



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
MAESTRÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DE PROCESOS

**DISEÑO DE UN CONTENEDOR PARA ALMACENAMIENTO EN FRÍO A PARTIR
DEL ACEITE VEGETAL DE SEMILLA DE AGUACATE MADURO**

ELABORADO POR:

Karen Estefanía Martínez Paucar

Quito- marzo 2022

Declaración Juramentada

Yo, KAREN ESTEFANÍA MARTÍNEZ PAUCAR, con cédula de identidad 1721735015, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Contenido

CAPÍTULO I.....	1
Antecedentes	1
Planteamiento del problema.....	2
Objeto de estudio.....	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos.....	2
Hipótesis.....	3
Justificación.....	3
Estado del arte	4
Eficiencia Energética	4
Almacenamiento de Energía Térmica	5
Calor Sensible	5
Calor Latente	5
Materiales de cambio de fase (PCM).....	6
PCM Orgánicos	8
PCM parafínicos.....	9
PCM no-parafínicos	9
Ácidos Grasos	10
Semilla de aguacate maduro.....	10

Aplicación de PCMs	13
Cámaras de refrigeración	14
Material de empaque	15
Instrumentación	17
NodeMCU 8266	17
Sensor de temperatura: Termocupla tipo K	17
Módulo max6675	18
Plataforma Adafruit IO	19
CAPÍTULO II	20
Metodología	20
Material de cambio de fase	21
Recolección y almacenamiento de semilla de aguacate de maduro.....	22
Extracción de aceite de la materia prima por destilación por arrastre de vapor.....	22
Caja térmica P10	24
Control de temperatura.....	26
Instrumentación del contenedor	31
Diagrama de conexión de NODEMCU.....	32
CAPÍTULO III.....	34
RESULTADOS.....	34
Extracción aceite de aguacate	34

Combinación de paquetes de aceite en los contenedores	35
CAPÍTULO IV	49
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
Conclusiones	51
ANEXOS.....	58
Anexo A Ficha técnica caja térmica P10 de Poliestireno Expandible	58
Anexo B Fundas para empaque al vacío: PA/ PE FILM CO-EXTRUIDO	59
Anexo C Programación de termocuplas tipo K Arduino	62
Anexo D Resultados temperaturas primera combinación	69
Anexo D Resultados temperaturas primera combinación	86
Anexo E Resultados experimentación con yogurt	99

Lista de figuras

Figura 1 NodeMCU ESP 8266.....	17
Figura 2 Termocupla tipo k.....	18
Figura 3 <i>Módulo max6675</i>	18
Figura 4 Equipo de extracción mediante arrastre de vapor.....	23
Figura 5 Materia Prima	23
Figura 6 Extracción de aceite por arrastre de vapor.....	24
Figura 7 Contenedor isotérmico de EPS.	25
Figura 8 Bolsas de poliestireno de alta densidad.	25
Figura 9 Configuración de la programación de Adafruit	28
Figura 10 Diagrama de flujo NodeMCU 1	29
Figura 11 Diagrama de flujo NodeMCU 1	30
Figura 12 Instrumentacion Contenedor con PCM	33
Figura 13 Instrumentacion Contenedor sin PCM.....	33
Figura 14 Extracción aceite de semilla de aguacate maduro	34
Figura 15 Aceite de semilla de aguacate empaquetado.....	35
Figura 16 Contenedor con la primera combinación de distribución de PCM.....	36
Figura 17 Contenedor con la segunda combinación de distribución de PCM	40
Figura 18 Yogurt en contenedor con PCM	44
Figura 19 Yogurt en contenedor sin PCM	44

Lista de gráficos

Gráfico 1 Rendimiento en toneladas de aguacate por hectárea.....	11
Gráfico 2 Consumo per cápita aparente de aguacate en (kg-Persona/año).....	12
Gráfico 3 Resultados primera experimentación primera combinación.....	37
Gráfico 4 Resultados segunda experimentación primera combinación.....	38
Gráfico 5 Resultados tercera experimentación primera combinación.....	39
Gráfico 6 Resultados primera experimentación segunda combinación.....	41
Gráfico 7 Resultados segunda experimentación segunda combinación.....	42
Gráfico 8 Resultados tercera experimentación segunda combinación.....	43
Gráfico 9 Resultados Temperatura vs tiempo primera experimentación.....	45
Gráfico 10 Resultados Temperatura vs tiempo segunda experimentación.....	46
Gráfico 11 Resultados Temperatura vs tiempo tercera experimentación.....	47

Lista de tablas

Tabla 1 Propiedades de los PCM	7
Tabla 2 Clasificación de PCM.....	8
Tabla 3 Variables Independientes y Dependientes.....	20
Tabla 4 Diseño según factores y niveles	21
Tabla 5 Características PCM.....	22
Tabla 6 Características externas contenedor	24
Tabla 7 Características internas contenedor	24
Tabla 8 Características bolsas de poliestireno de alta densidad	25
Tabla 9 Condiciones de operación	26
Tabla 10 <i>Resultados de la primera experimentación de la primera combinación</i>	36
Tabla 11 Segunda experimentación primera combinación	37
Tabla 12 Resultados tercera experimentación primera combinación	38
Tabla 13 Resultados de la primera experimentación segunda combinación	40
Tabla 14 Resultados de la segunda experimentación segunda combinación	41
Tabla 15 Resultados de la tercera experimentación segunda combinación.....	42
Tabla 16 Resultados primera experimentación con yogurt	44
Tabla 17 Resultados segunda experimentación con yogurt	45
Tabla 18 Resultados tercera experimentación con yogurt.....	46
Tabla 19 <i>Resultados de la primera experimentación de la primera combinación</i>	69
Tabla 20 Segunda experimentación primera combinación	75
Tabla 21 Resultados tercera experimentación primera combinación	81
Tabla 22 Resultados de la primera experimentación segunda combinación	86

Tabla 23 Resultados de la segunda experimentación segunda combinación	91
Tabla 24 Resultados de la tercera experimentación segunda combinación.....	95
Tabla 25 Resultados primera experimentación con yogurt	99
Tabla 26 Resultados segunda experimentación con yogurt	105
Tabla 27 Resultados tercera experimentación con yogurt.....	111

**DISEÑO DE UN CONTENEDOR PARA ALMACENAMIENTO EN FRÍO A PARTIR
DEL ACEITE VEGETAL DE SEMILLA DE AGUACATE MADURO**

DEDICATORIA

A mi madre Marisol y mi padre Vicente quienes son la brújula de mi camino, mis hermanos Andrés y Doménica por ser ejemplo de constancia y amor, a Freddy quien me ha brindado su apoyo incondial.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme disfrutar de este logro con mi familia,

A mis padres por su ayuda y apoyo incondicional para conquistar mis sueños.

A mis hermanos por impulsarme a seguir adelante en los momentos mas complicados.

A Freddy por su amor y paciencia inmesurable que me brinda día a día.

A la Universidad Internacional SEK por permitirme culminar esta maestría , a los profesores por el conocimiento impartido .

A mis amigos Andrea , Allen y Jairo que la maestría me permitió conocer, por el tiempo compartido y su ayuda incondicional.

A mi director de tesis Javier Martínez, quien con sus conocimientos y sabiduría supo guiarme para terminar el presente trabajo.

RESUMEN

El diseño del contenedor para almacenamiento en frío se lleva a cabo a partir de la extracción del aceite de semilla de aguacate maduro mediante la extracción por arrastre de vapor para almacenar en fundas para empaque al vacío de poliamida y polietileno coextruido de diferentes dimensiones. De esta forma, se puede distribuir en diferentes combinaciones en una caja térmica de 10 litros de poliestireno expansible para determinar la mejor distribución del PCM empaquetado obteniendo la temperatura interna del contenedor durante periodos de tiempo; considerando que la cantidad mínima del volumen del PCM para la experimentación corresponde aproximadamente el 3% del volumen del contenedor donde se realiza la experimentación. Se concluye que a pesar de trabajar con la misma cantidad de aceite de semilla de aguacate maduro en los diferentes experimentos la distribución de este volumen en el interior de la caja es determinante.

