente, se planea desarrollar un prototipo que descontamine el aire que circula en el interior de un refrigerador con técnicas de luz ultravioleta (UV), controlado por un sistema mecatrónico, se realizará un diseño en SolidWorks para establecer los parámetros técnicos y dimensiones del mismo, para después continuar con el maquinado en aluminio.

## 2. Descripción de la empresa u organización.

El lugar donde se realizaron las residencias profesionales fue en El Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga en el Laboratorio de Iluminación Artificial, la fecha de fundación fue el 01 de septiembre de 2008, su ubicación es Carretera a la Estación de Rincón KM 1, C.P. 20670 Pabellón de Arteaga, del estado de Aguascalientes, Figura 1 y 2.



Figura 1. Vista satelital del Instituto Tecnológico de Pabellón.

Fuente: Google Earth



Figura 2. Vista del Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA).

Laboratorio de Iluminación Artificial del tecnológico de Pabellón de Arteaga, Ags se desempeñan las siguientes actividades:

- ❖ Diseñar y construir sistemas de iluminación artificial automáticos con LEDs para tener una herramienta de laboratorio que pueda controlar la cantidad y calidad de la luz.
- ❖ Determinar el nivel de uniformidad de la luz emitida por las lámparas LEDs considerando que este análisis es importante debido a que usar tecnología de estado sólido tiene la ventaja-desventaja de ser altamente direccional en la emisión de luz y puede generar una distribución no uniforme sobre las plantas.
- ❖ Aplicación de la técnica de la emisión de fluorescencia de la clorofila a que se emplea para determinar los efectos de la luz en las plantas.
- ❖ Fotomorfogénesis

Crecimiento y desarrollo (peso seco, fresco, altura, área foliar, efecto en raíz, producción).

- ❖ Fotosíntesis y emisión de clorofila a.
- ❖ Contenido de antioxidantes.
- ❖ Expresión de genes y producción de metabolitos secundarios.
- ❖ Contenido nutrimental, etc.
- ❖ Espectros de absorción (luz absorbida) de las plantas.
- ❖ Efectos y correlación a través de imágenes térmicas.
- ❖ Emplear técnicas de procesamiento de imágenes para la medición de parámetros en la planta (Temperatura, rugor, entre otros).

### **3. Problemas a resolver, priorizándolos.**

La pérdida de alimentos que se produce en los hogares y refrigeradores de los consumidores ha crecido inexorablemente con el paso del tiempo, en paralelo al aumento de la renta disponible y los cambios en los estilos de vida. Los países de América del Norte y Oceanía (Australia y Nueva Zelanda) tienen el volumen estimado de desechos alimentarios por capital más alto del mundo (Gustavsson, Cederberg, & Sonesson, 2011). En términos por capital, las pérdidas y desperdicios de alimentos (PDA) de Canadá es aproximadamente de 396 kg/persona/año siendo comparable a la de Estados Unidos 415 kg/persona/año, en tanto que la de México se estima de 249 kg/persona/año coincidiendo con el conjunto de datos mundiales de la FAO. Los motivos por los que se tira la comida son principalmente tanto en alimentos frescos como preparados. Una desventaja que se presenta es el reciclaje debido a la falta de espacio. En este contexto los consumidores se encuentran al final de la cadena de valor, por consiguiente, el costo económico es muy elevado en comparación si se presentara al inicio. Ante esta problemática reportada no existen prácticas ni métodos accesibles que ayuden a extender el tiempo de vida de los alimentos. Al desarrollar un dispositivo mecatronico con emisiones de luz ultravioleta (UV) que se coloque en el interior del refrigerador ayudará a purificar el aire y de esta manera se evita la inactivación biológica (virus, bacterias, esporas, mohos, levaduras, entre otros microorganismos que se forman dentro del refrigerador) con el objetivo de reducir la pérdida de alimentos. Al elaborar un estudio de factibilidad y un plan de negocios sobre las estrategias de desinfección del aire en el interior de los refrigeradores permitirá tener una visión clara sobre la necesidad coadyuvando a la reducción del desperdicio de alimentos y, además, que la pérdida de alimentos tiene otros efectos ambientales y socioeconómicos, como uso ineficiente de los recursos naturales, pérdidas económicas, pérdida de la biodiversidad y problemas de salud pública.

## **4. Objetivos.**

### 4.1 Objetivo general.

Elaborar un estudio de factibilidad y un plan de negocios sobre el proyecto enfocado al desarrollo de estrategias de desinfección del aire en el interior de los refrigeradores con luz ultravioleta (UV); abarcando el desarrollo de un sistema mecatronico.

### 4.2 Objetivos específicos.

1. Diseño del estudio de factibilidad.
2. Desarrollo de un instrumento de medición que permita obtener datos para la evaluación de resultados en encuesta sobre la evaluación de la preservación de alimentos en los hogares a la sociedad.
3. Obtener el cálculo de la muestra poblacional.
4. Implementar encuesta a la sociedad.
5. Determinar costos de producción.

## **5. Justificación.**

La problemática del desperdicio de alimentos es de interés mundial, el sobreconsumo obliga a que la producción de la cadena alimentaria sea cada vez más acelerada y esto supone un mayor uso de recursos para cosechar, distribuir, procesar y vender alimentos a fin de poder sostener demanda. Por estas razones, es relevante proponer soluciones factibles con la implementación de dispositivos mecatrónicos que contribuyan a extender el tiempo de vida de los alimentos en el interior del refrigerador evitando la formación de microorganismos que se contaminen lo que se indoruzca dentro del refrigerador.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 Teorías explicativas de la conservación de alimentos.**

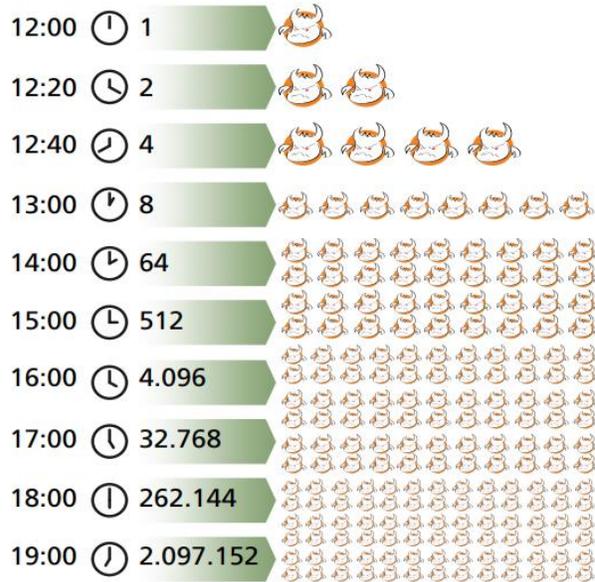
### **2.2 La inocuidad de los alimentos.**

La inocuidad de los alimentos es un elemento fundamental de la salud pública y un factor determinante del comercio de alimentos. Involucra a varias personas interesadas, entre ellos los productores primarios, los manipuladores de alimentos, los elaboradores y los comerciantes, a lo largo de toda la cadena alimenticia, los servicios oficiales de control de alimentos y los consumidores, teniendo como objetivo alcanzar productos alimenticios seguros, que no causen daño a la salud del consumidor (Mercado, 2010). Pero en los últimos años se han producido varios brotes extremadamente graves de enfermedades de transmisión alimentaria. Muchos de esos brotes han afectado a más de un país, y en algunos casos a más de un continente.

Los alimentos insalubres plantean amenazas para la salud a escala mundial y ponen en peligro la vida de todos: los lactantes, los niños pequeños, las embarazadas, las personas mayores y las personas con enfermedades subyacentes son particularmente vulnerables (OMS, 2010).

### 2.3 Microorganismos.

Los microorganismos, se definen como: seres vivos, microscópicos, que se encuentran en todas partes (agua, aire, tierra). Según su tamaño, su forma, su modo de vida, podemos distinguir las bacterias, levaduras, hongos, virus y parásitos. En general, aquellos que tienen un mayor impacto sobre la inocuidad de los alimentos. Son microorganismos que poseen una excelente capacidad de reproducción y hace que en pocas horas se formen grupos o colonias de millones de bacterias provocando la contaminación de los alimentos (en promedio, las bacterias en condiciones ideales son capaces de duplicar su número cada 20 minutos)., ver Figura 3.



**Figura 3.** Microorganismos multiplicándose cada 20 minutos.

## **2.4 Principales enfermedades transmitidas por los alimentos.**

Las enfermedades de transmisión alimentaria (ETA) constituyen un enorme y creciente. Por ejemplo, los países que disponen de sistemas de notificación de casos de esas enfermedades han documentado un considerable incremento de la incidencia de Salmonella, Campylobacter jejuni, Escherichia coli enterohemorrágica y otros agentes patógenos (OMS, 1999).

Existen dos categorías de enfermedades causadas por los alimentos: las intoxicaciones alimentarias, causadas por toxinas producidas por los microorganismos, y las infecciones alimentarias causadas por el crecimiento de los microorganismos en el cuerpo humano, luego de haber ingerido alimentos contaminados.

Al inicio de la (Tabla 2) se muestran las más comunes intoxicaciones alimentarias estafilocócicas y posteriormente las graves como el botulismo, terminando con las aquellas en que se incluyen las salmonelosis y otras infecciones similares (Romero, 2006).

**Tabla 1.** Principales enfermedades transmitidas por los alimentos (FDA & USDA, 2006)

Organismo	Productos Implicados
<i>Salmonella spp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carnes</li> <li>• Leche</li> <li>• Nata</li> <li>• Huevo</li> </ul>
<i>Listeria monocytogenes</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salchichas hot dog, embutidos, fiambres, salchichas fermentadas o disecadas, u otras carnes y aves de fiambrería</li> <li>• Leche (cruda) sin pasteurizar y quesos blandos preparados con leche sin pasteurizar</li> <li>• Pescados y mariscos ahumados y ensaladas preparadas en el supermercado, como por ejemplo las ensaladas de jamón, de pollo o de mariscos.</li> <li>• Vegetales crudos</li> </ul>
<i>Campylobacter jejuni</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leche</li> </ul>
<i>Clostridium perfringens</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productos cárnicos cocinados y recalentados</li> </ul>
<i>Bacillus cereus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arroz</li> </ul>
<i>Vidrio paraahaemolyticus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mariscos</li> <li>• Pescados</li> </ul>
<i>Clostridium: botulinum</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leche</li> </ul>
<i>Yersinia enterocolitica</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerdo</li> <li>• Leche</li> </ul>
<i>Escherichia coli (O157:H7)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carne de res poco cocida</li> <li>• Leche y jugos sin pasteurizar, como la sidra de manzana “fresca”</li> <li>• Frutas y vegetales frescos</li> </ul>

## 2.5 Datos y cifras del desperdicio de alimentos.

- El acceso a alimentos inocuos y nutritivos en cantidad suficiente es fundamental para mantener la vida y fomentar la buena salud.
- Los alimentos insalubres que contienen bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas nocivas causan más de 200 enfermedades, que van desde la diarrea hasta el cáncer.
- Se estima que cada año enferman en el mundo unos 600 millones de personas – casi 1 de cada 10 habitantes– por ingerir alimentos contaminados y que 420 000 mueren por esta misma causa, con la consiguiente pérdida de 33 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD).
- Los niños menores de 5 años soportan un 40% de la carga atribuible a las enfermedades de transmisión alimentaria, que provocan cada año 125 000 defunciones en este grupo de edad.
- Las infecciones diarreicas, que son las más comúnmente asociadas al consumo de alimentos contaminados, hacen enfermar cada año a unos 550 millones de personas y provocan 230 000 muertes.
- La inocuidad de los alimentos, la nutrición y la seguridad alimentaria están inextricablemente relacionadas. Los alimentos insalubres generan un círculo vicioso de enfermedad y malnutrición, que afecta especialmente a los lactantes, los niños pequeños, los ancianos y los enfermos.
- Al ejercer una presión excesiva en los sistemas de atención de la salud, las enfermedades transmitidas por los alimentos obstaculizan el desarrollo económico y social, y perjudican a las economías nacionales, al turismo y al comercio (OMS, 2019).

## 2.6 Alimentos perecederos y no perecederos.

La perecebilidad es el tiempo que tarda un alimento en comenzar a degradarse perdiendo sus propiedades nutrimentales. Se le conoce también como caducidad.

Dependiendo de ese tiempo de duración, los alimentos se clasifican en:

- Alimentos perecederos: Son aquellos que tienen menor duración y requiere mayores cuidados para su conservación. Agentes como la temperatura, la humedad o la presión son determinantes para que el alimento comience su deterioro (Jiménez, 2018).

Ejemplos de estos son: los derivados de los animales y los vegetales, siendo las frutas las de mayor perecebilidad, la leche y carnes de menor perecebilidad ya que en refrigeración se conservan., ver Figura 4.



**Figura 4.** Alimentos perecederos.

Observación: Para almacenar estos alimentos por cualquier período de tiempo deben mantenerse a temperaturas de refrigerados a 5° C o menos, o congelados a -18° C o menos para retardar o detener el crecimiento de bacterias, que ocurre rápidamente en alimentos como carne, aves, mariscos y productos lácteos cuando no se almacenan adecuadamente. Si se refrigeran, los alimentos perecederos deben ser usados dentro de varios días. Inician su descomposición simple y rápidamente. Por lo tanto, esta descomposición o deterioro tiene que ver con la temperatura, humedad y presión.

- Alimentos no perecederos: Son aquellos que tienen mayor duración y no requieren de tantos cuidados para su conservación, sino que dependen de otros factores como la contaminación repentina, el mal manejo del mismo, accidentes y demás condiciones que no están determinadas por el mismo (Jiménez, 2018).

Ejemplo de estos son: Las harinas, las pastas y el azúcar, que se consideran deteriorados una vez que se revuelven con algún contaminante o empiezan su descomposición una vez cocinados, pueden ser los productos enlatados, productos en cartón o plástico, el azúcar, la sal, el aceite, café, galletas entre otros., ver Figura 5.



**Figura 5.** Alimentos no perecederos.

Observación: Es importante no confundir en el etiquetado de alimentos la fecha de caducidad con la de consumo preferente (Vasconcelos, 2017).

## 2.7 Refrigerador

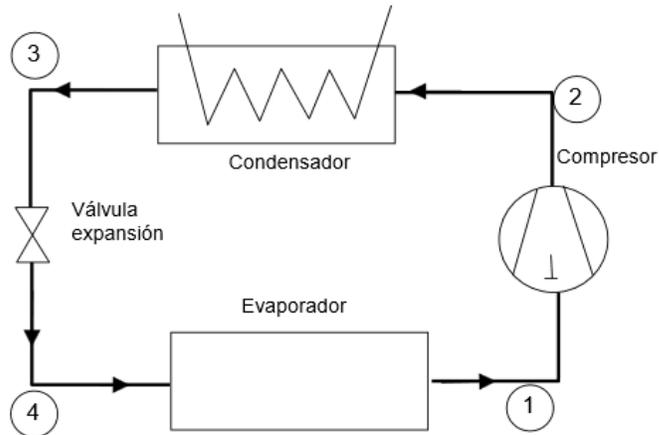
La refrigeración es el proceso de conservación por tratamiento físico, que consiste en mantener un alimento o producto en buenas condiciones de temperatura. El frío de la nevera ralentiza y retarda el crecimiento de microorganismos patógenos, pero no los detiene por completo. Las temperaturas de refrigeración, por tanto, inhiben durante unos días el crecimiento microbiano. La FDA recomienda mantener el refrigerador a menos de (4.4°C), para mantener alimentos frescos durante más tiempo y prevenir enfermedades que se puedan transmitir mediante los alimentos (USDA, 2010).

Una de las principales medidas para evitar patógenos en la nevera es controlar la temperatura. La fluctuación de grados, o la rotura de la cadena de frío, constituyen la forma más común de riesgo microbiano. A pesar de que el frío ralentiza la actividad de los microorganismos, la refrigeración no implica su eliminación, solo los adormece. Muchos de estos patógenos mantienen su capacidad para multiplicarse, aunque de forma más lenta. Algunos de los patógenos capaces de multiplicarse a temperaturas de refrigeración son *Aeromonas hydrophila* (pescado, marisco y agua), *Listeria monocytogenes* (queso fresco, embutidos, carnes y leche) o *Yersinia enterocolitica* (productos cárnicos como el cerdo). No es recomendable sobrecargar las neveras, ya que no pueden cumplir con su función y, por tanto, los alimentos no se conservan de forma adecuada (Chavarrías M. , 2011).

### 2.7.1 Características de la refrigeración y de un refrigerador doméstico.

- El almacenamiento refrigerado de alimentos perecederos, pieles, productos farmacéuticos y otros más, se le conoce como almacenamiento en frío.
- La refrigeración evita el crecimiento de bacterias e impide algunas reacciones químicas no deseadas que pueden llegar a tener lugar a temperatura ambiente (Guanipa, 2010).
- La refrigeración detiene el crecimiento bacteriano. cuando estos microorganismos tienen nutrientes, humedad y temperaturas favorables, estas crecen rápidamente, aumentando en número hasta tal punto donde otros tipos de bacterias pueden causar enfermedades.
- Las bacterias crecen rápidamente en un rango de temperatura de entre 40 °F y 140 °F (4.4 °C y 60 °C), lo que se conoce como “Zona de Peligro”, algunas duplicándose en tan solo 20 minutos.
- Un refrigerador puesto a 40 °F (4.4 °C) o menos puede proteger la mayoría de los alimentos (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2010).
- Los principales responsables de la descomposición los alimentos son las bacterias y hongos que están presentes en todos los organismos, ya que provocan reacciones químicas que implican cambios en la textura y composición de los mismos. Otros factores que se deben tomar en cuenta son la temperatura, la humedad y plagas (AIM Digital, 2018).