Palabras clave

Semilla de aguacate maduro/PCM/contenedor de frío/ temperatura de fusión

ABSTRACT

The design of the cold storage container is carried out from the extraction of ripe avocado seed oil by steam extraction to store in polyamide and coextruded polyethylene vacuum packaging bags of different dimensions. In this way, it can be distributed in different combinations in a 10-liter expandable polystyrene thermal box to determine the best distribution of the packed PCM, obtaining the internal temperature of the container during periods of time; considering that the minimum quantity of the volume of the PCM for the experimentation corresponds to approximately 3% of the volume of the container where the experimentation is carried out. It is concluded that despite working with the same amount of ripe avocado seed oil in the different experiments, the distribution of this volume inside the box is decisive.

Keywords

Ripe avocado seed/PCM/cold container/ melting temperature

CAPÍTULO I

Antecedentes

Ecuador se ha caracterizado por tener mayor biodiversidad por unidad de área en el mundo debido a su ubicación geográfica, sin embargo la gran mayoría de la flora disponible en el territorio ecuatoriano no ha sido caracterizada para que esta sea incorporada en aplicaciones ingenieriles. En la actualidad la eficiencia energética es un tema muy importante no solo por el impacto ambiental que tienen los sistemas tradicionales para el almacenamiento de energía tanto para sistemas de enfriamiento como calentamiento, por lo que se busca mejorar la eficiencia de estos con el empleo de nuevas fuentes de energía diferentes a las convencionales.

Las características de los materiales de cambio de fase orgánicos son adecuados para la aplicación de ciertos elementos utilizados para contenedores de almacenamiento de calor latente, son químicamente más estables que las sustancias inorgánicas, la fundición y solidificación se da sin el empleo de agentes nucleadores. Los ácidos grasos presentan características térmicas excepcionales es decir, punto de fusión y de congelación, por lo que presenta un amplio rango de temperatura (Maldonado, Luján, Rosiek, Batlles, & Ushak, 2019).

El calor latente se define como la cantidad de energía que se almacenada en un material al cambiar su estructura molecular, estado o fase de hidratación; este método presenta varias ventajas como: mayor densidad de almacenamiento, mayor a la de calor sensible y parecido al de las reacciones termoquímicas, por lo que se suprimen la construcción de instalaciones grandes; otra ventaja que este método presenta es la reducción de pérdidas energéticas procedentes del cambio de temperatura; posibilidad de elección de la temperatura de trabajo (Brito, Akutsu, Salles, & Castro, 2017).

El almacenamiento por calor latente presenta varias ventajas, una de ellas es que presenta mayor densidad energética en el cambio de fase de líquido a gaseoso sin embargo presenta un cambio volumétrico mayor, por lo que lo más favorable es el cambio de sólido a líquido (Francesco, Andreas, Maurizio, & Diane, 2017).

Planteamiento del problema

Se puede evidenciar la problemática ambiental existente a nivel mundial; la importancia de los dispositivos de almacenamiento de frío en la vida cotidiana del ser humano, y el incremento de investigaciones de nuevos materiales eficientemente sostenibles.

Objeto de estudio

Las características de los materiales de cambio de fase orgánicos son adecuados para el diseño de un contenedor de almacenamiento en frío a partir de calor latente, y considerando que la semilla de aguacate maduro es un desperdicio del consumo alimenticio de los ecuatorianos, se pretende encontrar el tiempo que tomaría el cambio de fase del aceite extraído de la semilla del aguacate para aplicaciones de almacenamiento en frío ya que son químicamente estables y no presentar problemas de subenfriamiento y corrosividad.

Objetivo General

Diseñar un contenedor de almacenamiento de energía latente en frío para la transportación de bienes que requieren mantener temperaturas bajas a partir del aceite de semilla de aguacate maduro como PCM orgánico.

Objetivos Específicos

- Diseñar cajas de almacenamiento en frío mediante el aprovechamiento de la temperatura de fusión del aceite de semilla de aguacate maduro.

- Determinar el desempeño del aceite de semilla de aguacate con PCM, comprobando que los materiales de las cajas con componentes secundarios y como estos ayudan al PCM.
- Determinar cual es la dificultad y fuentes de obtención de materia prima además del tiempo y trabajo requerido para la extracción de aceite.
- Determinar el tiempo de funcionamiento del contenedor propuesto.

Hipótesis

El aceite de semilla de aguacate maduro es el PCM adecuado para la implementación del contenedor de almacenamiento en frío, determinando la capacidad del contenedor la cantidad del aceite de semilla de aguacate maduro.

Justificación

El Ecuador cuenta con varios tipos de climas debido a la ubicación geográfica; privilegiándolo así de variedad de cultivos, permitiéndole tener cultivos permanentes atípicos a lo largo de sus regiones así como el aguacate tanto de la variedad fuerte como hass, mismos se producen con mayor porcentaje en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua y Azuay; siendo la provincia del Carchi quien cuente con las condiciones más favorables tanto de clima como del suelo para la producción del aguacate (Porrás Villafuerte, 2019).

En la actualidad la eficiencia energética abarca variedad de aplicaciones a partir de los ácidos grasos como material de cambio de fase los cuales se enfocan particularmente en el almacenamiento de energía térmica, ya que estos son fuentes eficaces y disponibles para el almacenamiento de calor. (Fabiani, Pisello, Barbanera, & Cabeza, 2020).

Se ha evidenciado el crecimiento exponencial de la falta de recursos y el deterioro permanente del medio ambiente por lo que en los últimos años se ha intentado mejorar la

eficiencia energética lo que ha impulsado a la investigación de nuevas fuentes de energía disponible, donde el propósito es cuidar al medio ambiente utilizando eficientemente la energía, lo cual se ha conseguido con materiales de cambio de fase tanto orgánicos como inorgánicos. Los sistemas donde mayor aplicabilidad que tiene es el almacenamiento de energía térmica, debido a que los materiales de cambio de fase proporcionan mayor capacidad de almacenamiento de energía térmica (Rasta & Suamir, 2018).

El presente estudio tiene como objetivo diseñar de un contenedor para almacenamiento en frío mediante el aprovechamiento del cambio de fase del aceite vegetal de pepa de aguacate maduro.

Estado del arte

Eficiencia Energética

El aumento del consumo energético a nivel mundial se produce por la industria constructiva, siendo el 34% de consumo de energía en edificaciones debido a la calefacción y refrigeración, es por eso que se busca disminuir el consumo de energía para el aire acondicionado. Prabhakar, Saffari, De Gracia, & Cabeza (2020) menciona que el empleo de PCM con ventilación nocturna junto con estrategias de control de ventilación natural disminuye considerablemente el consumo de energía para el enfriamiento, considerando que las condiciones climáticas varían según el lugar de estudio se encontró que en condiciones óptimas, la efectividad de PCM incrementa del 3.32% al 25.62% al incorporar el sistema de control pasivo de PCM con ayuda de ventilación nocturna.

El objetivo de la eficiencia energética implica la reducción de la energía empleada además de las emisiones de carbono que está relacionado con el diseño, puesta en marcha y operación de procesos industriales que incluyen edificios, electrodomésticos, equipos de refrigeración y

calefacción (Shove, 2018). La oportunidad de mejorar la eficiencia energética mediante la aplicación de materiales de cambio de fase para el intercambio de calor para el enfriamiento es factible técnica y económicamente para sistemas de refrigeración convencionales, lo cual repercute no solo en el mejoramiento de la capacidad de almacenamiento de energía si no que también la distribución del uso de energía (Song, Niu, Mao, Hu, & Deng, 2018).

Almacenamiento de Energía Térmica

Calor Sensible

El almacenamiento de energía térmica por calor sensible es aquella energía que se basa en el cambio de temperatura del material sin llegarse a realizar un cambio de fase. El almacenamiento de energía térmica se lleva acabo al aumentar la temperatura del material, por lo que al disminuir la temperatura se libera la energía térmica (Márquez, 2019).

La energía almacenada esta dada por:

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Donde:

Q energía térmica almacenada

m masa del medio de almacenamiento de calor

C_p calor específico del material

ΔT cambio de temperatura en el proceso

Calor Latente

El almacenamiento de energía térmica por calor latente es aquella energía que se acumula en el material hasta conseguir el cambio de fase, es decir el material tiene la capacidad de cambiar de fases en el rango de temperatura establecida por la energía almacenada. Debido a este cambio, el material absorbe la mayor cantidad de energía posible manteniendo la temperatura casi

constante, lo cual representa una ventaja frente al almacenamiento de energía por calos sensible. Los materiales de cambio de fase PCMs son empleados en este tipo de almacenamiento.