Cabe señalar que los refrigeradores domésticos están compuestos por dos compartimientos aislados, uno de ellos es de enfriamiento y el otro de congelación, en donde se manejan temperaturas de 3 °C y -18 °C respectivamente; para poder lograr estas temperaturas, el refrigerador doméstico utiliza un sistema de refrigeración por compresión de vapor (Fig. 6).



**Figura 6.** Ciclo de compresión de vapor.

En un refrigerador doméstico es común encontrar diferentes compartimientos para conservar o congelar los productos, estos compartimientos y, por lo tanto, los refrigeradores se llegan a clasificar en función de las temperaturas que puedan alcanzar. Para el caso de las temperaturas de almacenamiento de alimentos congelados, se clasifican de acuerdo a su valor (Jara, y otros, 2017, págs. 1-17).

## 2.8 Almacenamiento Refrigerado.

Todos los alimentos perecederos (productos lácteos, pastas frescas, carnes, pescados y carnes de ave, fiambres, alimentos congelados) deben almacenarse en refrigeración para mantener las buenas condiciones y evitar ser contaminados por bacterias perjudiciales (Depetris, 2014). De acuerdo a lo establecido en la NOM-120-SSA1-1994, el almacenamiento y distribución de alimentos perecederos debe cumplir con lo siguiente:

Durante el almacenamiento de los alimentos en refrigeración es necesario:

Los productos que requieren refrigeración o congelación debe realizarse en instalaciones limpias, como cualquier equipo que tenga contacto directo con los alimentos, para evitar el crecimiento de microorganismos psicrófilos (aquellos que crecen a bajas temperaturas). Mantener en buenas condiciones higiénicas el área, se debe llevar un control de temperatura y humedad en el almacén que permita la conservación adecuada del producto.

- No sobrellenar los refrigeradores, porque dificultan la limpieza y obstaculizan la circulación de aire frío.
- Guardar los alimentos ácidos en vasijas de peltre, vidrio, o porcelana, nunca en vasijas de aluminio o cobre.
- No conservar en refrigeración alimentos calientes, pues esto eleva la temperatura interna del refrigerador, lo que estimula el crecimiento bacteriano.
- Inspeccionar, rotular y fechar los alimentos que se almacenen. Emplear el método PEPS de rotación de mercancía: Primeras Entradas Primeras Salidas.
- Evitar abrir las puertas del refrigerador más de lo necesario y cerrarlas cuanto antes. La puerta del refrigerador abierta supone la elevación de la temperatura interna, lo que estimula el crecimiento bacteriano, la contaminación y la alteración del alimento (Martínez, 2008) como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 2.** Almacenamiento de alimentos en frío (FDA, 2018).

<b>Producto</b>	<b>Refrigerador</b>
<b>Huevos</b>	
Frescos con cascara	3 a 5 semanas
Yemas y claras crudas	2 a 4 días
Duros	1 semana
Huevos pasteurizados líquidos o sustitutos de huevos:	
Abiertos	3 días
Cerrados	10 días
<b>Comidas listas para calentar, guisos congelados</b>	
Mantenerlos congelados hasta el momento de calentarlos	3 a 4 días
<b>Productos de fiambrería y envasados al vacío</b>	
Ensaladas con huevos, pollo, atún, jamón, macarrones preparadas en la tienda (o en el hogar)	3 a 5 días
Chuletas de cerdo y de cordero prerrellenas, pechugas de pollo rellenas c/aderezo	1 día
Comidas rápidas preparadas en la tienda	3 a 4 días
Comidas envasadas al vacío de marcas comerciales con sello	2 semanas
<b>Hamburguesas, carne molida y carne para guiso crudas</b>	
Hamburguesas y carne para guiso	1 a 2 días
Pavo, ternera, cerdo y cornero molidos	1 a 2 días
<b>Jamón, carne de res en conserva</b>	
Jamón, carne de res en conserva	5 a 7 días
Carne de res en conserva en bolsa en escabeche	
Jamón en lata con etiqueta "Mantener refrigerado"	6 a 9 meses
Cerrado	
Abierto	3 a 5 días
Jamón bien cocido, entero	7 días
Jamón bien cocido, mitad	3 a 5 días
Jamón bien cocido, rebanadas	3 a 4 días
<b>Salchichas y fiambres (en envoltorio para congelador)</b>	
Salchichas	1 semana
Envase abierto	
Envase cerrado	2 semanas
Fiambres	3 a 5 días
Envase abierto	
Envase cerrado	2 semanas
<b>Sopas y guisos</b>	

Con verdura o carne de res y mezclas de estos alimentos	3 a 4 días
<b>Tocino y salchichas</b>	
Tocino	7 días
Salchichas, carne cruda de cerdo, res, pollo o pavo	1 a 2 días
Salchichas ahumadas para desayuno, hamburguesas	7 días
<b>Carne de res fresca (ternera, cordero y cerdo)</b>	
Bistecs	3 a 5 días
Chuletas	3 a 5 días
Carne para asar	3 a 5 días
Interiores (lengua, riñones, hígado, corazón, tripas)	1 a 2 días
<b>Sobras de carne de res</b>	
Carne de res cocida y platos de carne de res	3 a 4 días
Salsa y caldo de carne	1 a 2 días
<b>Carne de pollo fresca</b>	
Pollo o Pavo, entero	1 a 2 días
Pollo o Pavo, presas	1 a 2 días
Menudos	1 a 2 días
<b>Sobras de pollo cocido</b>	
Pollo frito	3 a 4 días
Platos de pollo cocido	3 a 4 días
En trozos, sin condimentos	3 a 4 días
Trozos cubiertos con caldo, salsa	3 a 4 días
Trocitos de pollo, hamburguesas de pollo	3 a 4 días
<b>Pescados y mariscos</b>	
Pescados magros	1 a 2 días
Pescados grasos	1 a 2 días
Pescado cocido	3 a 4 días
Pescado ahumado	14 días
Camarones, ostiones, langosta y calamares frescos	1 a 2 días
Pescados enlatados (Productos de despensa, 5 años)	Después de abrir 3 a 4 días

## **2.9 Organización en Refrigerado.**

Carnes crudas.

Congelación: Etiquetar y envolver en plástico la carne que sea deseada conservar por más tiempo, colocarla en el congelador. Una vez descongelada ya no puede volver a congelarse ya que esto puede provocar crecimiento bacteriano y que la carne no sea apta para su consumo.

Refrigeración: La carne en refrigeración debe colocarse en los estantes inferiores, nunca arriba de un alimento preparado, se recomienda colocar arriba del cajón de verduras y frutas.

Frutas y verduras.

Cuando no han sido lavadas o desinfectadas se recomienda colocarlas en los cajones inferiores donde hay mayor humedad, esto permite que se conserven frescas por más tiempo.

Condimentos y aderezos.

Los condimentos y aderezos no requieren temperaturas tan bajas para su conservación, por lo que se pueden colocar en la puerta.

Lácteos y huevo.

Se recomienda que los lácteos y el huevo se coloquen en los estantes medios del refrigerador, no pegados a la puerta ya que requieren temperaturas más bajas para su conservación.

Bebidas.

Las bebidas usualmente no requieren temperaturas tan bajas por lo que se pueden almacenar en la puerta del refrigerador, esto las mantendrá frescas.

Carnes frías y quesos.

Pueden estar en los estantes superiores o en la puerta ya que no requieren temperaturas tan bajas como otros alimentos (Dietetics, 2013)., ver Figura 7.



**Figura 7.** Organización de alimentos dentro del refrigeración.

## 2.10 Zona de Peligro.

La zona de peligro es el rango de temperaturas en el que los microorganismos crecen rápidamente y algunas veces alcanzan niveles que pueden enfermar a las personas. El control de temperatura es un componente clave de seguridad para los alimentos (USDA, 2016). La Zona Peligrosa (Figura 8) está entre las temperaturas 41°F y 140°F (5°C y 60°C). Dentro de estas temperaturas, los microbios se reproducen rápidamente.



**Figura 8.** Muestra de la zona de peligro.

Por debajo de 5 °C, su crecimiento es más lento; por encima de 60 °C, las bacterias se eliminan. Debe tenerse en cuenta que bacterias como Salmonella, E. coli O157:H7 y Campylobacter tienen una temperatura óptima de crecimiento de unos 37 °C. Se calcula que, si un alimento se mantiene en esta zona de dos a cuatro horas, el riesgo de intoxicación aumenta (Chavarrías M. , 2014).

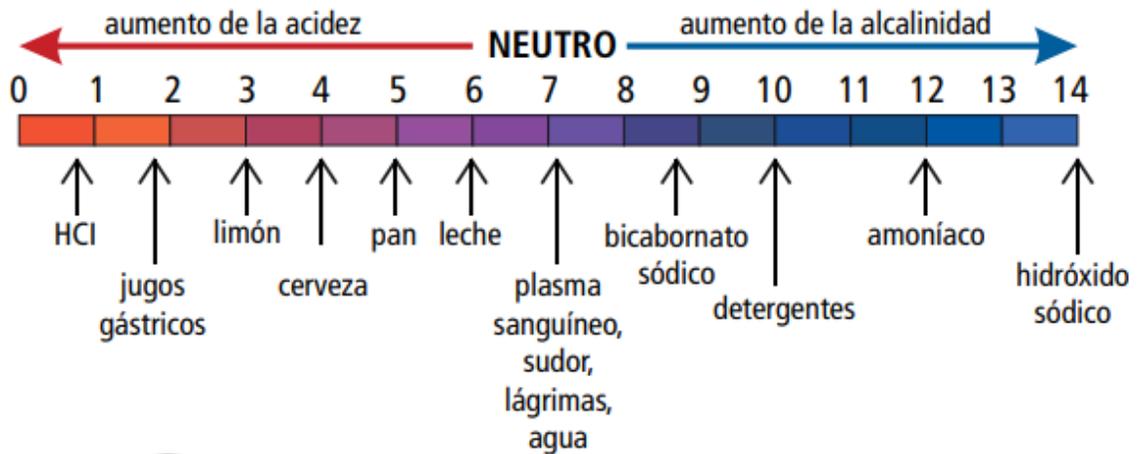
## **2.11 Factores que favorecen y desfavorecen la reproducción de microorganismos.**

### 2.11.1 Factores que favorecen su reproducción.

- **Nutrientes:** Proteínas. Los alimentos ricos en nutrientes, como, por ejemplo: La leche, la carne, las cremas, los huevos y los productos de cada uno de estos, son más propensos a contaminación ya que por su alto valor nutritivo también sirven de alimento a los microorganismos.
- **Agua:** Indispensable para la vida de las bacterias. Alimentos como leche, mayonesa, cremas tienen una combinación alta de agua y nutrientes.
- **Temperatura:** Las bacterias se pueden clasificar en psicrófilas, termófilas, y mesófilas en función de su temperatura óptima de reproducción. Las bacterias mesófilas alcanzan su mayor reproducción a temperaturas cercanas al cuerpo humano, por lo tanto, debemos seguir ciertas pautas para evitar su multiplicación.
- **Oxígeno:** La gran mayoría de las bacterias necesitan de aire para sobrevivir, pero algunas se reproducen en ambientes sin oxígeno (anaeróbicas), con lo cual, pueden crecer fácilmente en algunos alimentos, como, por ejemplo: trozos voluminosos de carne.
- **Tiempo:** Una bacteria en condiciones ideales es capaz de duplicar su número en solo 20 minutos.

### 2.11.2 Factores que desfavorecen su reproducción.

• Acidez: Las bacterias crecen fácilmente sobre alimentos poco ácidos como son la gran mayoría de los alimentos que habitualmente preparamos. Ejemplo: pescado, carne, pollo, etc., ver Figura 9.



**Figura 9.** Escala neutro de alimentación.

• Azúcar: Alimentos con altos contenidos de azúcar desfavorecen la reproducción de microorganismos, ya que el azúcar disminuye el agua disponible en el alimento. Ejemplo: mermeladas, dulce de leche, etc.

• Sal: Alimentos con alto contenido de sal origina una disminución del agua disponible para las bacterias y por lo tanto son poco favorables a la reproducción, por ejemplo, el pescado salado (FAO, OMS, & OPS, 2016).

## 2.12 Estrategias con Luz (UV).

### 2.12.1 Luz ultravioleta (UV).

La luz ultravioleta pertenece al espectro electromagnético, esto se refiere a que la longitud de onda de esta energía es menor que la de la luz visible y mayor que la de los rayos X; esta longitud de onda se encuentra en un rango de entre los 200 a 400 nanómetros ( $\text{nm} = 10^{-9}$  metros), por lo que la luz UV es invisible para el ojo humano (Bonilla, 2018).

A razón de lo anterior, la luz UV se subdivide en las bandas que se muestran en la siguiente figura (Figura 10):

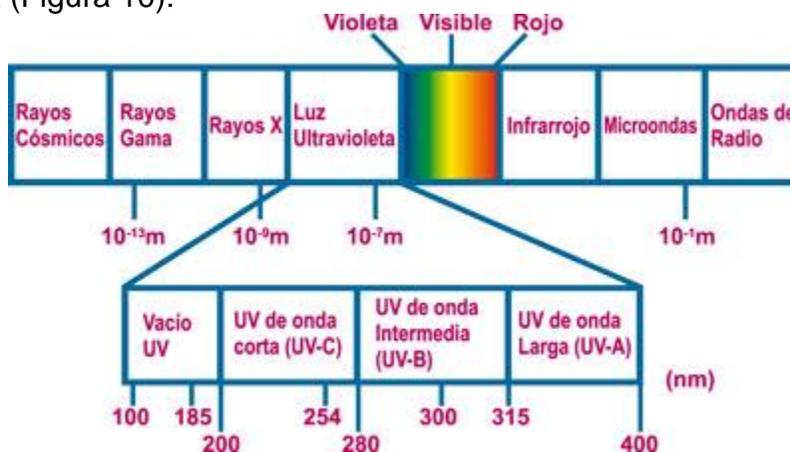


Figura 10. La luz UV se subdivide en: UVA, UVB y UVC.

Las características principales de la clasificación anterior son:

- **UVA o de onda larga de 400 a 315 nm:** Es la que se encuentra más abundantemente en la luz solar; causa el bronceo y las arrugas en la piel.
- **UVB o de longitud intermedia de 315 a 280 nm:** Es la que causa el enrojecimiento y el cáncer en la piel.
- **UVC o de onda corta de 280 a 200 nm:** Es la que más efectividad tiene en el uso germicida, pero a diferencia de las dos anteriores, esta no penetra a la superficie de la tierra (Bonilla, 2018).

### 2.12.2 Utilización de la luz UV.

En la actualidad, la luz UV tiene una aplicación muy difundida en el aire acondicionado, la cual es con propósitos germicidas, ya que, de una forma muy concreta, dicha aplicación se centra en los serpentines de enfriamiento, lo cual significa que la luz UV se utiliza para mantenerlos limpios y libres de algas u hongos, lo cual ayuda en mantener la eficiencia térmica de los serpentines y además de esta manera se evita el uso de germicidas en las charolas de condensados (Bonilla, 2018).

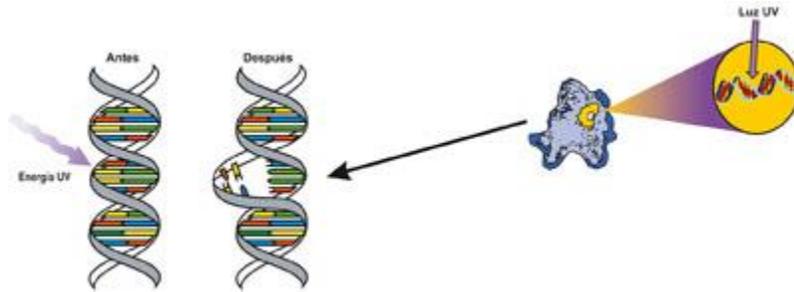
Un uso muy importante de la luz UV y que no es tan conocido, es la eliminación de la carga biológica del aire, esto quiere decir, que la irradiación ultravioleta es capaz de eliminar los microorganismos que son aerotransportados. Para poder lograr todo esto, es necesario llegar a determinar cuáles microorganismos son y en qué cantidades se encuentran, esto permite lograr determinar la dosis de radiación necesaria que se requiere.

Se puede utilizar también la luz UV como un auxiliar en el tratamiento o eliminación de malos olores, para lo cual se usan lámparas de luz UV que generan ozono, el cual es inyectado en el sistema de aire acondicionado, el aspecto más importante a considerar en esta aplicación es la cantidad de ozono que se va a producir, ya que no se debe de rebasar los límites de exposición que están establecidos en la NOM-020-SSAI 1993, porque de lo contrario, se pondría en riesgo la salud de los usuarios u ocupantes. Esta misma tecnología se llega a utilizar para la dilución de algunos contaminantes (Bonilla, 2018).

Existe también una nueva tecnología la cual permite combinar el ozono generado por la lámpara con el agua que está contenida en el aire (humedad), generando moléculas súper-oxidantes que representan un menor riesgo que el ozono y estas funcionan a partir de que son inyectadas a las áreas que deben de ser tratadas, oxidando de esta manera las moléculas de los contaminantes. El proceso, el cual es utilizado por esta tecnología es conocido como Foto Hidro Ionización o PHI (por sus siglas en inglés), la cual básicamente es una fotocatalización, en donde el componente lumínico es la luz UV (Bonilla, 2018).

### 2.12.3 La función germicida de la luz UV.

La luz UV es una forma de energía que se transmite o viaja en forma de fotones, lo cual significa que para que funcione como germicida, es necesario que el microorganismo sea iluminado o irradiado por los fotones de la luz UV, es decir, debe de ser expuesto al haz de luz UV (Fig. 11) (Bonilla, 2018).



**Figura 11.** La longitud de onda de la luz UV permite penetrar y destruir la estructura del DNA del microorganismo.

Este tipo de luz UV-C tiene una longitud de onda bastante específica de 254 nm, y esto es precisamente lo que le permite penetrar la pared que protege la información genética del microorganismo y así romper su estructura del DNA (Bonilla, 2018).

La forma más común de daño es la destrucción de la timina (una de las cuatro bases nitrogenadas que forman parte del ADN), haciendo que se funda con alguna de las otras bases del DNA, produciendo de esta manera un abultamiento en la escalera, haciendo que las moléculas de DNA no funcionen de manera correcta, inutilizando al microorganismo o virus (Bonilla, 2018).

#### 2.12.4 La luz ultravioleta en la conservación de los alimentos.

Para lograr la inactivación microbiana, la exposición a la radiación UV debe de ser al menos de 400 J/m<sup>2</sup> en toda la superficie del producto. La radiación emitida se mide en Watts (W) y la intensidad de la radiación se mide en W/m<sup>2</sup>. Para una desinfección eficaz es importante que se conozca la dosis de radiación necesaria para poder reducir la carga del microorganismo, la cual es el producto entre la intensidad de la radiación (I), expresada como energía por unidad de área y el tiempo de residencia o contacto con la luz UV (t) en segundos. La dosis (D) se mide en J/m<sup>2</sup> (1 Joule = 1 Watt x segundo):

$$D(J/m^2) = I(W/m^2) \times t(s) \quad (1)$$

También suele expresarse en

$$mJ/cm^2 = \mu W s/cm^2 \quad (2)$$

La resistencia que tienen los organismos a la luz ultravioleta es variada. El ambiente en el que se encuentran también influye en la dosis necesaria para su destrucción. La relación entre la dosis y la destrucción de un microorganismo por tratamiento con luz UV puede verse de la siguiente forma:

$$N = N_0 e^{-KD} \quad (3)$$

Donde:

$N_0$  = número inicial de microorganismos.

$N$  = Número de microorganismos después del tratamiento.

$e$  = error de estimación

$K$  = Constante de velocidad de inactivación.

$D$  = Dosis.

Según la relación anterior, si se duplica la dosis aplicada, la destrucción de microorganismos aumentará en un factor de 10. Por lo tanto, al duplicar la dosis requerida para la destrucción del 90 %, se reducirá el 99 % de los microorganismos. Si se triplica la dosis, la reducción producida será de 99 %, y así sucesivamente (Domínguez & Parzanese, 2011, págs. 71-76).

En la Tabla 3, se muestran los valores de requerimientos de dosis para la destrucción del 90% de algunos microorganismos:

**Tabla 3.** Valores de requerimientos de dosis para la destrucción del 90 % de algunos microorganismos.

<b>Especies</b>	<b>Dosis (mJ/cm<sup>2</sup>)</b>
<i>Bacillus subtilis (espora)</i>	12.0
<i>Clostridium tetani</i>	4.9
<i>Legionella Pneumophilla</i>	2.04
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5.5
<i>Streptococcus feacalis</i>	4.5
<i>Hepatitis A virus</i>	11.0
<i>Hepatitis Poliovirus</i>	12.0
<i>Saccharomyces cervisiae</i>	6.0
<i>Infectious pancreatic necrosis</i>	60.0
Dosis mJ/cm <sup>2</sup>	Reducción en el número de microorganismos vivos
5.4	90.0 %
10.8	99.0 %
16.2	99.9 %
21.6	99.99 %
27.0	99.999 %

El efecto germicida que tiene la irradiación UV-C se ha empleado en diferentes alimentos como un método de desinfección superficial a temperatura ambiente, el cual no deja residuos en el producto, por lo que se considera como una buena alternativa para la conservación de los alimentos. Su utilización a dosis bajas ha llegado a tener éxito en la desinfección de frutas y hortalizas. Algunos de los efectos benéficos atribuidos a la irradiación UV-C son: inducción de mecanismos de defensa (síntesis de fitoalexinas), los cuales se relacionan de manera positiva con la resistencia a diferentes patógenos y con la reducción de desórdenes fisiológicos que ocurren durante el almacenamiento en frío; capacidad de mejorar las propiedades nutraceuticas, debido al incremento en los niveles de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante; e inactivación de enzimas relacionadas con los procesos de maduración y senescencia. Debido al bajo costo y fácil aplicación de la irradiación UV-C, esta es una buena alternativa para la conservación de frutas y hortalizas. La aplicación de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas ha resultado como un sistema efectivo para prolongar la vida útil de estos productos, pues este tipo de irradiación es letal para la mayoría de microorganismos (Rivera, Gardea, Martínez, Rivera, & González, 2007, págs. 361-372).

## 2.13 Elementos eléctricos-electrónicos utilizados en el sistema mecatrónico de purificación del aire al interior del refrigerador.

### 2.13.1 Arduino.

Arduino es una plataforma de electrónica abierta que se usa para la creación de prototipos, la cual está basada en software y hardware libres. Con Arduino (Fig. 12) se puede tomar información del entorno, conectando sensores a través de sus pines de entrada y actuar controlando luces, motores y otros actuadores (Loureiro & Pujol, 2017).

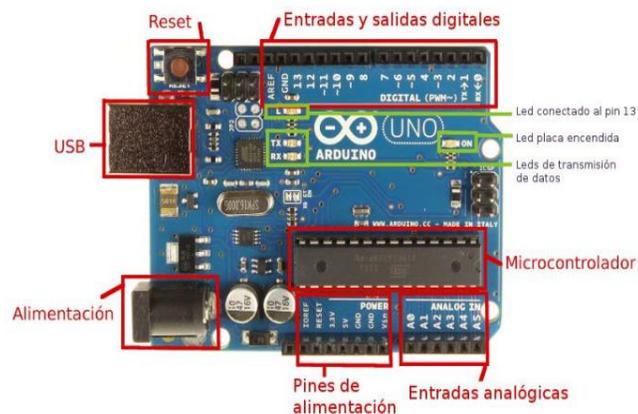
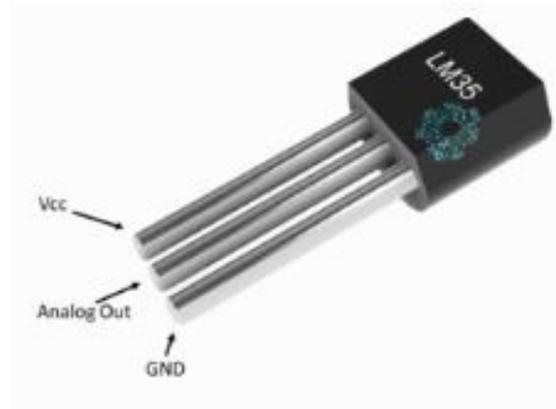


Figura 12. Descripción de la placa Arduino UNO.

### 2.13.2 Sensor de temperatura analógico LM35.

El sensor de temperatura analógico LM35 (Fig. 13), es un sensor analógico que está calibrado directamente en grados Celsius, a diferencia de otros dispositivos electrónicos como por ejemplo los termistores, en donde la temperatura se determina por la variación de su resistencia eléctrica, el sensor LM35 proporciona una salida de voltaje proporcional a la temperatura. Este sensor cuenta con una precisión de  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , su rango de medición abarca desde los  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta los  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tiene un comportamiento lineal con la temperatura y su razón de incremento es de  $10\text{ mV}$  por cada grado centígrado. La baja impedancia de salida que presenta, así como su salida lineal y su precisa calibración hacen posible que este sensor analógico sea fácil de utilizar; una de las ventajas que se debe considerar, es que el consumo de corriente es muy bajo (aproximadamente  $60\text{ }\mu\text{A}$ ) y por consecuencia produce un efecto de calentamiento muy reducido (Mecatrónica LATAM, 2018).



**Figura 13.** Sensor de temperatura analógico LM35.

### 2.13.3 Sensor de gases MQ

Los sensores de gases MQ son una familia de dispositivos diseñados para detectar la presencia de distintos componentes químicos que están presentes en el aire. Existe una diversa variedad de sensores MQ, cada uno de los modelos (Tab. 4) está diseñado para detectar una o más sustancias, pues están pensados para un uso específico, como por ejemplo la detección de gases inflamables, calidad del aire o la detección de alcohol en el aire respirado. Los sensores de gases MQ suelen proporcionarse con una placa de medición estándar con el comparador LMC662 o similar, que permite obtener la lectura tanto como un valor analógico, como un valor digital cuando se llega a superar un cierto umbral regulado a través del uso de un potenciómetro ubicado en la placa de medición estándar. Los sensores de gases deben de ser calibrados antes de obtener una medida precisa, además estos sensores están compuestos por un sensor electro-químico que varía su resistencia al estar en contacto con las sustancias (Llamas, 2016).

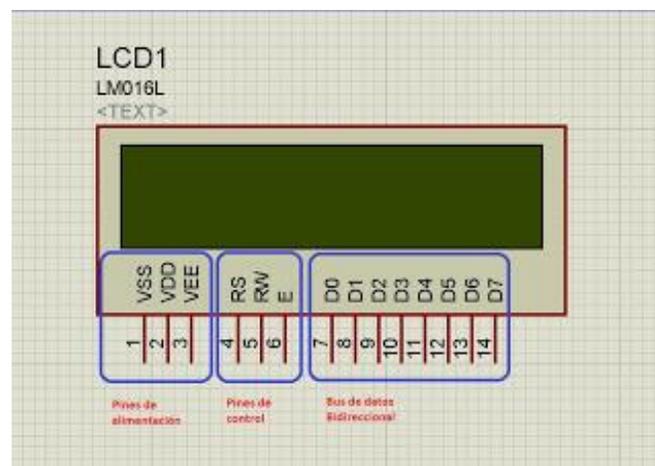
**Tabla 4.** Modelos de sensores de gases MQ disponibles.

<b>Modelo</b>	<b>Sustancias detectadas</b>	<b>Calentador</b>
MQ-2	Metano, butano, GLP, humo	5 V
MQ-3	Alcohol, Etanol, humo	5 V
MQ-303 <sup>a</sup>	Alcohol, etanol, humo	0.9 V
MQ-4	Metano, gas natural comprimido (GNP)	5 V
MQ-5	Gas natural, GLP	5 V
MQ-6	Butano, GLP	5 V
MQ-306 <sup>a</sup>	Butano, GLP	0.9 V
MQ-7	Monóxido de carbono	Alternado 5 V y 1.4 V
MQ-307 <sup>a</sup>	Monóxido de carbono	Alternado 0.2 V y 0.9 V
MQ-8	Hidrógeno	5 V
MQ-9	Monóxido de carbono, gases inflamables	Alternado 5 V y 1.5 V
MQ-309 <sup>a</sup>	Monóxido de carbono, gases inflamables	Alternado 0.2 V y 0.9 V
MQ-131	Ozono	6 V
MQ-135	Benceno, alcohol, humo, calidad del aire	5 V
MQ-136	Ácido sulfhídrico	5 V
MQ-137	Amoniaco	5 V
MQ-138	Benceno, tolueno, alcohol, acetona, propano, formaldeido, hidrógeno	5 V
MQ-214	Metano, gas natural	5 V
MQ-216	Gas natural, gas carbón	6 V
MG-811	Dióxido de carbono	6 V
AQ-104	Calidad del aire *	
AQ-2	Gases inflamables, humo	
AQ-3	Alcohol, Benceno	
AQ-7	Monóxido de carbono	

\* Conviene amplificación

### 2.13.4 Pantalla LCD

La pantalla LCD (Liquid Crystal Display) o pantalla de cristal líquido (Fig. 6), es un dispositivo que se emplea para la visualización de contenidos o información de una manera gráfica, mediante caracteres, símbolos o pequeños dibujos dependiendo del modelo. Está controlada por un microcontrolador, el cual se encarga de dirigir todo su funcionamiento. En el caso de una pantalla LCD de 16x2, se dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una de ellas; los pixeles de cada uno de los símbolos o carácter, varían en función de cada modelo (TodoElectrodo, 2013)., ver Figura 14.



**Figura 14.** Pantalla LCD de 16x2.

### 2.13.5 Teclado matricial

Un teclado matricial es un simple arreglo de botones que están conectados en filas y columnas, de modo que se pueden leer varios botones con el mínimo número de pines requeridos. Por lo que respecta a un teclado matricial 4x4 (Fig. 15), este solamente ocupa 4 líneas de un puerto para las filas y otras 4 líneas para las columnas, de este modo se pueden llegar a leer 16 teclas utilizando solamente 8 líneas de un microcontrolador. Si se asume que todas las columnas y todas las filas, inicialmente están en alto (1 lógico), la pulsación de un botón puede ser detectada al poner cada fila en bajo (0 lógico) y checar cada columna en busca de un cero, si ninguna columna está en bajo entonces el 0 de las filas se recorre hacia la siguiente y así sucesivamente (Cárdenas, 2014).



**Figura 15.** Teclado matricial 4x4.

## CAPÍTULO 3: DESARROLLO

### 3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

#### 3.1.1 Investigación sobre luz ultravioleta en alimentos.

Se realizó varias búsquedas en documentos pdf, tesis, sitios web y videos de Youtube, para adquirir los conocimientos de la luz ultravioleta que hoy en día es esencial en la tecnología, únicamente me concentre en alimentos y agua para conservar en óptimas condiciones y desinfectar cualquier tipo de microorganismo. También haciendo énfasis en que tipos de microorganismos se almacenan en refrigeración y cuanta es la radiación que tienen que recibir con la luz ultravioleta para obtener su eliminación.

#### 3.1.2 Buscar información sobre el desperdicio de alimentos.

Al comprender los beneficios de la luz ultravioleta, se desarrolló varias investigaciones en cuanto y cuáles son los desperdicios de alimentos que se desechan anualmente, basados en FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), además de otros documentos referentes al tema. Por los cuales se obtuvieron tablas de almacenamiento en frío, estimación de porcentajes de desperdicio de alimentos, tipos de alimentos que se desechan frecuentemente, datos y cifras a nivel mundial.

#### 3.1.3 Investigación sobre refrigeración para óptimas condiciones.

En INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), se llevó a cabo información brindada por vía chat por parte de colaboradores de INEGI, para realizar porcentajes de viviendas habitadas con refrigerador en sus hogares.

Además, las condiciones que favorecen y desfavorecen en el desarrollo de microorganismos en refrigeración, zona de peligro de temperatura en los alimentos y como evitar estos errores que se cometen en acomodar los alimentos en los anaqueles.

#### 3.1.4 Desarrollo de marco teórico, introducción, problemática y justificación.

Obteniendo la información mencionada anteriormente, se implementó la estructura y los objetivos del documento en generalidades del proyecto.

#### 3.1.5 Implementación de encuesta y resultados.

Mediante el estudio de mercado se tuvo en cuenta la realización de una encuesta hacia la sociedad para obtener los resultados del dispositivo y así seguir adelante con el proyecto.

#### 3.1.6 Determinación de costos de producción.

Se realizó una cotización de materiales en Electrónica del Centro, y las demás búsquedas fueron físicamente en ferreterías y sitio web de STEREN, además de esto se tuvo en cuenta los costos de la mano de obra que son tres estudiantes de mecatrónica que realizaran el prototipo del dispositivo UV, para así concluir el costo de producción.