La energía necesaria de un material para realizar el cambio de fase es mayor a la necesaria para pequeños aumentos de temperatura del material en el mismo estado. El material al cambiar de fase mantiene la energía absorbida en forma de calor latente y al conseguir su estado natural el material libera la energía acumulada (Márquez, 2019).

La energía almacenada esta dada por:

$$Q = \int_{T_s}^{T_f} m * C_p * dT + m * a_m * \Delta h_m + \int_{T_f}^{T_l} m * C_p * dT$$

Simplificando la ecuación tenemos

$$Q = m * (C_{ps} * (T_f - T_s) + a_m * \Delta h + C_{pl}(T_l - T_f))$$

Donde:

Q calor específico

m masa del medio de almacenamiento de calor

C_{ps} calor específico de fase sólida

C_{pl} calor específico de fase líquida

T_f Temperatura de fusión

T_s Temperatura de solidificación

Δh_m Calor de fusión por unidad de masa

a_m fracción fundida

Materiales de cambio de fase (PCM)

Los PCM son materiales que almacenan calor latente, mediante el uso de enlaces químicos que son los que almacenan y liberan calor. El cambio de fase o estado de liquido a sólido o de

sólido a líquido da lugar a la transferencia de energía térmica. Generalmente los PCMs se derriten con el calor de fusión en el rango establecido. Sin embargo para el empleo en aplicaciones de almacenamiento de calor es necesario que presenten las siguientes propiedades: termodinámicas, cinéticas y químicas requeridas así como también la disponibilidad del material y el valor que representará económicamente (Fabiani, Pisello, Barbaneraa, & Cabeza, 2020).

Los PCMs para el almacenamiento térmico deberán cumplir con las propiedades que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Propiedades de los PCM

Propiedades Termofísicas	Propiedades Cinéticas	Propiedades Químicas
Temperatura de fusión en los parámetros de temperatura de funcionamiento requerida		Ciclo completo de congelación/ fusión reversible
Alto calor latente de fusión por unidad de volumen de modo que el volumen requerido del recipiente almacenar una determinada cantidad de energía es menor.	Alta velocidad de nucleación para prevenir el sobreenfriamiento de la fase líquida.	No existe degradación después de un gran número de ciclos de congelación-fusión.
Calor específico alto, proporcionará un almacenamiento de calor sensible.		Sin corrosividad
Alta conductividad térmica de las fases sólida y líquida para ayudar a la carga y descarga de energía en el sistema de almacenamiento	Alta tasa de crecimiento de cristales, de modo que el sistema pueda satisfacer la demanda de recuperación de calor del sistema de almacenamiento.	Materiales no tóxicos, no inflamables y no explosivos por seguridad
Cambio pequeño de volumen en la transformación de fases y pequeña presión de vapor en operación para disminuir el problema de contención.		
Fusión congruente del material de cambio de fase para una capacidad de almacenamiento constante del material con cada ciclo de congelación-fusión.		

Tomado de Mohseni & Tang (2021).

Existen tres tipos de PCM eutécticos, orgánicos e inorgánicos que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Clasificación de PCM

	Eutécticos	Orgánicos	Inorgánicos
Ejemplos	Inorgánico-orgánico	Parafinas	Hidratos de sal
	Inorgánico-inorgánico	Ácidos Grasos	Metales
	Orgánico-orgánico	Alcoholes Esteres Polietilenglicol	
Ventajas	Amplia gama de cambio de fase temperatura	No corrosivo	No inflamable
	Buena estabilidad química y térmica	Buena estabilidad química y térmica	Barato
	Gran capacidad calorífica	Sin sobreenfriamiento	Alto calor de fusión
Desventajas	Poco o ningún sobreenfriamiento	Alto calor de fusión Baja presión de vapor No tóxico	Buena conductividad térmica
	Fugas durante la transición de fase	Baja conductividad térmica	Corrosivo
	Baja conductividad térmica	Entalpía de cambio de fase baja Altos cambios en los volúmenes durante la transición de fase	Descomposición de fase Alto efecto de sobreenfriamiento Pérdida de hidratación durante todo el proceso Baja estabilidad térmica

Tomado de (Pahamli & Sadegh Valipour, 2020).

PCM Orgánicos

Las parafinas, no parafinas, ácidos grasos y azúcares alcoholes son los PCM orgánicos principales (Moreno & Jonathan, 2018). La estabilidad térmica, subenfriamiento o segregación son los inconvenientes que mayormente presentan los PCMs inorgánicos y que en los PCMs orgánicos no es común. Los ciclos reiterados de solidificación y fundición de los PCMs orgánicos es la razón por la cual no presentan inconvenientes de segregación, es decir mantienen su capacidad de almacenamiento por calor latente continuamente, además los PCMs orgánicos alcanzan su estado sólido con un mínimo o ningún subenfriamiento, y no son corrosivos generalmente. Cabe recalcar que una de las principales desventajas de los PCMs orgánicos es

que en algunos casos la resistencia al fuego es muy baja (Fabiani, Pisello, Barbaneraa, & Cabeza, 2020).

PCM parafínicos

Son materiales de cambio de fase prometedores ya que presentan estabilidad química, bajo sibre enfriamiento y no son tóxicos; sin embargo tienen menor conductividad química y térmica por lo que la eficiencia del sistema es menor. Para aumentar la eficiencia en los procesos de liberación de energía y almacenamiento, por lo que se emplean como aditivos diferentes como espumas metálicas y materiales de carbono para así lograr un mejor proceso de transferencia de calor en el PCM parafínicos. Cabe recalcar que la adición de aditivos incrementa peso y costo en el sistema de almacenamiento. En parafinas puras durante los procesos de fusión y solidificación la temperatura incremento de -20°C a 60°C para la prueba de fusión para después disminuir a -20°C en la prueba de solidificación por $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ con un caudal de nitrógeno de $50\text{ mL}/\text{min}$. Los PCM parafínicos a diferencia de los no parafínicos se caracterizan por ser materiales inflamables por lo que no deben ser expuestos a una temperatura excesivamente alta, agentes oxidantes o llamas. (Sun, Liu, Mo, Li, & Li, 2020).

PCM no-parafínicos

Son los materiales de fase más numerosos con propiedades variadas, sin embargo cada uno de estos materiales tienen propiedades características, lo que no pasa con los PCM parafínicos ya que sus características son similares. Las características principales de estos materiales son inflamabilidad, baja conductividad térmica, puntos bajos de ignició, diferente nivel de toxicidad, inestabilidad a altas temperaturas (Bistué & Carmen, 2015).

Ácidos Grasos

Los ácidos grasos presentan propiedades como estabilidad química, densidad de almacenamiento de energía térmica cercana a la de parafinas, además la temperatura de fusión tiene un comportamiento similar, es decir es directamente proporcional a la longitud de la molécula. Entre los ácidos grasos que prevalecen tenemos el ácido cáprico, ácido caprílico, ácido láurico y ácido palmítico.

El ácido caprílico presenta un olor fuerte, característica que debe ser considerada para la selección del sistema de contención o encapsulamiento.

Los PCMs pueden ser obtenidos de grasas animales y vegetales tales como: palma, coco, soja, manteca de cerdo, y pueden ser extraídos de subproductos de industrias alimenticias, agrícolas o productores de biocombustibles. Entre sus principales características encontramos que son menos inflamables a comparación de las parafinas, no son tóxicos, biodegradación fácil y vida útil prolongada. Su mayor ventaja frente a las parafinas es el impacto ambiental, además de la seguridad y costos (Singh Rathore & Kumar Shukla, 2021).

Semilla de aguacate maduro

El rendimiento de producción de aguacate en el Ecuador ha aumentado en los últimos años, ya que las semillas han ido mejorando genéticamente, teniendo así que entre los años 2008 y 2018 aumentó el rendimiento de la producción en 4 toneladas de aguacate por hectárea como se muestra en el figura 1, lo que se ve reflejado en el aumento de ingresos y en la participación de oferta tanto en el mercado nacional como interancional (Álvarez Flores, Vite Cevallos, Garzón Montealegre, & Carvajal Romero, 2021).