#### 3.1.7 Elaboración del boceto del dispositivo UV.

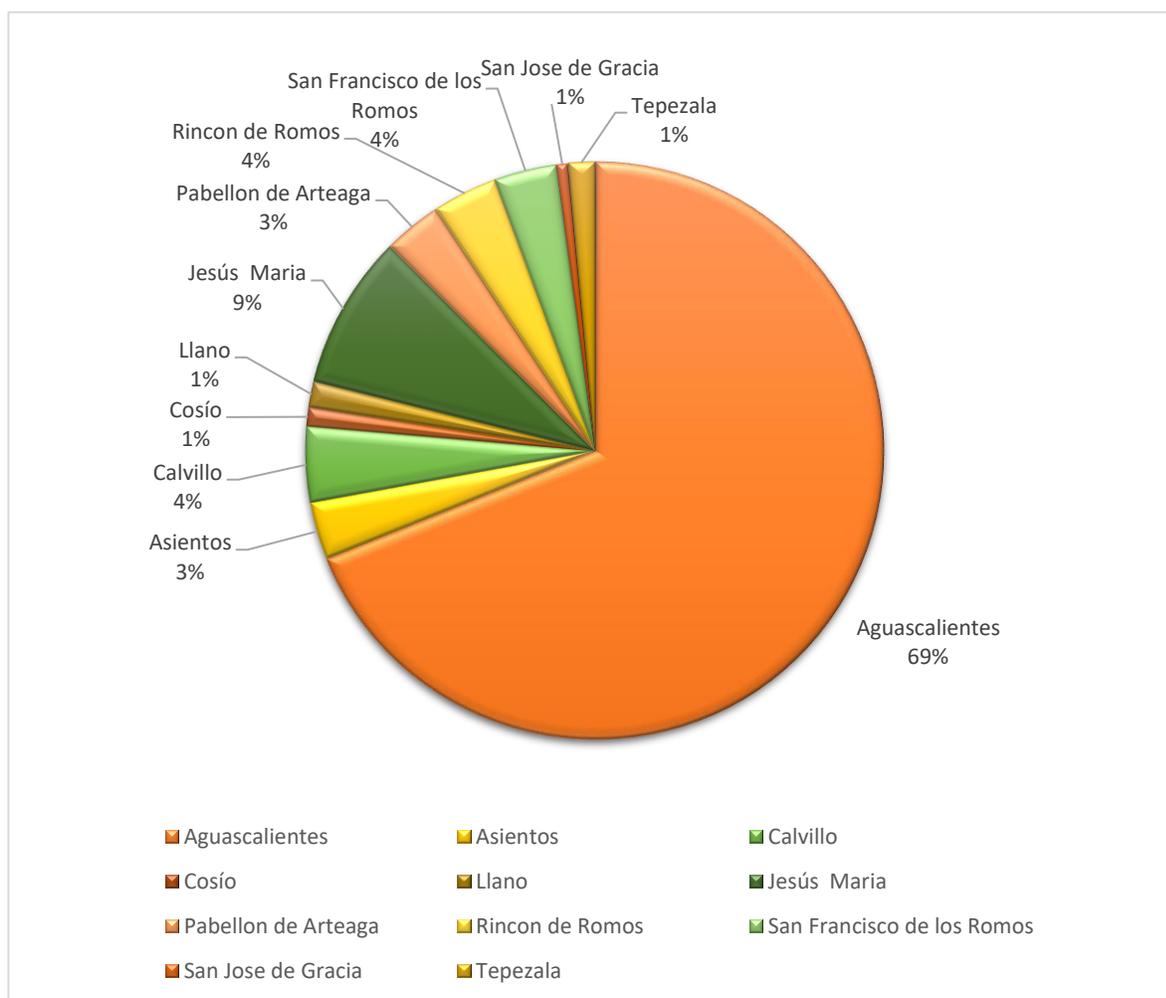
La elaboración del boceto fue realizada por estudiantes de mecatrónica, el diseño fue realizado en SolidWorks, para integrar al refrigerador junto con los elementos que conforman al dispositivo UV.

### **3.2 Desarrollo de Estudio de Mercado.**

En este capítulo se presenta los métodos de investigación que se realizaron para el estudio de mercado.

1. Realización de búsquedas por medio de INEGI 2015, para determinar cuáles viviendas de la población de Aguascalientes cuentan con refrigeradores en sus hogares.
2. Analizar los resultados de estimación de viviendas y población con disponibilidad de refrigerador en el hogar, para realizar gráficas por medio de los resultados obtenidos de INEGI 2015.
3. Desarrollo de fórmula del tamaño de muestra, mediante los resultados de viviendas en los municipios de Aguascalientes.
4. Determinación del tamaño de muestra, para así obtener el número de encuestas.
5. Desarrollo de encuesta por formulario Drive.
6. Aplicar a la sociedad el formulario Drive, por vía electrónica, Facebook, y WhatsApp.
7. Resultados obtenidos para la estructura del estudio de mercado.
8. Desarrollo de análisis e interpretación de los datos obtenidos del resultado del análisis y las conclusiones de la investigación se concreta en la toma de decisiones sobre si entrar en el sector de mercado.

### 3.2.1 Porcentaje en viviendas de los municipios de Aguascalientes.

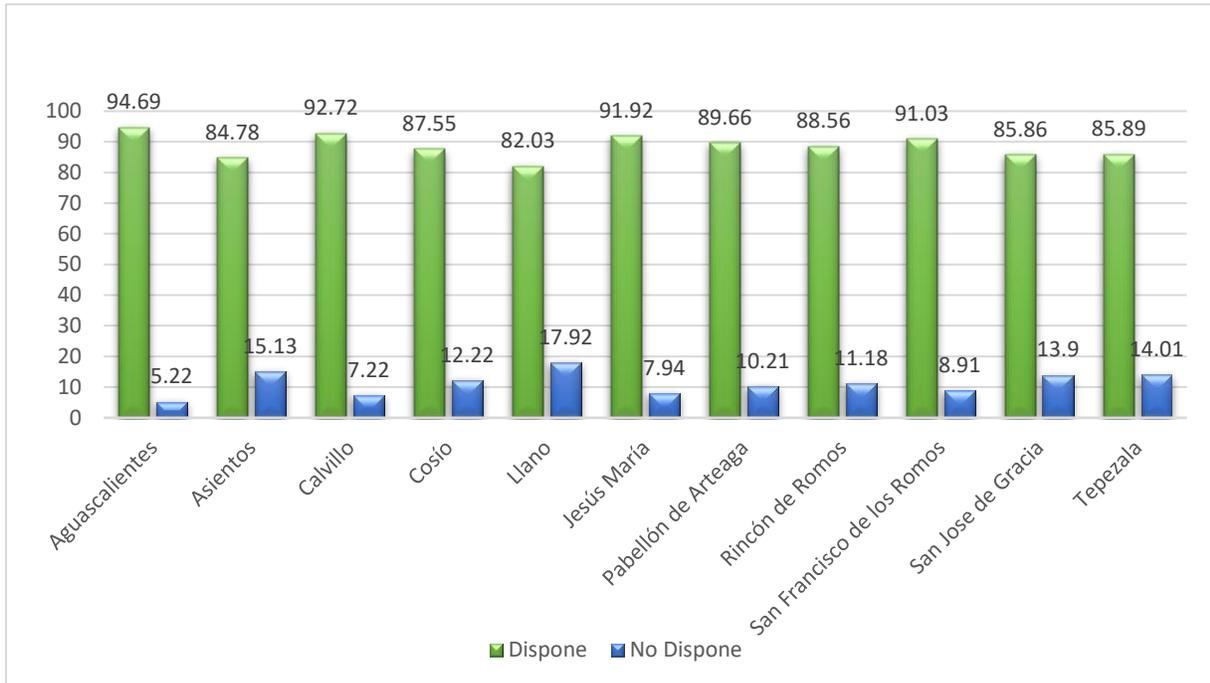


**Figura 16.** Viviendas particulares habitadas en los municipios de Aguascalientes.

**Fuente:** INEGI 2015

En Aguascalientes y sus municipios existen 334,252 viviendas. Aqs es el mayor rango con un 69% y menor 1% en San José de Gracia, el Llano y Cosío con familias u otro grupo de personas, con sin vínculos familiares pero que viven juntas o bajo régimen familiar, o por una persona que vive sola (INEGI, 2015)., Ver Figura 16.

3.2.2 Porcentaje de hogares con refrigerador, en el Estado de Aguascalientes, por municipio.



**Figura 17.** Disponibilidad de Refrigeradores en los municipios de Aguascalientes.

**Fuente:** INEGI 2015.

En la (Figura 17), se aprecia que en el 2015 se estima la mayor parte de los municipios de Ags., dispone de refrigeradores en sus hogares entre 82% y 95% según datos del INEGI.

3.2.3 Recolección de Información.

Para comprobar que existe una necesidad de instalar dispositivos electrónicos que permitan extender la vida de los alimentos dentro del refrigerador, se diseñó una encuesta de preguntas abiertas y cerradas como instrumento de medición capturado en formularios de google drive para facilitar su contestación.

A través de este formulario Drive se realizó 19 preguntas específicas, obteniendo del tamaño de la muestra para adquirir la cantidad de cuestionarios a aplicar. Para el levantamiento de la información el método utilizado fue el correo electrónico e invitaciones por medio de Facebook y WhatsApp, además de esto especifica la finalidad de la realización de este cuestionario.

### 3.2.4 Tamaño de la muestra poblaciones finitas.

El total de viviendas particulares habitadas en el Estado de Aguascalientes, hasta el 2015 fueron 334,252 que cuentan refrigeradores. Mediante (Bolaños, 2012) determino el tamaño de muestra finita para obtener el grado de precisión de estudio.

$$n = \frac{N*Z_a^2*p*q}{e^2*(N-1)+Z_a^2*p*q} \quad (4)$$

Donde:

n= Tamaño de muestra buscando.

N= Total de la población o Universo.

$Z_a$ = Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza.

p= Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito).

q= (1 – p) Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

e= Error de estimación máximo aceptado.

$$n = \frac{334,252*1.96^2*0.7*0.3}{0.1^2*(334,252-1)+1.96^2*0.7*0.3} = 81 \quad (5)$$

La estimación de viviendas particulares habitadas en los municipios de Aguascalientes es 81 encuestas con un nivel de confianza del 95%. Este resultado es el número de encuestas para conocer las condiciones de sus alimentos en los refrigeradores y si están dispuestos a utilizar la Luz Ultravioleta.

### 3.2.5 Diseño del cuestionario para la población.

A continuación, se muestra la estructura del cuestionario realizado a los clientes potenciales:



#### **Evaluación de la preservación de alimentos en el hogar.**

Esta encuesta es para identificar el manejo que se tiene en la conservación de alimentos en la parte de abajo del refrigerador, tratando de reducir las cantidades en el desperdicio de alimentos.

Instrucciones. Contesta las preguntas de manera honesta:

1.- ¿Cuentas con un refrigerador en tu hogar?

- Sí
- No

2.- ¿Te gustaría extender el tiempo de vida de tus alimentos que almacenas en el refrigerador?

- Si
- No
- Tal vez

### 3.- ¿Por qué es importante conservar los alimentos en óptimas condiciones?



- Se mantienen los nutrientes y componentes indispensables para conservar la salud del organismo



- Mas frescos por más tiempo



- Evitar que sean atacadas por microorganismos que originan la descomposición

- Otros



- Retrasan los cambios que los envejecen

4.- ¿Por qué consideras que se descomponen tus alimentos?



○ Bacterias del medio ambiente



○ Parásitos de los propios alimentos



○ Exceso de temperatura,  
humedad, luz y oxígeno



○ Tiempo

○ Otros

5.- El comer alimentos que llevan demasiado tiempo en tu refrigerador, te ha generado alguno o algunos de los siguientes síntomas:



- Malestares estomacales



- Incomodidad física



- Alergias
- Otros



- Ninguna

6.- ¿Conoce algún método casero o con tecnología que ayude a la conservación de alimentos dentro del refrigerador?

- Sí
- No

7.- Menciona alguno:

---

8.- ¿Cuánto tiempo conserva tus alimentos en el refrigerador (no congelador)?

- 1 – 5 días
- 6 – 10 días
- 11 – 15 días
- Más de 15 días

9.- ¿Qué porción de los alimentos que guardas en el refrigerador se desperdicia semanalmente?

- Menos de ½ kg
- ½ kg
- Más de ½ kg

10.- ¿Qué tipos de alimentos se desperdician con mayor frecuencia?



- Frutas y verduras



- Carne y pescado



- Huevo y lácteos



- Comida preparada

11.- ¿Si existiera una opción (dispositivo) para que tus alimentos se conservarían por más tiempo en tu refrigerador lo adquirirías?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

12.- ¿Has escuchado sobre luz ultravioleta (UV)?

- Sí
- No
- Tal vez

13.- Sabías que una de las ventajas que presenta la luz ultravioleta es que no afecta los alimentos, sino mata y evita que los microorganismos se desarrollen tratando de que los demás alimentos no se contaminen. ¿Tiene conocimiento sobre esta información?

- Sí
- No
- Tal vez

14.- Si este dispositivo te ayuda a desperdiciar menos cantidad de alimentos ¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por un dispositivo de estos?

- Menos de \$300
- De \$301 a \$500
- Más de \$500

15.- El pago del dispositivo te gustaría que fuera:

- Efectivo
- Tarjeta
- Depósitos
- En pagos
- Otros

16.- Te gustaría que el dispositivo fuera:

- Fácil de manejar
- Automático
- Control remoto
- Control manual
- Otros

17.- ¿Dónde le gustaría adquirir el producto?



- Supermercado



- Online



- Tiendas de electrodomésticos

- Otros

18.- Si la opción (dispositivo) tuviera un precio accesible, ¿estarías dispuesto a que la luz UV actúe dentro del refrigerador conservando y extendiendo la vida en anaquel de tus productos?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

19.- ¿Qué tan importante consideras este dispositivo en el mercado?

- Muy importante
- Importante
- Neutral
- Poco importante
- No es importante

### 3.2.6 Trabajo de Campo.

Se aplicaron encuestas por vía electrónica y se envió a 81 personas que cuentan con un refrigerador en sus hogares dentro del estado de Aguascalientes, mediante a esto se obtuvo los resultados esperados para conocer su opinión del dispositivo luz ultravioleta. Para el levantamiento de la información se utilizaron dos medios: Uno aplicando la encuesta de manera personal, directamente a los encuestados y la segunda a través de una invitación vía Facebook, con la liga del formulario con las preguntas anteriores, que fue en la que más respuestas se obtuvo.

A continuación, se mostrarán las respuestas que son más relevantes, ver en Capítulo 3 Apartado de Resultados Estudio de Mercado.

### **3.3 Desarrollo de Estudio Técnico.**

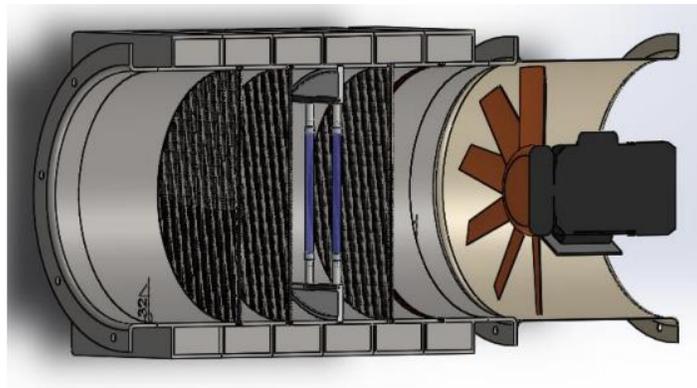
En este apartado se muestra los métodos de investigación para el desarrollo del sistema mecatrónico de purificación de aire al interior de refrigeradores, para así elaborar el boceto de un dispositivo UV para el interior de los refrigeradores.

1. Investigación de trabajos previos al sistema mecatrónico de purificación del aire al interior de refrigeradores, mediante consultas en diversas fuentes de información.
2. Establecimiento de un diseño funcional del prototipo en base a la investigación generada en el punto 1.
3. Desarrollo del diseño propuesto en el punto 2, en SolidWorks.
4. Desarrollo de la programación en la plataforma Arduino, del control de descontaminación al interior del refrigerador.
5. Cotización y adquisición de los materiales necesarios para la construcción del prototipo.
6. Desarrollo de la construcción del prototipo.
7. Realización de pruebas de la propuesta del prototipo realizada en el punto 6 y desarrollo de una segunda propuesta.
8. Desarrollo de la construcción e implementación funcional de la segunda propuesta desarrollada en el punto 7.

### 3.3.1 Diseño mecatrónico de un purificador de aire.

El presente proyecto plantea el diseño mecatrónico de un purificador de aire (Fig. 18) implementado en las salas de urgencia de hospitales, esto para solucionar y mejorar la calidad del aire que circula en las salas de urgencia y sale a la atmosfera proveniente de las mismas, lo cual representa una solución enfocada en la reducción de costos de mantenimiento y el costo total del equipo.

El tratamiento del aire representa un papel bastante importante en la prevención de pandemias, y de manera especial es importante que en los hospitales el aire se trate adecuadamente, pues son espacios donde cientos de personas circulan diariamente, lo que puede poner en riesgo la vida tanto de los pacientes como de los trabajadores. La sala de urgencias es la unidad o el departamento de un hospital más contaminado por la gran cantidad de enfermos y acompañantes que llegan a entrar (una densidad de 2.60 m<sup>2</sup> por persona). Está compuesta por ambientes (salas), los cuales son de atención primaria, trauma y observación (Calle & López, 2015).



**Figura 18.** Diseño físico del purificador de aire.

### 3.3.2 Eficiencia del sistema depurador con tratamiento luz UV para *E. coli* en *Tagelus dombeii* “navajuela” – Bahía de Sechura.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia de un sistema depurador con tratamiento de luz ultravioleta para la eliminación de microorganismos patógenos *Escherichia coli*, en *Tagelus dombeii* “navajuelas”. (Fig. 19).

El tratamiento del agua de mar por medio de luz ultravioleta (UV) podría emplearse tanto en sistemas de circulación abierta como de recirculación. En los sistemas de depuración se han llegado a aplicar con frecuencia lámparas de baja presión, debiendo encontrarse la producción principal de estas lámparas en la región UVC (de 200 a 280 nm; pico de longitud de onda microbicida de 254 nm) que se emplea para la desinfección. La depuración (purificación) es una técnica que se aplica en bastantes partes del mundo para eliminar los contaminantes microbianos de los moluscos bivalvos que estén ligeramente o moderadamente contaminados, poniéndolos en tanques con agua de mar limpia para que puedan llevar a cabo su actividad normal de bombeo durante un periodo de tiempo que pueda variar desde unas horas hasta varios días. Las navajuelas que filtran contaminantes y que son para el consumo humano, causan enfermedades, y esto se remedia por medio de un sistema de depuración cerrada el cual disminuye a niveles considerables la carga microbiana, lo que garantiza la inocuidad de *Tagelus dombeii* (Vegas, 2019).



**Figura 19.** Sistema depurador.

### 3.3.3 Luz ultravioleta para conservar mejor las hortalizas.

Los vegetales son alimentos perecederos que se llegan a deteriorar con una gran facilidad; por lo que, en base a esta problemática, un grupo de investigadores del Centro Tecnológico para la Industria Auxiliar de la Agricultura (TECNOVA) propone una nueva alternativa para evitar la degradación de las hortalizas a través del uso de radiación ultravioleta. Con este hallazgo, no solo se evitaría la podredumbre de estos alimentos, sino que supondría una alternativa a la aplicación de productos químicos, tales como los higienizantes clorados (Gimferrer, 2012).

El presente estudio se ha llevado a cabo con el calabacín y la berenjena, y los resultados que se han obtenido han sido bastante positivos. Además de que se mejora la conservación de estos vegetales, la aplicación de la radiación ultravioleta acelera la capacidad para producir antioxidantes en las hortalizas, esto supone un valor añadido al poder nutricional que ya tienen estos alimentos. Para esta investigación, se ha utilizado luz ultravioleta del tipo C (UV-C), con el fin de desinfectar la superficie de los vegetales, pero también se ha aplicado en frutas y verduras frescas, en productos mínimamente procesados y alimentos de IV gama, los cuales se venden limpios, cortados y envasados, listos para el consumo (Gimferrer, 2012).

### 3.3.4 Equipo UV-C para alimentos sólidos.

Un equipo comercial de radiación UV-C para la desinfección de las superficies de los alimentos es diseñado y producido por Reyco Systems Inc. Este equipo es empleado por la compañía Washington Potato Co. para la elaboración de productos de papa seca y congelada, dichos productos son remanufacturados para la obtención final de sopas, botanas, entre otros. La materia prima llega a la planta generalmente mostrando crecimiento inicial de bacterias coliformes en la superficie, lo cual es indeseable para la compañía. El diseño que tiene el equipo permite procesar cerca de 14,000 libras de producto por hora, cumpliendo con las necesidades de los clientes. Dentro del tambor, que es la parte principal del equipo, se encuentran instaladas 32 lámparas UV-C de mercurio de baja presión, que operan a 60-70 W, y que además dichas lámparas son fabricadas por Steril Aire Inc. y emiten la radiación UV-C germicida necesaria, eliminando, de acuerdo con el fabricante, 99.9 % de la contaminación microbiana que está presente en la superficie de algunos alimentos. Para asegurar la completa desinfección, la radiación UV-C rodea de manera completa a las papas, gracias a que el tambor es giratorio (Gutiérrez, Palou, & López, 2012, pág. 154).

A continuación, se muestra los resultados de la investigación., ver Apartado de Resultados Estudio Técnico.

### **3.4 Desarrollo de Estudio de Costos.**

En la última etapa de estudios de factibilidad son los costos de producción, por los cuales son necesarios para la elaboración del dispositivo. A continuación, se muestra los procedimientos para llevar a cabo este objetivo.

1. Desarrollo sobre la estructura de costos de producción.
2. Investigar con los estudiantes de mecatrónica que materiales y herramientas se implementarán para el diseño del dispositivo.
3. Elaborar un Diagrama de procesos con tiempos
4. Consultar tiendas electrónicas y ferreterías para adquirir cotizaciones o precios netos.
5. Elaborar en Excel los precios de materia prima, mano de obra y gastos indirectos.
6. Desarrollar interpretación a cada concepto.

### 3.4.1 Formato de Estructura de costos.

Se analizó un ejercicio, de Planeación de Tortillas que tiene los costos de producción de materia prima, mano de obra y gastos de fábrica., Ver Figura 20.

CONCEPTO	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNIT.	Costo Total	Costo Semana	Costo Mes
costos diarios						
HARINA	KILOS	44	9.00	396.00	2,772.00	12,038.40
SAL	KILO	0.66	7.00	4.62	32.34	140.45
ROYAL	pieza	0.4	16.50	6.60	46.20	200.64
CONSERVADOR	KILO	0.308	116.00	35.73	250.10	1,086.13
AGUA	GARRAFON	1.1	15.00	16.50	115.50	501.60
GAS	30 KILOS	7.5	20.00	150.00	1,050.00	4,560.00
ELECTRICIDAD	1200 MENSUAL	1	27.63	27.63	193.42	840.00
<b>TOTAL</b>				<b>637.08</b>	<b>4,459.56</b>	<b>19,367.22</b>

CANTIDAD A PRODUCIR	COSTO M.O. Diario	COSTO Semanal	MENSUAL
1 empleado	142.86	1,000.00	4,342.86
1 empleado (Patrón)	214.29	1,500.00	6,514.29
<b>TOTALES</b>	<b>357.14</b>	<b>2,500.00</b>	<b>10,857.14</b>

**Figura 20.** Formato en Excel de Planeación de Tortillas.

### 3.4.2 Costo de producción.

Representa todas las operaciones realizadas desde la adquisición del material, hasta su transformación en artículo de consumo o servicio, integrado por tres elementos o factores que a continuación se menciona.

### 3.4.3 Ejemplo de Materia Prima en Planeación de Tortillas.

En la Materia Prima, requiere 70 kilos de tortillas para esto es necesario contar con todos los materiales para la elaboración de la tortilla, identificando las unidades requeridas, cantidad, precio, además es requerido obtener los costos totales para visualizarlos entre los costos semanales y mensuales, para representar, en términos generales, toda la inversión necesaria para producir y vender un artículo., Ver Tabla 5.

**Tabla 5.** Materia Prima de Tortillas.

<b>Materia prima</b>						
<b>Concepto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total (diarios)</b>	<b>Costo Semanal</b>	<b>Costo Mes</b>
Harina	Kilos	44	9.00	396.00	2,772.00	12,038.40
Sal	Kilo	0.66	7.00	4.62	32.34	140.45
Royal	Pieza	0.4	16.50	6.60	46.20	200.64
Conservador	Kilo	0.308	116.00	35.73	250.10	1,086.13
Agua	Garrafon	1.1	15.00	16.50	115.50	501.60
Gas	30 Kilos	7.5	20.00	150.00	1,050.00	4,560.00
Electricidad	1200mes	1	27.63	27.63	193.42	840.00
<b>Total</b>				637.08	4,459.56	19,367.22

3.4.4 Ejemplo de Mano de Obra en Planeación de Tortillas.

En la (Tabla 6) de Mano de Obra, es necesaria contar con personal para la elaboración de las tortillas. Además de que requiere sueldos para el empleado y el patrón brindando un salario ya sea por día, semanal o mensual.

**Tabla 6.** Mano de Obra de Tortillas.

<b>Mano de Obra</b>			
<b>Cantidad a producir</b>	<b>Diario</b>	<b>Semanal</b>	<b>Mensual</b>
1 empleado	142.86	1,000.00	4,342.86
1 empleado (patrón)	214.29	1,500.00	6,514.29
<b>Total</b>	357.14	2,500.00	10,857.14

### 3.4.5 Ejemplo de Gastos de Fabrica en Planeación de Tortillas.

En los Gastos de Fabrica (Tab. 7) son los elementos necesarios, para la transformación del material, como son: el lugar donde se trabaja, el equipo, las herramientas, la luz y fuerza, papelería, entre otros.

**Tabla 7.** Gastos de Fábrica de tortillas.

<b>Gastos de Fabrica</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Diario</b>	<b>Costo Semanal</b>	<b>Costo Mensual</b>
Bolsas 100 por kilo	0.4	28	196.00	851.20
Renta Local	82.24	82.24	575.66	2,500.00
Agua	4.93	4.93	34.54	150.00
Depreciaciones (maquinaria)	16.80	16.80	117.63	510.83
<b>Total</b>	<b>104.37</b>	<b>131.97</b>	<b>923.82</b>	<b>4,012.03</b>

### 3.4.6 Ejemplo de Inversión de Maquinaria y Equipo.

En la (Tabla 8) Representa la maquinaria y equipo que se utilizarán para la fabricación de las tortillas, incluyendo depreciaciones de un 10%, que equivale al día y mensual, hasta cubrir los gastos por un año.

**Tabla 8.** Maquinaria y equipo tortillas.

<b>Maquinaria y equipo</b>	<b>MOI</b>	<b>%</b>	<b>DPN Anual</b>	<b>DPN Mes</b>	<b>DPN Día</b>
Boleadora	10,000.00	10%	1,000.00	83.33	2.74
Amazadora	10,000.00	10%	1,000.00	83.33	2.74
Máq. Prensa	18,000.00	10%	1,800.00	150.00	4.93
Enfriador	18,000.00	10%	1,800.00	150.00	4.93
Selladora	1,000.00	10%	100.00	8.33	0.27
Báscula	2,300.00	10%	230.00	19.17	0.63
Exhibidor	2,000.00	10%	200.00	16.67	0.55
<b>Totales</b>	<b>61,300.00</b>		<b>6,130.00</b>	<b>510.83</b>	<b>16.80</b>

### 3.4.7 Ejemplo de Costo Variable.

En la (Tabla 9), es un método de análisis, que toma como base el estudio de los gastos en fijos y variables, para aplicar a los costos unitarios solo los gastos variables (material directo, mano de obra directa, y gastos indirectos).

**Tabla 9.** Costo variable en Tortillas.

<b>Costo Variable</b>	<b>Costos Diario</b>	<b>Costo Semanal</b>	<b>Costo Mensual</b>
<b>Totales de MP, MO, GIF</b>	1,126.20	7,883.38	34,236.40
<b>Costo variable de Kilo</b>	16.09		

### 3.4.8 Formula del Costo Unitario.

El costo unitario es la reducción del costo y por ende la obtención de utilidades, lo cual trae consigo la información amplia y oportuna, así como el control de operaciones y de los gastos (Del Rio, 2003).

$$\frac{\text{costo de producción}}{\text{unidades vendidas}} \quad (6)$$

Donde:

Costo de producción: 1,126.20

Unidades vendidas: 70 kilos

$$\frac{1,126.20}{70 \text{ kilos}} = 16.09 \quad (7)$$

El costo de producción por diario entre los 70 kilos da el costo variable por kilo a 16.09.

### 3.4.9 Diagrama de flujo de procesos con tiempos para el dispositivo UV.

En la (Tabla 10), menciona los datos para el desarrollo del dispositivo. Por tal motivo se solicitó a los estudiantes de Mecatrónica que realizaran un diagrama de procesos, para determinar el tiempo que se tarda en ensamblar cada pieza del dispositivo UV, para así obtener el producto terminado., Ver Tabla 11.

**Tabla 10.** Descripción del desarrollo del dispositivo UV.

Ubicación:	Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA)
Concepto:	Dispositivo UV
Actividad:	Ensamblaje de materia prima
Fecha:	05/Noviembre/2019
Marca en negrita el método y tipo apropiados: <u>Método:</u> Presente <b>Propuesto</b> <u>Tipo:</u> Trabajador <b>Material</b> Máquina	

**Tabla 11.** Desarrollo del ensamble del dispositivo UV con material propuesto.

Descripción de los elementos	Símbolo	Tiempos	Observaciones
Elección de los elementos		5 min	
Separación de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos.		5 min	
Transportar todos los elementos al Laboratorio de Iluminación Artificial (LIA)		10 min	
Armado del panel de control del sistema de desinfección, usando herramientas tales como		60 min	Tener en consideración los Data Sheet de los elementos eléctricos-electrónicos para evitar errores de conexión.

desatornilladores, taladro; equipo como el cautín y el multímetro y material como estaño (soldadura) y cinta aislante; lo anterior siendo utilizado solo para el ensamblaje de los elementos.			
Colocación del panel de control del sistema de desinfección en el refrigerador.	○ ➡ △ D □	60 min	
Colocación de la placa con los LED dentro del cilindro.	○ ➡ △ D □	3 min	
Colocación del cilindro dentro del refrigerador.	○ ➡ △ D □	5 min	
Cableado desde el panel de control hasta el cilindro.	○ ➡ △ D □	40 min	
Limpiar los residuos que quedaron dentro del refrigerador después del ensamblaje.	○ ➡ △ D □	5 min	No usar líquidos para la limpieza, para evitar que los circuitos y el cableado se mojen y se produzcan corto circuitos o fallas en los mismos.

### 3.4.10 Resumen de la elaboración del dispositivo.

Para la elaboración del prototipo se llevó a cabo 193 minutos para desarrollar un producto terminado. Dicha elaboración se llevaría a cabo la inspección para escoger los materiales y herramientas necesarias, mientras tanto se demora más en las operaciones para ensamblar las piezas correspondientes, para el transporte vario poco, ya que los materiales y herramientas estarán a la disposición de la mano., Ver Tabla 12.

**Tabla 12.** Resumen del proceso.

<i>Resumen</i>	<i>Propuesto</i>					
	Operación	Transporte	Almacenamiento	Demora	Inspección	Total
Cantidad Total	7	1	0	0	1	9
Tiempo total (min)	178 min	10 min	0 min	0 min	5 min	193 min

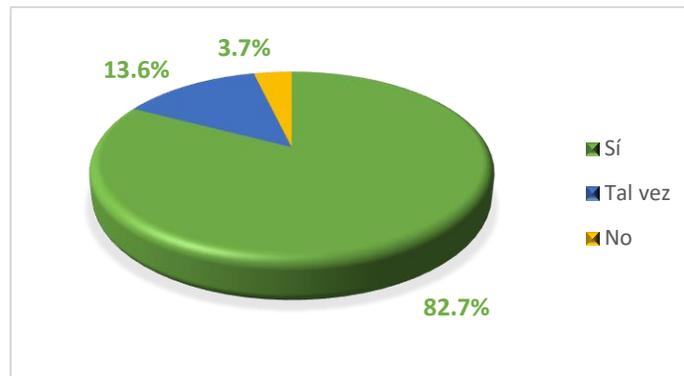
Con este ejemplo se realizaron los costos de producción para el dispositivo UV. Ver en Apartado de Resultados Estudio de Costos.

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS

### 4.1 Estudio de Mercado.

#### 4.1.1 Tabulación.

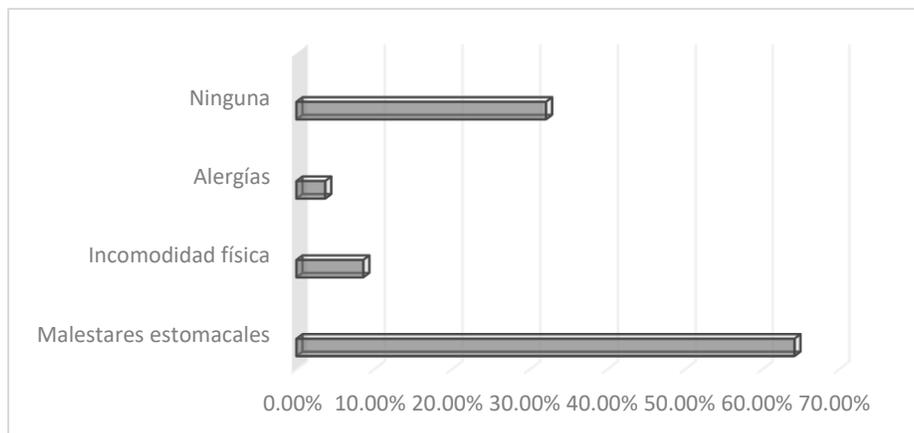
2. Preferencia de las personas para extender el tiempo de vida de los alimentos.



**Figura 21.** Demostración de preferencia para extender el tiempo de los alimentos.

Al 82.7% de los encuestados les gustaría extender el tiempo de sus alimentos, mientras tanto el 13.6% están indecisos y 3.7% no están dispuestos.

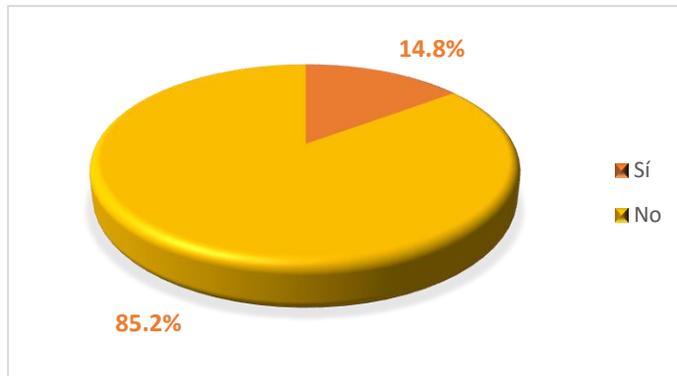
5.- Síntomas causados por comer alimentos con demasiado tiempo de almacenamiento en el refrigerador.



**Figura 22.** Síntomas más comunes por ingerir alimentos con demasiado tiempo en refrigeración.

Al 64.2% han presentado malestares estomacales por ingerir alimentos en mal estado de tiempo en el refrigerador, el 8.6% por incomodidad física, 3.7% por alergias y el 32.1% no presenta ningún síntoma.