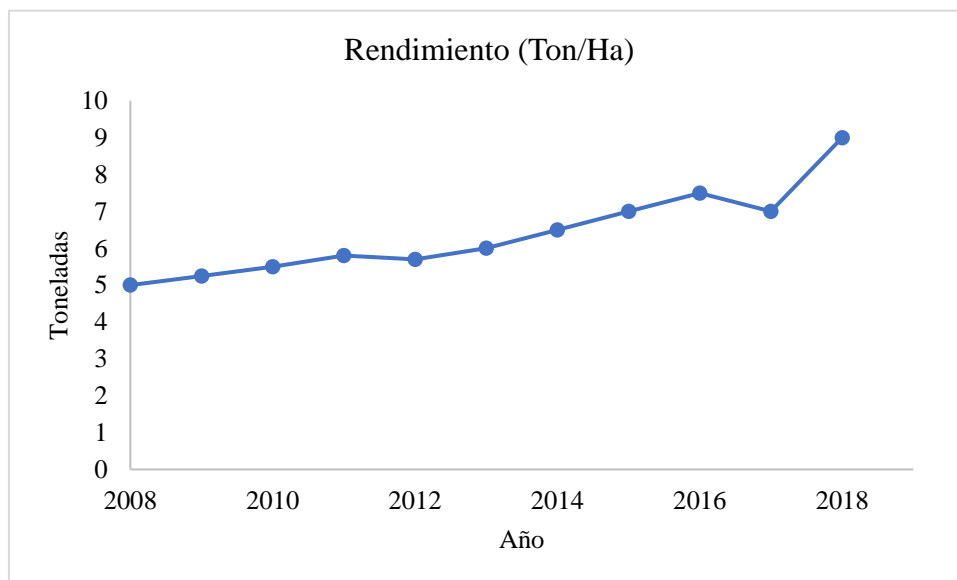


Gráfico 1 Rendimiento en toneladas de aguacate por hectárea.

Tomado de Álvarez Flores, Vite Cevallos, Garzón Montealegre, & Carvajal Romero (2021)

Considerando que la semilla del aguacate es un desperdicio en la industria gastronómica ecuatoriana, y tomando en consideración que el consumo de aguacate por persona ha aumentado en la última década y que el promedio de consumo de aguacate de los ecuatorianos es de 1kg por persona por año como lo menciona Álvarez Flores, Vite Cevallos, Garzón Montealegre, & Carvajal Romero (2021) en su investigación. Cabe recalcar que el porcentaje de semilla de aguacate (desperdicio) es equivalente aproximadamente al 15% del peso del aguacate (García-Fajardo, Ramos-Godínez, & Mora-Galindo, 2010).

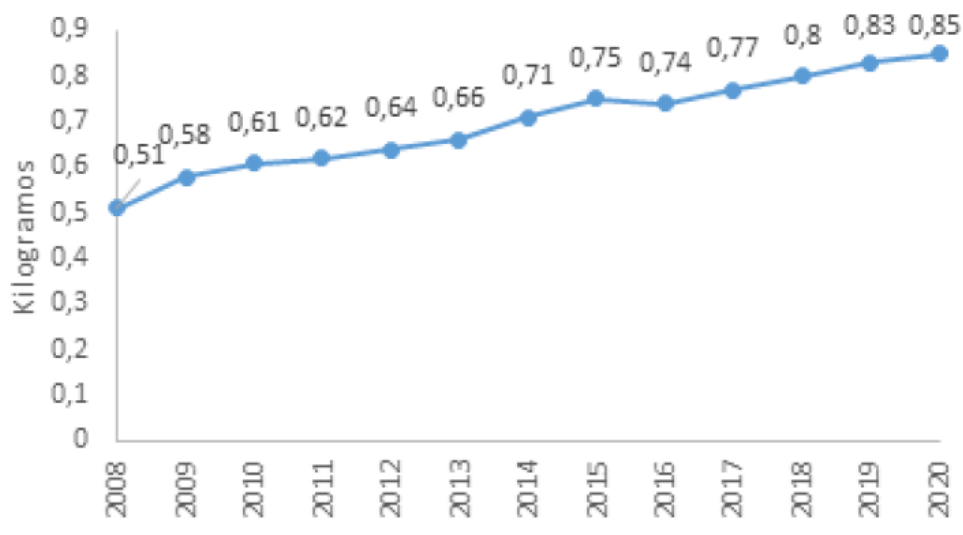


Gráfico 2 Consumo per cápita aparente de aguacate en (kg-Persona/año).

Tomado de Álvarez Flores, Vite Cevallos, Garzón Montealegre, & Carvajal Romero (2021).

Cid-Pérez, y otros, 2021 (2021) obtuvieron los siguientes resultados de su investigación de caracterización del aceite de semilla, la semilla contiene sesquiterpenoides, ésteres de ácidos grasos insaturados y ácidos grasos poliinsaturados; así también los extractos etanólicos y acetónicos de la semilla de aguacate contiene compuestos fenólicos con capacidad antimicrobiana y antioxidante. A pesar de que el aceite fue extraído de un residuo del aguacate los ésteres de ácidos grasos y ácidos grasos insaturados determinados en la investigación son esenciales por lo tanto son favorables para la salud.

Reyes (2020) en su investigación encuentra los siguientes resultados de la caracterización del aceite de semilla de aguacate maduro: la entalpia de 52,93 J/g, así también se encontró que a temperatura ambiente el aceite permanece en estado líquido y que el proceso de cambio de fase se da en la temperatura de -3.5°C y que una vez que el proceso de solidificación se ha dado al aumentar la temperatura la fusión se lleva a cabo aproximadamente a los -23°C . El aceite de semilla de aguacate maduro se degrada alrededor de los 300°C , sin embargo considerando la presencia del oxígeno en el ambiente y la temperatura la degradación térmica se llevaría a cabo de

los 220°C, concluyendo que la degradación térmica no tendría lugar para aplicaciones de temperaturas bajas, teniendo así que el rango en el que se puede emplear este material se encuentra en -25°C a 14°C, sin embargo cabe recalcar que al no poseer un valor de calor latente alto se requiere utilizar mayor cantidad de PCM para obtener los resultados esperados.

Aplicación de PCMs

Acurio, Chico-Proano, Martínez-Gómez, Ávila, & Ávila (2018) en su investigación concluyen que el empleo de la diatomea, material reciclado de la producción de aceite de palma, proveen un rendimiento térmico como químico comparable respecto a los PCMs compatibles con una diatomita pura. La mayor ventaja del uso de diatomera reciclada es que es más barata además del comportamiento térmico en los ciclos térmicos y menor cantidad de diatomita, por lo que este PCM es eficaz, rentable y respetuoso con el medio ambiente.

Fabiani, Pisello, Barbaneraa, & Cabeza (2020), señala que en su investigación encontraron que el PCM de aceite de palma caducado tenía dos picos de fusión amplios de temperatura de -8.8 y 24°C; y entalpia de fusión aproximada de 33 y 14 kJ/kg respectivamente. Se evidenció la estabilidad a largo plazo de la mezcla al combinar y ciclos térmicos. En cuanto a la calefacción se registró 4 puntos de flexión mientras que para el enfriamiento 5 puntos de flexión en la rampa, obteniendo así un resultado el fenómeno de subenfriamiento significativo que dan lugar durante la transición de temperaturas más altas. Así también se puede evidenciar el mejoramiento ambiental en el comportamiento general de aceite de palma caducado, siendo este un potencial material para la eficiencia energética debido a su bajo costo, gran disponibilidad en cuanto al medio ambiente, simplicidad y respeto al medio ambiente.

Mohseni & Tang (2021) en su investigación concluyeron que el PCM dependerá del área de la construcción de una edificación, encontrando que tanto como para techo como paredes el PCM

indicado es aquel que tiene una temperatura de fusión de 21°C con un espesor de 10 mm, ya que de esta manera el desempeño de consumo energético mejoró, transfiriendo las cargas durante los periodos de máxima demanda, lo cual repercute en la reducción de la emisión de CO₂ total, teniendo la edificación un tiempo de vida útil de 50 años.

Cámaras de refrigeración

Adil, Abubaker, & Mohammedali (2020) menciona que durante varios años el empleo de los materiales de cambio de fase se ha enfocado en la investigación en aplicaciones como evaporadores y más no en condensadores, indicando que la aplicación de PCM es un material potencial para el mejoramiento del COP o coeficiente de desempeño del ciclo de refrigeración, y la eficiencia exergética o rendimiento de sistemas de refrigeración, reduciendo el consumo de energía, emisiones de CO₂ y comportamiento de fluctuación de la temperatura. El rendimiento del PCM empleado en sistemas de refrigeración dependerá de la configuración, geometría, ubicación y orientación, considerando que los PCMs comúnmente utilizados en sistemas de refrigeración son soluciones de PCM eutécticas y de agua, concluyendo que el PCM que mejor rendimiento presenta para los sistemas de enfriamiento son los eutécticos.