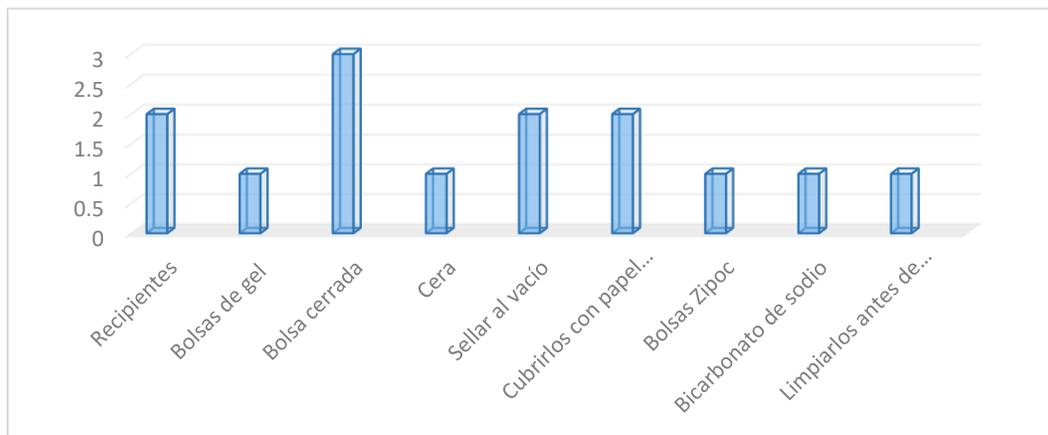
6. Conocimiento de métodos caseros o tecnológicos para conservar los alimentos en refrigeración.



**Figura 23.** Conocimientos de métodos para la conservación alimentaria.

Dentro del rango el 85.2% No, conoce algún método casero para la conservación de alimentos en el refrigerador y el 14.8% asegura conocer y mencionar algunos de los métodos.

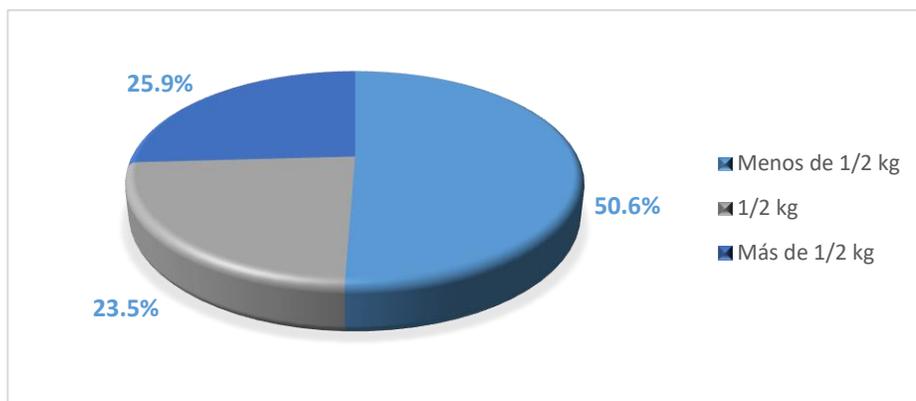
7.- Afirmación de conocer alguno o más métodos para la conservación de alimentos.



**Figura 24.** Métodos caseros para conservar alimentos.

En total fueron 12 respuestas que la mayoría menciona más de uno de los métodos caseros. La mayoría afirmó usar bolsa cerrada, mientras tanto los recipientes, sellar al vacío y cubrirlos con papel aluminio fue la segunda opción más recomendada.

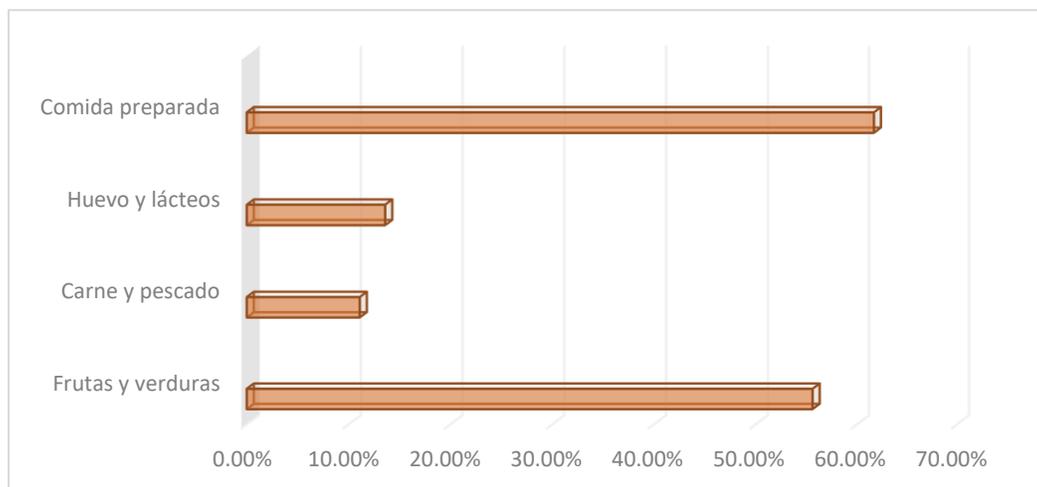
9.- Porciones de alimentos que se desperdician durante el almacenamiento del refrigerador semanalmente.



**Figura 25.** Desperdicios de alimentos semanalmente.

El 50.6% desperdicia semanalmente menos de ½ kg, mientras que la otra mitad de ½ kg, un 23.5% y más de ½ kg representa un 25.9%.

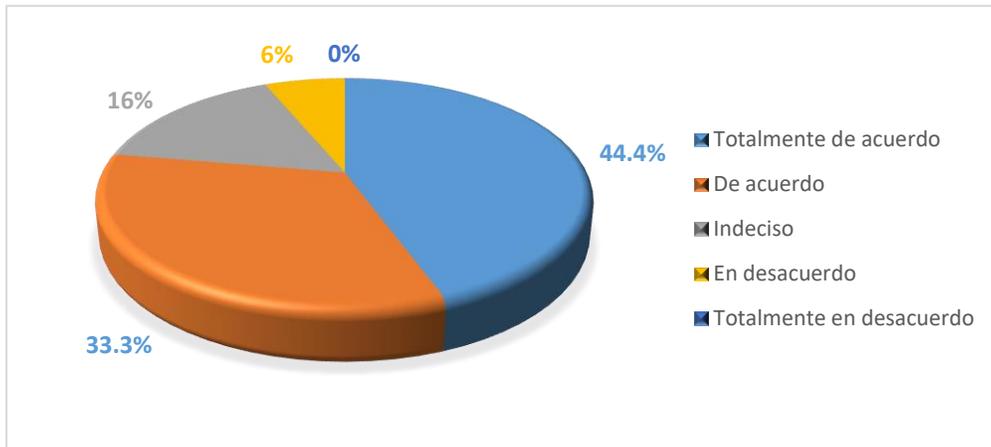
10.- Frecuencia de alimentos desperdiciados con mayor ocurrencia.



**Figura 26.** Alimentos más desperdiciados por la sociedad.

Al 61.7% que se desperdicia con mayor frecuencia es la comida preparada y con un 55.6% frutas y verduras con menor impacto es 11.1% carne y pescado junto con huevo y lácteos 13.6%.

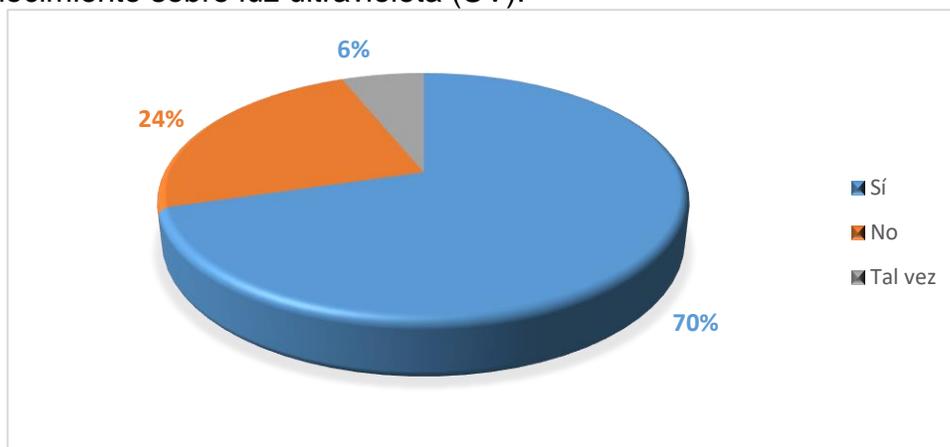
11.- Interés hacia la sociedad por un dispositivo que ayuda conservar alimentos por más tiempo en refrigeradores.



**Figura 27.** Cautivación por un nuevo dispositivo hacia la sociedad.

El 44.4% está a favor de este dispositivo y 33.3% de acuerdo mientras tanto un 16% está indeciso por adquirir el producto y un 6% no se encuentra interesado.

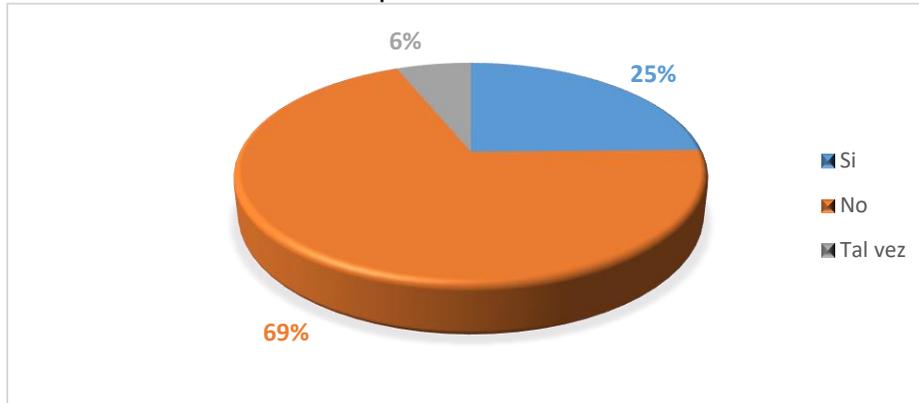
12.- Conocimiento sobre luz ultravioleta (UV).



**Figura 28.** Muestra de conocimiento de la sociedad sobre luz ultravioleta.

Al 70% confirma saber de la luz ultravioleta, mientras que el 24% desconoce sobre este tema y un 6% indeciso.

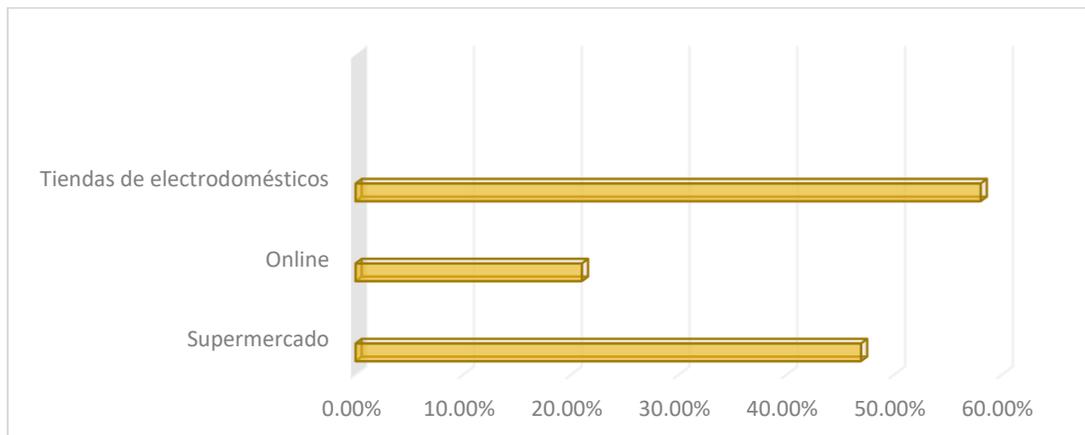
13.- Ventajas con la luz ultravioleta relacionada con los alimentos y conocimiento o desconocimiento sobre este tema en particular.



**Figura 29.** Conocimiento de luz ultravioleta hacia el público en general.

El 69% confirmó no saber las ventajas que ocasiona la luz ultravioleta hacia los alimentos, mientras que el 25% asegura saber sobre este tema y el 6% algo en particular.

17.- Público en general decidiendo el lugar para adquirir el dispositivo.



**Figura 30.** Elección del lugar del dispositivo.

El 58% la mayoría eligió en tiendas de electrodomésticos ya que es más atractivo para su venta, por otro lado, el 46.9% en supermercados y el que tuvo menos impacto fue online con un 21%.

#### 4.1.2 Análisis e interpretación.

La mayoría de las respuestas obtenidas y mediante la realización de las gráficas mostradas con anterioridad indican que la mayoría representa al 77%. de la sociedad le interesa adquirir un dispositivo para la conservación de alimentos dentro de su anaquel, debido al 22% no está conforme de utilizar tecnología en sus refrigeradores.

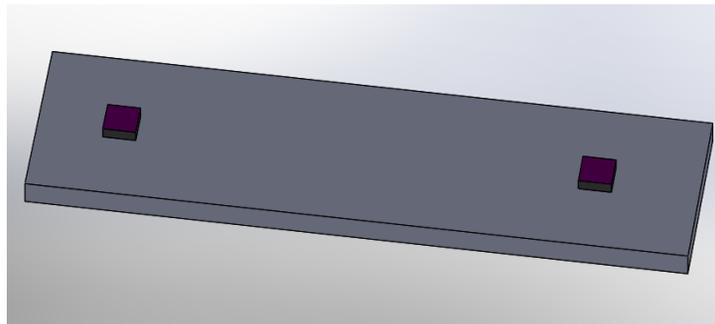
Este dispositivo ayudara a reducir las cantidades de los desperdicios de alimentos que se almacenan dentro del refrigerador. Mientras que no cuenten con este dispositivo se desperdicia semanalmente porciones de alimentos, la sociedad estima un 50% de desperdiciar menos de ½ kg mientras tanto el otro 50% confirmo desechar entre ½ y más de la cantidad, este es un claro ejemplo que con tecnología se puede beneficiar y ayudar a rendir el consumo de alimentos en refrigeración. Además de esto evita síntomas ocasionados por alimentos en mal estado, el 76.5% represento haber tenido malestares estomacales, incomodidad física y alergías.

Brindado conocimiento sobre este aparato se logró entender la eficacia que puede proporcionar ahorrando sus alimentos para que se conserven en refrigeración por más tiempo atrayendo la atención de la sociedad y confiando en este dispositivo.

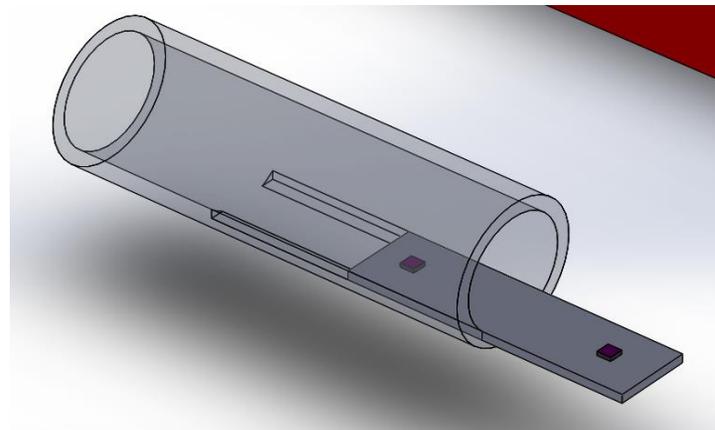
## 4.2 Estudio Técnico.

### 4.2.1 Diseño de la base y compartimiento de los LED UV.

El diseño de la base y compartimiento donde están los LED UV, consistió en primeramente diseñar la base en donde se colocaron dos LED UV (Fig. 31) en ambos extremos superior e inferior respectivamente, y posteriormente se diseñó el compartimiento en donde iría dicha base, para lo cual se diseñó en forma de cilindro (Fig. 32), para que los LED UV estuvieran protegidos.