Ghahramani Zarajabad & Ahmadi (2018) alude que el aumento del espesor del PCM en una cabina del congelador estudiado incrementará en el tiempo de mantenimiento en la cabina del congelador en condiciones estándar de un sistema de almacenamiento en frío, puesto que al constar con un PCM más grueso el ambiente fresco en la cabina será mayor. Durante la transferencia del PCM y la cabina del congelador, se liberan el calor sensible y latente en la cabina del congelador, por lo que al aumentar el espesor del PCM, la masa incrementaría y por lo tanto aumenta el calor latente y la sensibilidad de transferencia del calor sensible. En la

investigación emplea un NaCl-H₂O eutéctica, con temperatura de fusión de -23 °C, como PCM para una cabina de congelación de 28 * 31,5 * 43,5 cm de dimensiones interiores y 37 mm de espesor del aislante; en la parte superior de la cabina se encuentra el contenedor del PCM de medidas (28 cm * 31,5 cm * h), siendo h el espesor del contenedor del PCM una variable del estudio, considerando que la temperatura ambiente es de 25 °C y que la temperatura de la superficie del evaporador es -23°C, cuando el sistema de refrigeración esta encendida y que las paredes del congelador están aisladas con poliuretano.

Pirvaram, Sadrameli, & Abdolmaleki (2019) menciona que el empleo de los PCMs eutécticos de polietilenglicol-1000 y polietilenglicol-600 con baja conductividad térmica y diferentes puntos de fusión dispuestas en cascada es efectiva en sistemas de almacenamiento de energía térmica de calor latente ya que de esta manera la transferencia de calor del condensador de un refrigerador presenta un rendimiento mejor de transferencia, por lo que la temperatura de condensación disminuye. El tiempo de funcionamiento del compresor de la refrigeradora disminuye de 32.7 % al 27.6%, así también el consumo de energía del refrigerador con PCMs disminuyó el 13% consumo de energía respecto a un refrigerador convencional.

Material de empaque

La caja térmica P10, utilizado para esta investigación como el contenedor de almacenamiento en frío de poliestireno expandible(EPS) presenta características optimas para el almacenamiento de alimentos congelados tales como helados, pescados, mariscos, medicinas; productos que necesiten conservar una temperatura específica; cumpliendo con altos estándares de higiene e inocuidad, evitando el ingreso de bacterias u hongos, por lo que es inoloro. El rango de temperatura de la caja térmica P10 es de -180°C hasta 95°C, protegiendo así a los cambios bruscos de temperatura; así también presenta resistencia a la humedad al ser completamente

impermeable. El material es liviano así como rígido, por lo que no sufre deformaciones (Plastex, 2020) . Observar la ficha técnica en el Anexo A. Marcos-Rodriguez (2019) concluye en su investigación que la cadena de frío para productos refrigerados en cajas térmicas de EPS y con gel packs se mantiene en el rango de 2 a 8°C, y que a mayor cantidad de gel packs distribuidos en la caja térmica, la temperatura interna de las cajas se mantiene por mayor tiempo en el rango de 2 a 8 °C.

Empaques PA/PE al vacío son fundas multicapas (nueve capas entre Nylon (NA), Polietileno (PE) y EVOH para alta barrera) coextruídas que tienen 3 lados sellados para asegurar el empaque al vacío. Las resinas de las empaques cumplen requerimientos de Food and Drug Administration (FDA). Empaques se caracterizan por tener un alto aislamiento (barrera de oxígeno y gases) lo que garantiza la prevención de crecimiento de microorganismos, limitación de crecimiento de hongos o bacterias aeróbicas, remoción de oxígeno, prevención en la evaporación de componentes volátiles; por lo que están diseñados para el almacenamiento de alimentos congelados como mariscos, cárnicos, pan, productos pasteurizados; previniendo que se quemen por congelación al aislar los alimentos (Ecuapack, 2020). Castro (2021) menciona los empaques de PA/PE multicapa son los adecuados para carnes en una combinación de PA/PE; ya que para el caso de la polimanida PA que es relativamente permeable al oxígeno, sin serlo para el vapor de agua, la cual es usada como capa externa; y para el caso del polietileno PE presenta propiedades opuestas al PA; por lo que la combinación de ambos se establece una estructura muy fuerte contra la evaporación de vapor de agua y el oxígeno.

Instrumentación

NodeMCU 8266

Es un firmware y kit de desarrollo del código abierto que facilita la creación de un producto IoT. NodeMCU es empleada mediante API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) avanzada para IO de hardware. API tiene la capacidad de reducir trabajo redundante para la manipulación y configuración del hardware. Esta equipada con un chip Wi-Fi integrado (Probo Saputra & Lukito, 2017). De La Torre (2018) en su trabajo de investigación utiliza la NodeMCU 8266 para el registro de temperaturas de cámaras de secado obteniendo buenos resultados y mencionando que es realmente útil para el registro de datos ya que aparte de ser asequible en cuanto al precio, además de disponer de varios pines GPIO libres en los que se pueden conectar diferentes sensores.

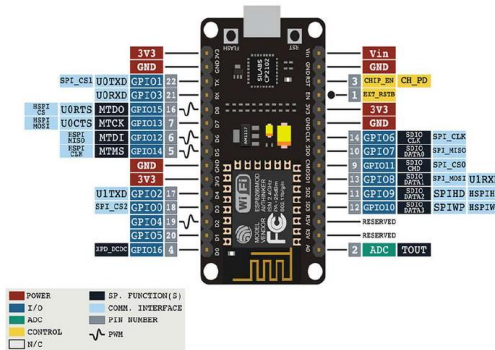


Figura 1 NodeMCU ESP 8266.

Tomado de Probo Saputra & Lukito(2017).

Sensor de temperatura: Termocupla tipo K

Es el termopar colectivo más recomendado universalmente ya que su precio es accesible, posee una amplia variedad de sondas están disponibles y por las propiedades del material tales como difusividad térmica, conductividad térmica e intervalo de temperatura constante. El rango de temperatura de la termocupla tipo K es de -270°C a 1378°C . Su límite de error es de $\pm 2.2^{\circ}\text{C}$.

(Kumar Manjhi & Kumar, 2019). A nivel industrial es el sensor de temperatura más utilizado. Consta de dos alambres de diferentes materiales que se unen en un extremo. La función de la termocupla tipo K es obtener la temperatura, mismas que son enviadas mediante una señal analógica hacia el módulo max6675 (Calderón-Córdova, y otros, 2020).

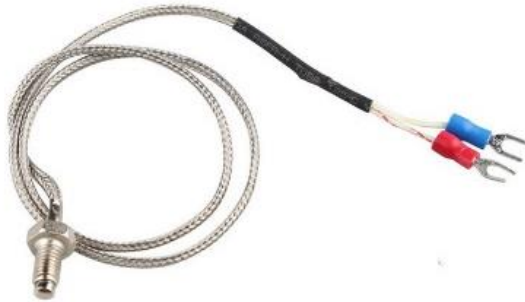


Figura 2 Termocupla tipo k

Módulo max6675

La lectura de datos de la temperatura es medida por la termocupla tipo K para lo cual es necesario un convertidor de señal analógico a digital. La ventaja del módulo MAX6675 es que puede ser empleado en cualquier tarjeta de desarrollo o microcontrolador, ya que su salida es compatible con el bus SPI (Calderón-Córdova, y otros, 2020).

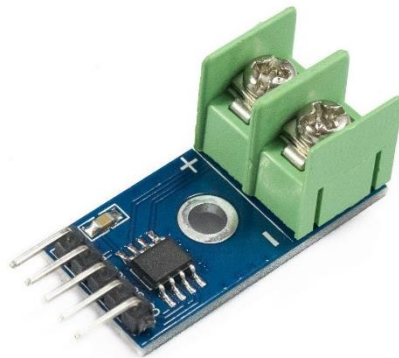


Figura 3 *Módulo max6675*

Plataforma Adafruit IO

Es un servicio en la nube, por lo que la plataforma ejecuta las funciones, que al ser un servicio en la nube puede conectarse a través del Internet. Su función principal es almacenar datos para después tener la posibilidad de recuperarlos. Muestra los datos en tiempo real (IO, s.f.).

CAPÍTULO II

Metodología

La metodología aplicada en la investigación es hipotética-deductiva, puesto que para realizar el diseño del contenedor se ha investigado acerca de estudios realizados de almacenamiento en frío con PCM orgánico. En la parte experiencial que abarca la investigación, consideraremos como variables independientes las dimensiones de las bolsas contenedoras de PCM orgánico, la configuración de las bolsas de PCM y el rango de temperatura de cambio de fase de -23°C a 14°C . La variable dependiente es el tiempo de operación. El material que se empleará en el contenedor de almacenamiento en frío es de poliestireno Expandible (EPS) de 392x312x161 mm externamente, 350x275x113 mm internamente para el contenedor isotérmico y fundas para empaque al vacío: PA/PE Film co-extruído para las bolsas que contienen PCM orgánico que se evaluarán en la configuración de los 3 tamaños que corresponden a 90x130 mm, 95x200 mm y 130x200 mm, para determinar la configuración de las bolsas dentro del contenedor con el control de temperatura en el rango de 6 y 12 horas mediante el uso de sensores de temperatura.

Tabla 3 Variables Independientes y Dependientes

Variables Independientes	Variables Dependientes
Tamaño de las bolsas de PCM	Tiempo de operación
Configuración de bolsas de PCM	
Temperatura interior de contenedor	

Tabla 4 Diseño según factores y niveles

Factores
Tamaño de las bolsas contenedoras de PCM
Configuración de bolsas de PCM
Tiempo de operación
Niveles
Tamaño de las bolsas de PCM
90x130 mm
95x200 mm
130x200 mm
Configuración de bolsas de PCM
4 bolsas de 90x200
2 bolsa de 95x200 y 1 bolsa de 130x200
Temperatura interior de contenedor
Temperatura mínima -14°C
Temperatura máxima 14°C

Material de cambio de fase

Reyes (2020) menciona en su investigación que el aceite de pepa de aguacate maduro presenta mejores propiedades térmicas por lo para la presente investigación se trabajará con los datos de la caracterización del PCM orgánico que se observa en la tabla 1.

Tabla 5 Características PCM

Característica	Descripción
Densidad	0.86875 g/ml o
	868.75 kg/m ³
Conductividad térmica	0.016 W/m ^{°K}
Capacidad calórica	3589.76 J/kg ^{°K}
Temperatura de fusión	-23°C

Tabla 2 Características PCM. Tomado de (Reyes, 2020)

Recolección y almacenamiento de semilla de aguacate de maduro.

La semilla de aguacate maduro se obtuvo de varios restaurantes de comida típica ubicados en el valle de los chillos, ya que este es un desperdicio para los restaurantes.

El almacenamiento de la semilla de aguacate maduro recolectado se realizó a temperatura de 3°C en fundas ziploc, hasta conseguir la cantidad requerida. El proceso de molienda de la semilla de aguacate maduro, mediante el uso de un molino manual.

El proceso de secado natural se lleva a cabo en bandejas de aluminio que contienen la semilla del aguacate maduro molido, mismas que se estarán cubiertas con papel film que tendrá orificios para evitar condensaciones en el proceso de secado. Este proceso se lleva a cabo frente a la venta de un espacio cubierto que tiene entrada de luz natural.

Extracción de aceite de la materia prima por destilación por arrastre de vapor

Método basado en la generación de vapor mediante el uso de un hervidor. El principio elemental de la destilación de líquidos heterogéneos como el agua y el aceite es la presión de vapor característica de cada uno de los líquidos, que al combinar alcanzan la presión del recinto

por lo que la mezcla ebulle. Aceites esenciales de puntos de ebullición de hasta 300°C, evaporan a temperaturas cercanas de ebullición del agua (Carrasco, 2018).

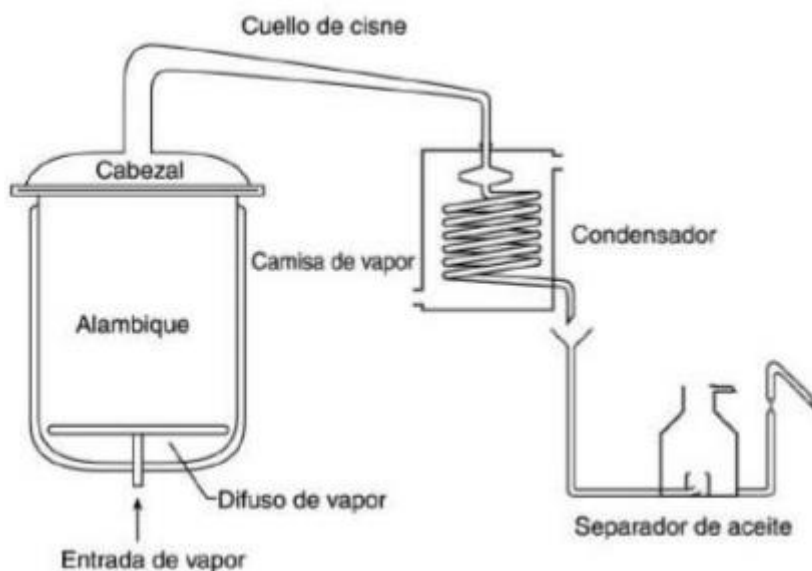


Figura 4 Equipo de extracción mediante arrastre de vapor.

Tomado de Carrasco (2018).

En la figura 5 se puede observar el proceso de pesaje de la semilla de aguacate previamente triturada, para el proceso de deshidratación de la misma, permitiendo de esta manera realizar el proceso de extracción por destilación por arrastre de vapor.



Figura 5 Materia Prima



Figura 6 Extracción de aceite por arrastre de vapor

Caja térmica P10

Tabla 6 Características externas contenedor

Características	Dimension	Unidad
Ancho	392	mm
Profundidad	312	mm
Alto	161	mm
Material	Poliestireno Expandible (EPS)	-

Tabla 7 Características internas contenedor

Características	Dimension	Unidad
Ancho	350	mm
Profundidad	275	mm
Alto	113	mm
Material	Poliestireno Expandible (EPS)	-



Figura 7 Contenedor isotérmico de EPS.

Tomado de Plastex S.A. (2020)

Tabla 8 Fundas para empaque al vacío: PA/ PE FILM CO-EXTRUIDO

Características	Opcion 1		Opcion 2		Opcion 3	
	Dimensión	Unidad	Dimension	Unidad	Dimension	Unidad
Ancho	90	mm	95	mm	130	mm
Alto	130	mm	200	mm	200	mm
Material	PA/PE Film co-extruído	-	PA/PE Film co-extruído	-	PA/PE Film co-extruído	-



Figura 8 Fundas para empaque al vacío: PA/ PE FILM CO-EXTRUIDO

Tomado de Plastimundo Cia. Ltda (2020).

Las condiciones de operación a considerar son la temperatura inicial del PCM orgánico de -18°C , la temperatura interna del contenedor inicial de -14°C y una temperatura ambiente de 20°C

como se muestra en la tabla 7. La temperatura inicial del PCM se alcanzará cuando el PCM se encuentre estado sólido completamente y esto se conseguirá colocando las bolsas de poliestireno de alta densidad con PCM en un congelador.

Tabla 9 Condiciones de operación

Condiciones de operación	Medida	Unidad
Temperatura inicial PCM	-18	°C
Temperatura interna inicial del contenedor	-14	°C
Temperatura ambiente	20	°C

Considerando que un compuesto de PCM orgánico de una sola sustancia pura tiene la temperatura fusión definida, la interfaz sólido-líquido se identifica claramente la fases líquida y sólida. En esta investigación se tomaran los datos obtenidos por Reyes (2020), mismo que indica que el punto de fusión es de - 23 °C.

La configuración que se realizará de la combinación de los empaques con aceite de semilla de aguacate maduro será para la primera combinación 4 empaques de 90x200 que se colocan, mediante el uso de cinta doble faz, en cada una de las paredes internas del contenedor; cada empaque contiene 75 ml de aceite; la segunda combinación es de tres empaques dos de 95x200 que contiene 75 ml de aceite y otro empaque de 130x200 que contiene 150 ml de aceite, los empaques de 95x200 se colocan en las paredes internas de 275mm y el empaque de 130x200 en una de las paredes internas de 350mm, tanto para las bolsas de 95x200 como para la 130x200 son sujetadas al contenedor mediante cinta doble faz; realizando 3 experimentaciones para cada una de las combinaciones mencionadas.