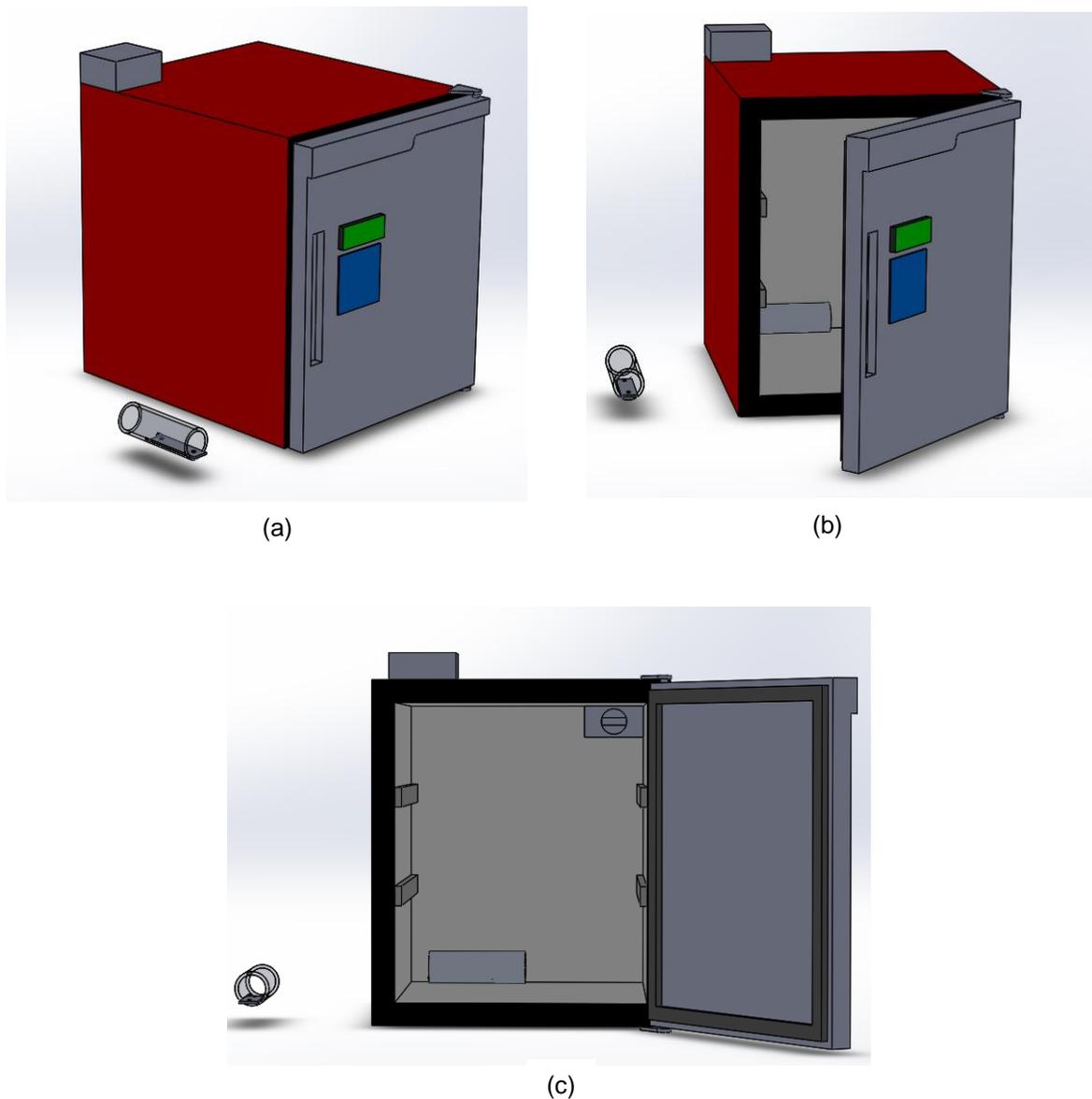
**Figura 31.** Base para los LED UV.



**Figura 32.** Compartimiento para la base con LED UV.

#### 4.2.2 Diseño del refrigerador y del sistema mecatrónico de purificación del aire.

El diseño del sistema mecatrónico de purificación de aire al interior del refrigerador, consistió en desarrollar el diseño en SolidWorks del refrigerador al cual se le ensambló en la puerta el panel de control en donde se mostrará y se seleccionará la dosis de desinfección y se mostrará la temperatura interna del mismo (Fig. 33 (a), (b) y (c)).



**Figura 33.** Diseño del refrigerador y ensamblaje del panel de control.

### 4.2.3 Programación en Arduino y simulación en Proteus

Se realizaron 2 códigos de programación distintos, uno de ellos para establecer la dosis de radiación ultravioleta que se va aplicar según lo que ingrese el usuario (Fig. 34) con su respectiva simulación de funcionamiento en Proteus (Fig. 35 (a) y 35 (b)); mientras que el segundo código de programación fue para medir la temperatura interna del refrigerador, la cual se mostraría en la pantalla LCD (Fig. 36) y así mismo se simuló en Proteus (Fig. 37).



```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
proyecto_desc_refri
int puerta=22, luz=23;
#include<LiquidCrystal_I2C.h>
#include<Keypad.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

const byte ROWS=4;
const byte COLS=4;

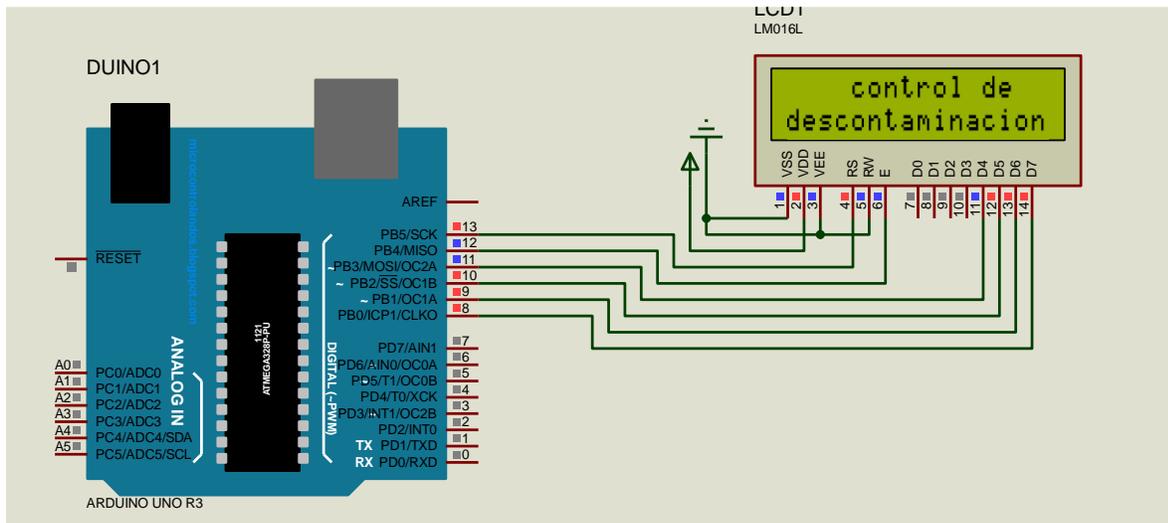
char hexaKeys [ROWS] [COLS] = {
  {'1','2','3','4'},
  {'5','6','7','8'},
  {'9','0','A','B'},
  {'C','D','E','F'}
};
byte rowPins[ROWS] = {3, 2, 1, 0};
byte colPins[COLS] = {7, 6, 5, 4};
Keypad teclado = Keypad( makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);

void setup() {
  pinMode(puerta,INPUT);
  pinMode(luz,OUTPUT);
  digitalWrite(luz,LOW);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("control de");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("descontaminacion");
  delay(5000);
  lcd.clear();
}

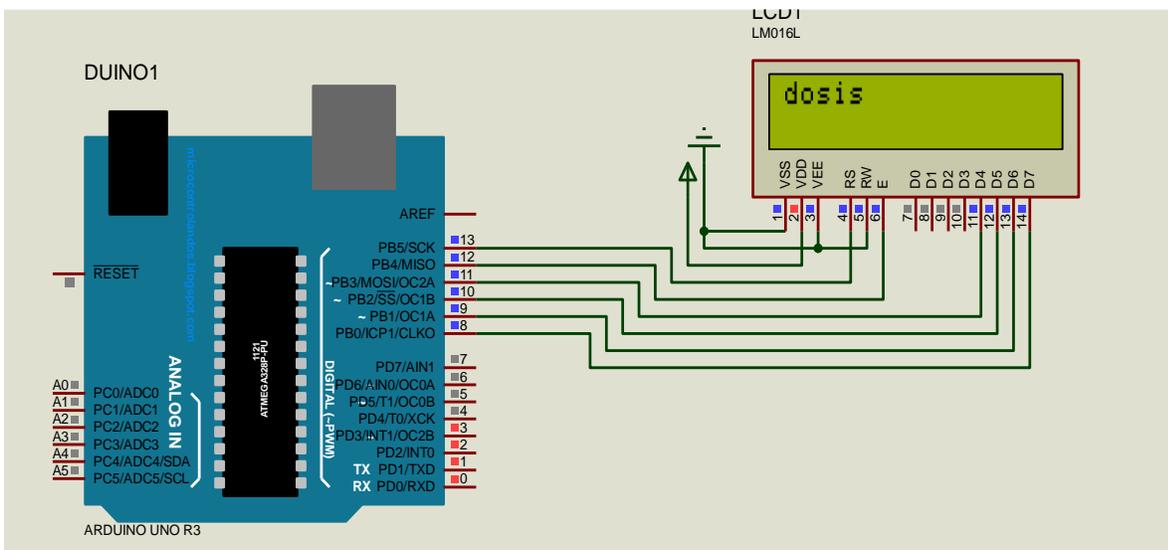
void loop() {
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("dosis");

  if(puerta==1){
    char tecla = teclado.getKey();
    digitalWrite(luz,HIGH);
    if (tecla)
    {
      if (tecla== 12)
        lcd.clear();
      else
        lcd.print(tecla);
    }
  }
}
```

Figura 34. Diseño del refrigerador y ensamblaje del panel de control.



(a)



(b)

**Figura 35.** Simulación de la dosis de radiación ultravioleta.

En la Figura 35 (a) se observan los datos de entrada al activar el sistema de descontaminación. En la Figura 35 (b) se observa la información que estará siempre mostrando la pantalla y en la cual nos podremos dar cuenta del tiempo en el que estará

activado el sistema, tiempo que podrá ser variado y determinado por el usuario de acuerdo a algunas normas.



```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
EXAMEN_U2_LCD
#include<LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8);
int centigrados=0, decenas, unidades;
float dato;

void setup() {
  lcd.begin(16,2);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("examen U2");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("TEMPERATURA");
  delay(2000);
  lcd.clear();
}

void loop() {

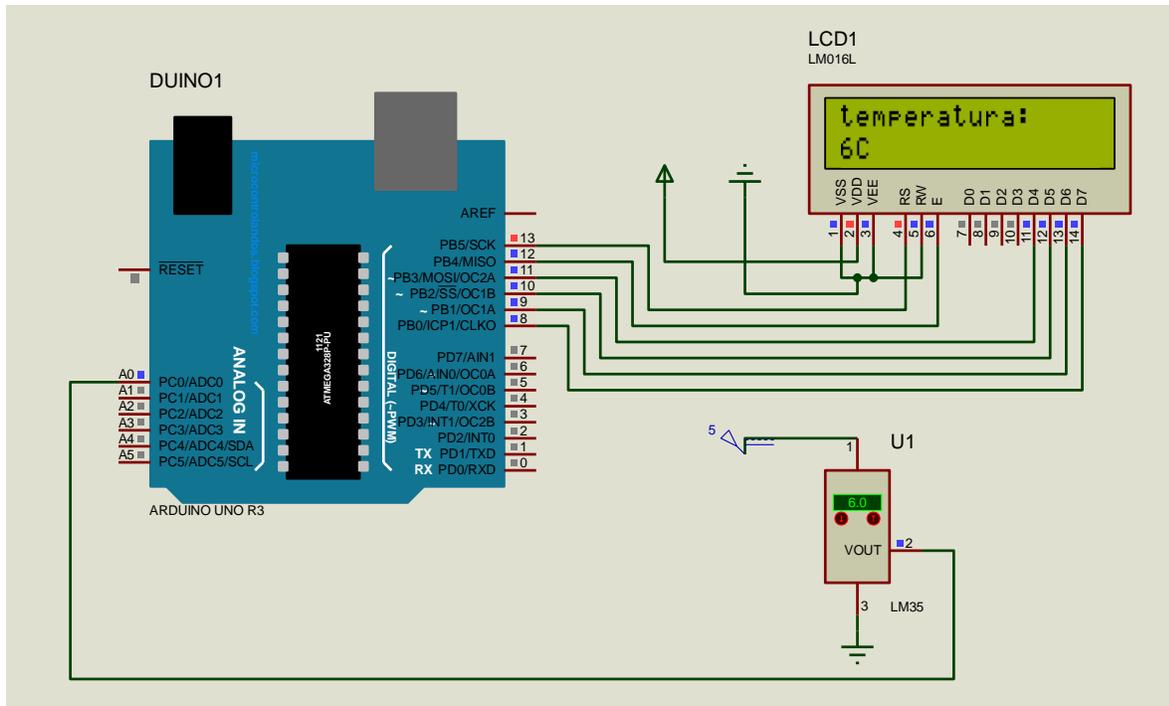
  delay(400);
  dato=analogRead(0);
  centigrados=((dato*500)/1024);
  decenas=(centigrados/10); // separacion de las decenas
  unidades=(centigrados-(decenas*10)); //separacion de las unidades

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("temperatura: ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(centigrados);
  lcd.print("C");
  // lcd.setCursor(0,1);
  // lcd.print("dec:");
  // lcd.print(decenas);
  // lcd.print(" ");
  // lcd.setCursor(10,1);
  //lcd.print("uni:");
  // lcd.print(unidades);
  lcd.print(" ");
}

Compilado
El Sketch usa 2976 bytes (9%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32256 bytes.
Las variables Globales usan 99 bytes (4%) de la memoria dinámica, dejando 1949 bytes para las
```

Figura 36. Código de programación para medir la temperatura interna del refrigerador.

En el código anterior (Fig. 36) se muestran líneas de código de programación que nos sirven para la recepción, lectura y emisión de datos desde la placa Arduino para los diferentes sensores.



**Figura 37.** Simulación de la medición de la temperatura interna del refrigerador.

**Nota:** Las pruebas se están realizando en una placa Arduino UNO R3, pero la placa que será utilizada al término del producto será una placa Arduino MEGA.

### 4.3 Estudio de Costos.

#### 4.3.1 Materia Prima (Dispositivo UV).

En la Materia prima se recurrirá 1 producto al día, 5 productos a la semana y 20 productos al mes. A continuación, se muestra los materiales necesarios para la elaboración del dispositivo UV., Ver (Tabla 13).

**Tabla 13.** Materia Prima para el dispositivo UV.

Materia Prima						
Concepto	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Costo Diario	Costo Semanal	Costo Mensual
Teclado de membrana matricial	Pieza	1	40	40	280	1,120
Pantalla LCD 20x4	Pieza	1	185	185	1,295	5,180
Módulo de 4 reveladores 5v y 12v	Piezas	1	85	85	595	2,380
Arduino genuino mega	Pieza	1	300	300	2,100	8,400
Limit-switch	Piezas	2	13	26	182	728
Led ultravioleta	Pieza	1	500	500	3,500	14,000
Módulo 12C	Pieza	1	35	35	245	980
Cable para arduino	Pieza	50	1	50	350	1,400
Aluminio	Pieza	25x25	50	150	1050	4,200
Placa de prueba	Pieza	1	40	40	280	1,120
Ventilador	Pieza	1	35	35	245	980
<b>Total</b>				1,446	10,122	40,488

#### 4.3.2 Mano de Obra (Dispositivo UV).

Para la Mano de Obra se requiere de 2 empleados para la fabricación del dispositivo, ya que el tiempo para elaborarlo no requiere de más empleados. En la (Tabla 14), se muestra los salarios al día, semanal y mensual por trabajar los 5 días de la semana lunes a viernes.

**Tabla 14.** Mano de Obra para el dispositivo UV.

<b>Mano de Obra</b>			
<b>Cantidad a Producir</b>	<b>Costo Diario</b>	<b>Costo Semanal</b>	<b>Costo Mensual</b>
1 empleado	142.86	1,000	4,342.86
1 empleado	142.86	1,000	4,342.86
<b>Total</b>	285.71	2,000	8,685.71

#### 4.3.3 Gastos de Fábrica (Dispositivo UV).

Se presentan los gastos de fábrica (Tabla 15), que son los elementos necesarios, para la transformación del material.

**Tabla 15.** Gastos de Fábrica para el dispositivo UV.

<b>Gastos de Fábrica</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Diario</b>	<b>Costo Semanal</b>	<b>Costo Mensual</b>
Electricidad	5.95	5.95	41.63	180.80
Empaque	15	15	75.00	300.00
Renta	36	36	253.29	1,100.00
Depreciaciones (Maquinaria)	0.86	0.86	6.00	26.04
<b>Total</b>	57.99	57.99	375.92	1,606.85

#### 4.3.4 Inversión de Maquinaria y Equipo.

A continuación, se muestran en la (Tabla 16), las herramientas para construir el prototipo derivados de sus costos, hasta las depreciaciones de un 10%, que equivalen al día y mensual, hasta cubrir los gastos por un año.

**Tabla 16.** Maquinaria y Equipo (dispositivo UV).

<b>Maquinaria y Equipo</b>					
<b>Concepto</b>	<b>MOI</b>	<b>%</b>	<b>DPN Anual</b>	<b>DPN Mes</b>	<b>DPN Día</b>
Estaño	150	10%	15	1.25	0.04
Destornillador	425	10%	42.5	3.54	0.12
Cinta aislante	19	10%	1.9	0.16	0.01
Refrigerador	2,371	10%	237.1	19.76	0.65
Cautín	160	10%	16	1.33	0.04
<b>Total</b>	<b>3,125</b>	<b>10%</b>	<b>312.5</b>	<b>26.04</b>	<b>0.86</b>

#### 4.3.5 Costo Variable.

En la (Tabla 17), representa los costos variables que son Materia Prima, Mano de Obra y Gastos de fábrica. Por un solo producto cuesta fabricarlo \$1,789.70. Los demás serían por la cantidad de productos que se realicen, por ejemplo 5 productos a la semana equivalen \$9,605.92 por sus costos variables.