Control de temperatura

El control de la temperatura se llevó acabo mediante el uso de una termopar tipo K ya que es un sensor de temperatura estable en el tiempo y las mediciones de temperatura son precisas.

Oro, Chui, Martin, & Cabeza (2013) en la experimentación de la investigación emplean termopares tipo T, obteniendo resultados confiables de las temperaturas registradas, por lo que en la presente investigación se emplearán termopares tipo K ya que están disponibles en el mercado y su sensibilidad en la toma de datos es confiable.

Se instalarán 3 termopars tipo k una fuera del contenedor para realizar un control de la temperatura ambiente, la segunda termopar en el interior del contenedor y el tercero la temperatura del PCM, abriendo el contenedor cada 1 hora hasta que el PCM alcance la temperatura de 14°C, la temperatura se registrará en el software cada 1 minuto de los tres termopar tipo K. La toma de datos se realizará tanto en un contenedor con PCM como sin PCM para obtener datos de referencia.

La programación de las temocuplas de lo realizó mediante el software Arduino con el paquete del módulo correspondiente. Ver en anexo C

Distribucion de la pantalla para el control de datos en la plataforma de Adafruit. En la figura 9 se pueden observar los gráficos en los que se van a registrar las temperaturas por medio de los sensores a lo largo del tiempo.



Figura 9 Configuración de la programación de Adafruit

En la figura 10 se observa el diagrama de funcionamiento del programa de la NodeMCU 1 en el cual se declararán las siguientes variables: temperatura contenedor y temperatura PCM, continuando con la programación se conecta la tarjeta NodeMCU a la red de internet, una vez verificado el acceso a la red de internet se procede con la configuración MQTT y la conexión a la base de datos Adafruit, para la adquisición y publicación de Temperatura del Contenedor y Temperatura del PCM.

En la figura 11 se observa el diagrama de funcionamiento del programa de la NodeMCU 2 en el cual se declararán las siguientes variables: temperatura contenedor sin PCM y temperatura ambiente, continuando con la programación se conecta la tarjeta NodeMCU a la red de internet, una vez verificado el acceso a la red de internet se procede con la configuración MQTT y la conexión a la base de datos Adafruit, para la adquisición y publicación de Temperatura del Contenedor sin PCM y Temperatura ambiente.