**Tabla 17.** Costos Variables (dispositivo UV).

<b>Costo Variable</b>	<b>Costo Diario</b>	<b>Costo Semanal</b>	<b>Costo Mensual</b>
<b>Totales de MP, MO, GIF</b>	1,789.70	9,605.92	48,312.56
<b>Costo Variable 1 producto</b>	1,789.70		

#### 4.3.6 Formula de Precio de Venta.

Una vez definidos los costos fijos y variables, se establece un precio rentable, por cuales sería dividiendo el costo por la diferencia entre el porcentaje del margen de ganancia y 100% (Córdoba, 2018).

$$\frac{\text{Costo de producción}}{(100\% - \text{margen de ganancia})} \quad (8)$$

Donde:

Costo de producción: 1,789.70

Margen de Utilidad: 30%

$$\frac{1,789.70}{100\% - 25\%} = \$ 2,386.27 \quad (9)$$

Obteniendo el precio de venta, este representaría el valor monetario para el dispositivo UV.

## CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

### 5.1 Conclusiones del Proyecto.

A través del desarrollo del proyecto se estableció el estudio de factibilidad, para la toma de decisiones para preservar la evaluación del proyecto. Debido al Plan de Negocios era demasiado extenso y el tiempo no alcanzaba para terminar este tema ya que se desconocía varios aspectos relevantes. Además, el estudio de factibilidad lleva su tiempo y dedicación para realizar los temas consecutivos.

- \* Las investigaciones que se realizaron profundizaron el tema desperdicios de alimentos (ETA), mediante la información de la FAO y USDA, equivalen una gran problemática a nivel mundial, debido a varios factores que representa los alimentos.
- \* Las estrategias de luz ultravioleta implementadas son de utilidad para disminuir la carga microbiana de los alimentos en refrigeración.
- \* Se determinó la causa y posibles soluciones, a este problema que es radical en viviendas y otros que cuentan con refrigerador doméstico.
- \* De acuerdo al estudio realizado se obtuvo un porcentaje de los encuestados demostrando una respuesta positiva para adaptar un nuevo dispositivo UV, que ayudara a conservar en mejores condiciones sus alimentos refrigerados.
- \* El desarrollo de este proyecto permitirá la disminución del desperdicio de comida en los hogares evitando así que siga en incremento el efecto invernadero y las consecuencias que esto deriva.

La disponibilidad de tecnología hace factible el desarrollo de métodos adaptados a diferentes situaciones dentro de la industria, con el apoyo de material bibliográfico, e incluso generando costos para un valor agregado al consumidor. Se estableció al iniciar el proyecto, de seguir desarrollándose, por lo cual es una gran oportunidad a la sociedad en el uso de Luz Ultravioleta para la conservación de alimentos.

## **CAPÍTULO 6: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.**

### **6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas.**

1. Apliqué métodos de investigación para desarrollar la estructura del proyecto.
2. Elaboré métodos y técnicas para la solución de problemas en la conservación de alimentos dentro del refrigerador.
3. Colaboré con un equipo de trabajo para conocer conocimientos sobre el dispositivo UV.
4. Diseñé e implementé estrategias de mercadotecnia basadas en información recopilada de fuentes primarias y secundarias, para incrementar la competitividad del mercado.
5. Interpreté la información de costos de producción para visualizar los costos reales.

## CAPÍTULO 7: FUENTES DE INFORMACIÓN.

### 7.1 Fuentes de Información.

- Aguilar, M. J. (2012). *Métodos de conservación de alimentos*. Obtenido de [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico\\_administrativo/Metodos\\_de\\_conservacion\\_de\\_alimentos.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Metodos_de_conservacion_de_alimentos.pdf)
- AIM Digital. (30 de Mayo de 2018). *Cómo conservar los alimentos y cuál es su fecha de caducidad real*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2019, de AIM Digital: <http://www.aimdigital.com.ar/como-conservar-los-,alimentos-y-cual-es-su-fecha-de-caducidad-real/>
- Andrade, M. J., Moreno, C., Henríquez, A., Gómez, A., & Concellón, A. (2010). Influencia de la radiación uv-c como tratamiento postcosecha sobre carambola (Averrocha carambola L.) Mínimamente procesada almacenada en refrigeración. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11(1), 18-27. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81315093004>
- Bolaños, R. D. (19 de Junio de 2012). *Muestra y Muestreo*. Obtenido de [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/tizayuca/gestion\\_tecnologica/muestraMuestreo.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tizayuca/gestion_tecnologica/muestraMuestreo.pdf)
- Bonilla, F. (2018). *Uso de Luz Ultravioleta en el Aire Acondicionado*. Recuperado el 1 de Octubre de 2019, de Mundo HVACR: <https://www.mundohvacr.com.mx/2009/02/uso-de-luz-ultravioleta-en-el-aire-acondicionado/>
- Calle, M., & López, J. M. (2015). *Diseño Mecatrónico De Un Purificador De Aire*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2019, de Universidad Tecnológica De Pereira: <https://core.ac.uk/download/pdf/71398861.pdf>
- Cárdenas, A. (20 de Noviembre de 2014). *Teclado Matricial 4x4*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2019, de ElectroCrea: <https://electrocrea.com/blogs/tutoriales/18188479-teclado-matricial-4x4>
- Chavarrías, M. (23 de Noviembre de 2011). *Consumer*. Obtenido de <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/patogenos-en-la-nevera.html>

- Chavarrías, M. (4 de Septiembre de 2014). *El control de la temperatura en los alimentos*. Obtenido de <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/el-control-de-la-temperatura-en-los-alimentos.html>
- Córdoba, J. (2018). *Jóvenes Emprendedores Industriales*. Obtenido de <http://jacordoba.org.ar/wp-content/uploads/2015/09/Material-complementario-JEI-An%C3%A1lisis-de-Costos.pdf>
- Del Rio, G. C. (2003). *Costos Históricos*. Ixtapaluca, Edo. México.: Publicación en Cosegraf.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (Abril de 2010). *La Refrigeración y la Inocuidad de los Alimentos*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2019, de Departamento de Agricultura de los Estados Unidos: [https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/2b1dccf9-df27-4290-b6b8-01133b8c2d28/Refrigeration\\_\\_\\_Food\\_Safety\\_SP.pdf?MOD=AJPERES](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/2b1dccf9-df27-4290-b6b8-01133b8c2d28/Refrigeration___Food_Safety_SP.pdf?MOD=AJPERES)
- Depetris, M. C. (Julio de 2014). *Recomendaciones para Almacenamiento de Alimentos Perecederos*. Obtenido de <https://bpmalimentos.files.wordpress.com/2017/04/recomendaciones-almacenamiento-perecederos-1.pdf>
- Dietetics, A. o. (2013). *Guía para Almacenar Alimentos en el Refrigerador*. Obtenido de <https://www.insk.com/media/207528/guia-refri-febrero.pdf>
- Dominguez, L. A. (26 de Octubre de 2018). *Subsecretaría de Alimento y Bedidas*. Obtenido de <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=513>
- Domínguez, L., & Parzanese, M. (1 de Noviembre de 2011). Luz ultravioleta en la conservación de alimentos. *Revista Alimentos Argentinos*(52), 71-76. Obtenido de [https://issuu.com/alimentosargentinos.gob.ar/docs/revista\\_aa\\_52](https://issuu.com/alimentosargentinos.gob.ar/docs/revista_aa_52)
- Eguillor, P. (Diciembre de 2017). *Pérdida y desperdicios de alimentos: diciembre de 2017*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2019, de Oficina De Estudios Y Politicas Agrarias: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/residuosFinal-1.pdf>

- Eguillor, R. P. (9 de Diciembre de 2017). *Pérdida y desperdicios de alimentos:diciembre de 2017*. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/residuosFinal-1.pdf>
- Elizondo, C. C. (2010). *Pronóstico De Ventas*. Obtenido de [https://www.autoreseditores.com/book\\_preview/pdf/000005400.pdf%3F146562107](https://www.autoreseditores.com/book_preview/pdf/000005400.pdf%3F146562107)
- FAO, OMS, & OPS. (2016). *Manipuladores de Alimentos*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5896s.pdf>
- FDA & USDA. (Septiembre de 2006). *La Inocuidad Alimentaria*. Obtenido de <https://www.fda.gov/media/103685/download>
- FDA. (7 de Enero de 2017). *Hechos Sobre Alimentos*. Obtenido de <https://www.fda.gov/media/80671/download>
- FDA. (Marzo de 2018). *Hechos Por Alimentos*. Obtenido de <https://www.fda.gov/media/111704/download>
- Franco, R. J. (13 de Abril de 2018). *Universidad Panamericana*. Obtenido de <https://www.up.edu.mx/es/noticias/30989/la-comida-que-desechan-en-hogares-y-restaurantes-podria-alimentar-28-millones-de>
- Gimferrer, N. (21 de Mayo de 2012). *Luz ultravioleta para conservar mejor las hortalizas*. Recuperado el 4 de Noviembre de 2019, de Eroski Consumer: <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/luz-ultravioleta-para-conservar-mejor-las-hortalizas.html>
- Guanipa, G. (Mayo de 2010). *Sistemas de refrigeración*. Recuperado el 7 de noviembre de 2019, de universidad nacional experimental "Francisco De Miranda": <https://termoaplicadaunefm.files.wordpress.com/2009/02/guia-tecnica-electiva1.pdf>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). *Pérdidas Y Desperdicio De Alimentos En El Mundo*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2019, de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2013000273>
- Gutiérrez, A., Palou, E., & López, A. (2012). Equipos para tratamientos de alimentos con radiación UVC. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 154. Obtenido

- de <https://tsia.udlap.mx/equipos-para-tratamientos-de-alimentos-con-radiacion-uvc/>
- INEGI. (2015). *Viviendas particulares habitadas*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
- Jara, N., Reinoso, F., Isaza, C., Jara, L., Aguinaga, Á., & Moreno, T. (Agosto de 2017). Instrumentación de un Refrigerador Doméstico para El Análisis del Comportamiento de las Variables de Presión y Temperatura de Operación. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*(18), 1-17. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/324899716\\_Instrumentacion\\_de\\_un\\_Refrigerador\\_Domestico\\_para\\_El\\_Analisis\\_del\\_Comportamiento\\_de\\_las\\_Variables\\_de\\_Presion\\_y\\_Temperatura\\_de\\_Operacion](https://www.researchgate.net/publication/324899716_Instrumentacion_de_un_Refrigerador_Domestico_para_El_Analisis_del_Comportamiento_de_las_Variables_de_Presion_y_Temperatura_de_Operacion)
- Jiménez, L. A. (2018). *División de Alimentos y Requisición de Productos*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/13311978/>
- Kendall, P. A. (s.f.). *La Inocuidad Alimentaria*. Obtenido de <https://www.fda.gov/media/103685/download>
- Llamas, L. (21 de Octubre de 2016). *Detector de gases con arduino y la familia de sensores mq*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2019, de Luis Llamas: <https://www.luisllamas.es/arduino-detector-gas-mq/>
- Loureiro, M., & Pujol, J. (Julio de 2017). *Taller Robótica Libre con Arduino*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2019, de Universidad Internacional Menéndez Pelayo: <http://educalab.es/documents/10180/640047/TallerRoboticaLibreArduino.pdf/c77adbf4-606a-4f8e-acd4-11630927b5a4>
- Martínez, M. D. (27 de Febrero de 2008). *Guía de Almacenamiento seco, refrigerado y congelado*. Obtenido de [https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/bienestar\\_estudiantil/guias/GBE.27.pdf](https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/bienestar_estudiantil/guias/GBE.27.pdf)
- Mecatrónica LATAM. (2018). *Arduino: Sensor de temperatura LM35*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2019, de Mecatrónica LATAM: <https://www.mecatronicalatam.com/es/tarjeta/arduino/medir-temperatura-con-lm35>

- Mercado, R. (2010). *Inocuidad de los Alimentos*. Obtenido de [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/wpsa1233316004a.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1233316004a.pdf)
- OMS. (2 de Diciembre de 1999). Obtenido de Inocuidad de los alimentos: [http://apps.who.int/gb/archive/pdf\\_files/EB105/se10.pdf](http://apps.who.int/gb/archive/pdf_files/EB105/se10.pdf)
- OMS. (2 de Diciembre de 2010). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de [http://apps.who.int/gb/archive/pdf\\_files/EB105/se10.pdf](http://apps.who.int/gb/archive/pdf_files/EB105/se10.pdf)
- OMS. (4 de Junio de 2019). *Inocuidad de los alimentos*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Rivera, D., Gardea, A., Martínez, M., Rivera, M., & González, G. (2007). Efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación uv-c en frutas y hortalizas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(4), 361-372. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61030403>
- Romero, C. R. (2006). *Bacterias en Alimentos*. Obtenido de <https://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria17/18.pdf>
- Ruiz, M. D. (2017). *Enfermedades transmitidas por alimentos*. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/225246/3\\_Enfermedades\\_Transmitidas\\_por\\_Alimentos\\_-DGE.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/225246/3_Enfermedades_Transmitidas_por_Alimentos_-DGE.pdf)
- TodoElectrodo. (10 de Febrero de 2013). *Lcd 16x2*. Recuperado el 7 de Noviembre de 2019, de TodoElectrodo: <http://todoelectrodo.blogspot.com/2013/02/lcd-16x2.html>
- U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION. (Enero de 2017). *Termómetros para refrigeradores: Información acerca de la seguridad de los alimentos*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2019, de U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION: <https://www.fda.gov/media/80671/download>
- USDA. (Abril de 2010). *Información sobre Inocuidad de Alimentos*. Obtenido de [https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/2b1dccf9-df27-4290-b6b8-01133b8c2d28/Refrigeration\\_\\_\\_Food\\_Safety\\_SP.pdf?MOD=AJPERES](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/2b1dccf9-df27-4290-b6b8-01133b8c2d28/Refrigeration___Food_Safety_SP.pdf?MOD=AJPERES)
- USDA. (2016). *Institute of Child Nutrition*. Obtenido de Zona de Peligro: <https://theicn.org/resources/food-safety-fact-sheets/zona-de-peligro>
- Vasconcelos, E. (22 de Marzo de 2017). *Alimentos perecederos y no perecederos*. Obtenido de [http://www.aytojaen.es/portal/p\\_20\\_contenedor1.jsp?seccion=s\\_fdes\\_d1\\_v1.jsp&](http://www.aytojaen.es/portal/p_20_contenedor1.jsp?seccion=s_fdes_d1_v1.jsp&)

contenido=31467&tipo=6&nivel=1400&layout=p\_20\_contenedor1.jsp&codResi=1  
&language=es&codMenu=206&codMenuPN=4&codMenuSN=100&codMenuTN=  
197

Vegas, E. L. (2019). *Eficiencia del sistema depurador con tratamiento luz UV para E.coli en Tagelus dombeii "navajuela" - Bahía de Sechura*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2019, de Universidad Nacional De Piura: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1827>

## CAPÍTULO 8: ANEXOS

### 8.1 Registros de Productos.

KOHOUTEK CASAS ELIAS



**KOHOUTEK CASAS ELIAS**  
 AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS #240 OTE. COL. CENTRO  
 AGUASCALIENTES, AGS. CP.20000  
 TEL 9.96.87.54 Y 9.16.49.92  
 RFC: CAEK731228HD3  
 REGIMEN DE INCORPORACION FISCAL

**COTIZACION: 1040**

Lugar de elaboración:

Aguascalientes, Ags.

Fecha:

28/Oct/2019

CLIENTE:  
 VARIOS

RFC: XAXX010101000 C.P.: Pedido: Condición:

Cantidad	Unidad	Descripción	Precio Unitario	Importe
1.00	PZ	TECLADO MATRICIAL **ACT**	40.00	40.00
1.00	PIEZA	DISPLAY DE20 X 4 VERDE	185.00	185.00
1.00	PIEZA	ARDUINO MEGA MB0014 **ACT**	300.00	300.00
1.00	PZ	SWITCH PARA HORNO C/ LAMINA VARIOS**AC	13.00	13.00
1.00	PZ	LED ULTRA VIOLETA ** ACT**	5.00	5.00
1.00	PIEZA	INTERFAZ I2C PARA LCD 16X2 ***870-416 *	35.00	35.00
50.00	PIEZA	CABLE CON PINES P/ PROTOBOARD **ACT*	1.00	50.00
1.00	PIEZA	PROTOBOARD TRANSPARENTE *ACT**	75.00	75.00
1.00	PZ	VENTILADOR DE 12V 0.13A 3.5" **ACT**	35.00	35.00
1.00	PIEZA	MODULO DE 4 RELEVADORES 5V Y 12V *ACT*	85.00	85.00
1.00	PIEZA	MODULO DE 8 RELEVADORES 5V **ACT**	200.00	200.00
SUBTOTAL :				1,023.00
I. V. A. :				0.00
TOTAL :				1,023.00

MIL VEINTITRES PESOS 00/100 M.N.

**Figura 38.** Cotización de materia prima.

**Tabla 18.** Descripción de precios de maquinaria.

Cantidad	Descripción	Importe	Lugar de compra
1	Destornillador	425	Ferretería mi pueblo
1	Cinta aislante	19	Ferretería mi pueblo
1	Refrigerador	2,371	Mercado libre
1	Estaño	150	Steren
1	Cautín	160	Steren

Empaque no aplica\*