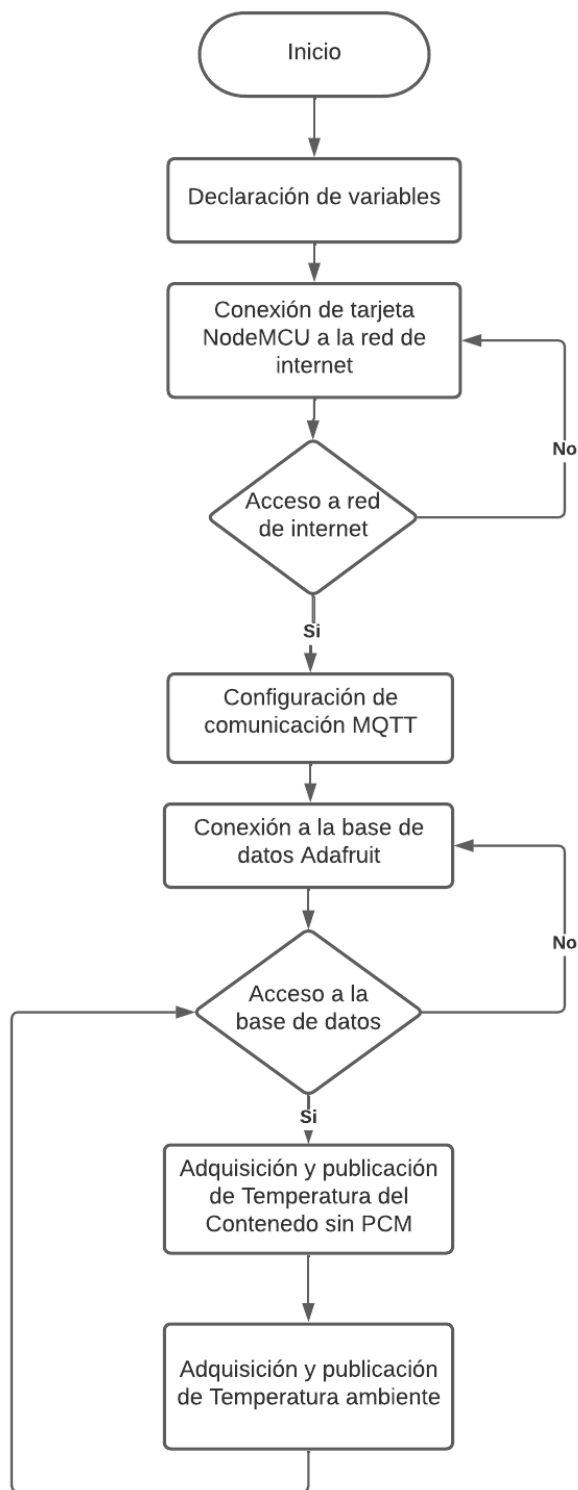


Figura 10 Diagrama de flujo NodeMCU 1

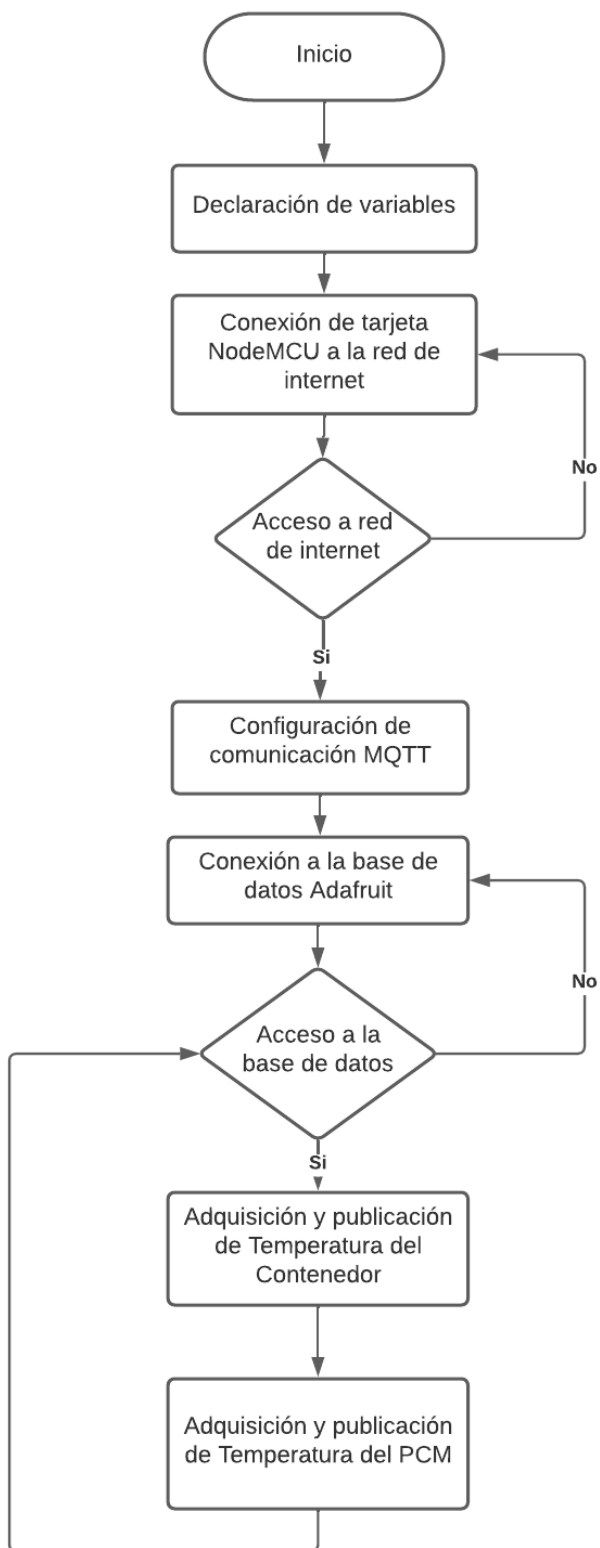
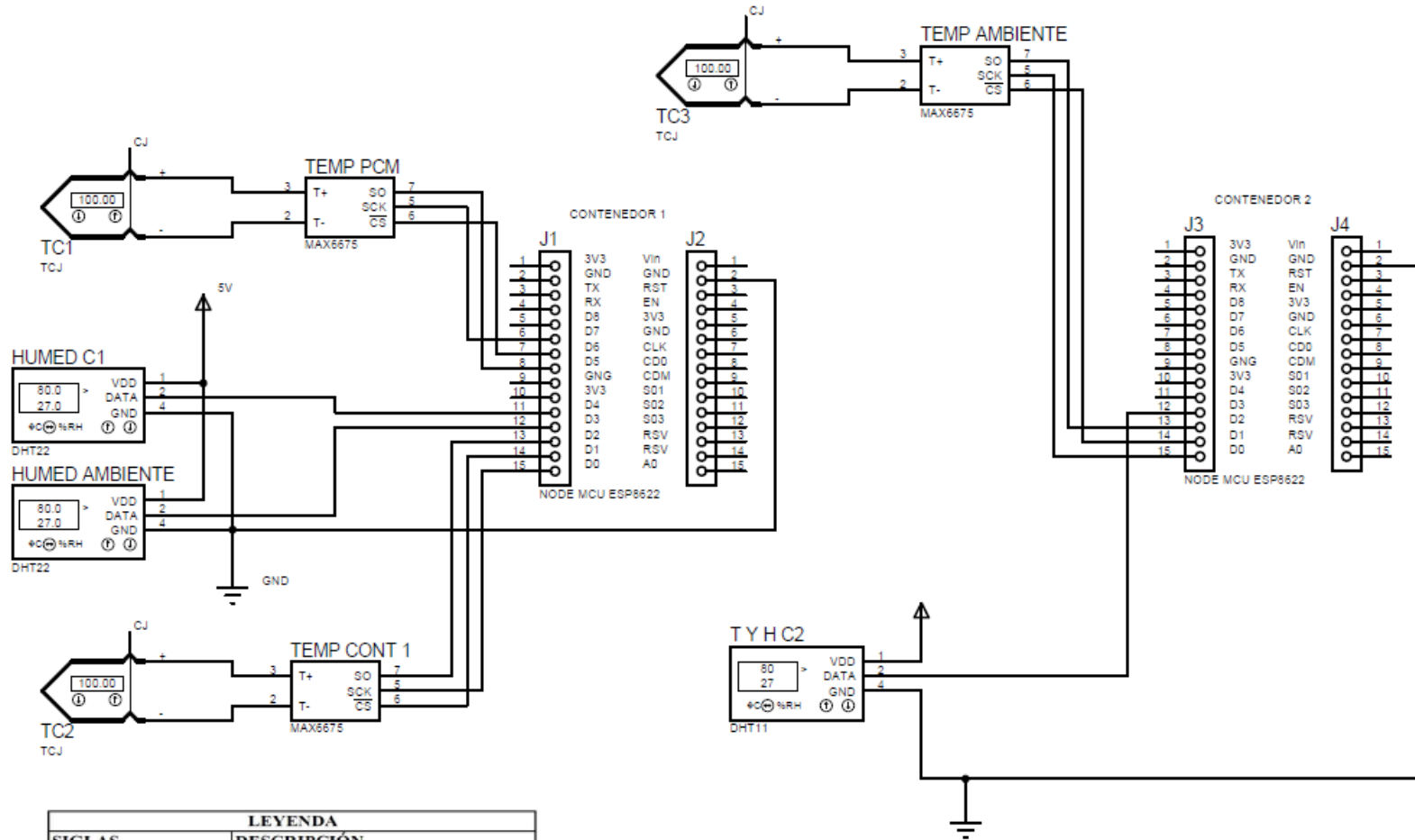


Figura 11 Diagrama de flujo NodeMCU 2

Instrumentación del contenedor

Se procede a colocar las termocuplas tipo k en los contenedores que se evaluarán son un contenedor con PCM y otro sin PCM. Para el primer caso colocaremos dentro del contenedor dos termocuplas de tipo k una para evaluar la temperatura del contenedor y otra para el control de la temperatura del PCM; para el caso del segundo contenedor se instaló una termocupla tipo k para el control de la temperatura interna del contenedor. Se colocará fuera del contenedor una termocupla que registrará la temperatura ambiente.

Diagrama de conexión de NODEMCU



LEYENDA	
SIGLAS	DESCRIPCIÓN
TEMP PCM	Temperatura PCM
TEMP CONT 1	Temperatura contenedor 1
HUMED C1	Humedad contenedor 1
HUMED AMBIENTE	Humedad ambiente
TEMP AMBIENTE	Temperatura ambiente
T Y H C2	Temperatura y humedad contenedor 2

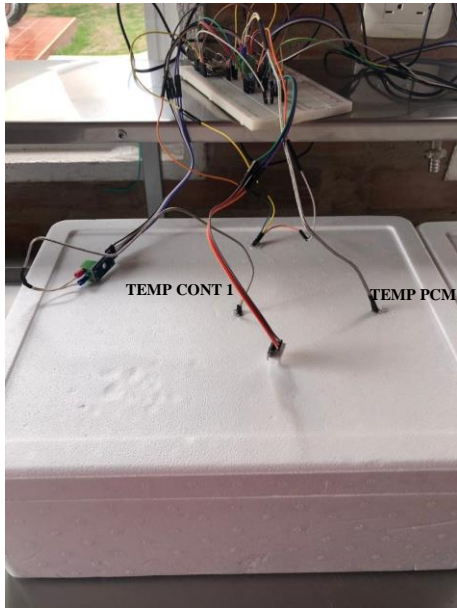


Figura 12 Instrumentación
Contenedor con PCM

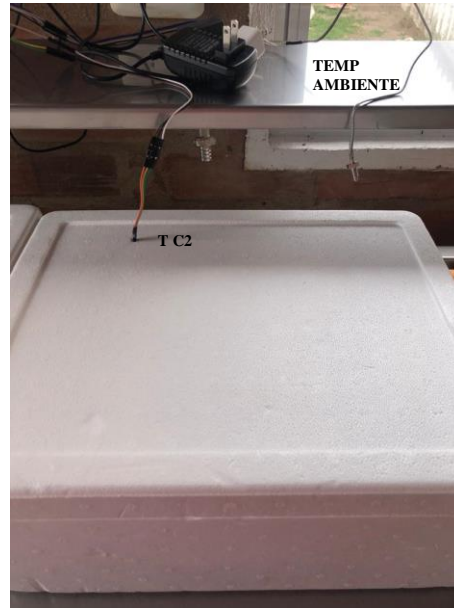


Figura 13 Instrumentación
Contenedor sin PCM

En la figura 13 se observa la ubicación de las termocuplas del contenedor 1; en el contenedor 1 a lado derecho se ubico una termocupla que registra los datos correspondientes al PCM empaquetado, en el centro del contenedor 1 tenemos a la termocupla que registra los datos de la temperatura del contenedor. En la figura 14 se observa que el sensor DTH11 se encuentra en la esquina izquierda el cual registra los datos de temperatura del contenedor 2.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Extracción aceite de aguacate

La extracción de aceite de semilla de aguacate por medio de arrastre de vapor tuvo un rendimiento del 5,21% ya que se extraída 0,06 ml de aceite por kilogramo de semilla de aguacate maduro; por lo que para extraer 300 ml de aceite de semilla de aguacate maduro fueron necesarios aproximadamente 50 kg.



Figura 14 Extracción aceite de semilla de aguacate maduro



Figura 15 Aceite de semilla de aguacate empaquetado

En la figura 13 se observa el aceite de semilla de aguacate maduro empaquetado en bolsas de PA/PE, mismo que se encuentra en estado sólido. A pesar que el aceite presentaba emisiones de olor poco agradables durante la extracción del mismo cuando fueron empaquetados en los empaques co-bbextruidos de PA/PE ya no se percibían ningún olor. Por otra parte no se identificó ningún signo de degradación durante el cambio de fase.

Combinación de paquetes de aceite en los contenedores

Para la primera combinación se coloca 4 paquetes de 75 ml cada de uno aceite de semilla de aguacate maduro en cada pared del contenedor ya que el volumen con el que se realiza la experimentación es el 3% del volumen del contenedor, encontrando los siguiente resultados en cada una de las replicas realizadas para esta combinación, se registran datos de temperatura del contenedor del PCM, temperatura del PCM, temperatura ambiental y temperatura de un contenedor sin PCM.



Figura 16 Contenedor con la primera combinación de distribución de PCM

La tabla 10 muestra los datos tomados cada media en la primera experimentación de la primera combinación, la tabla completa se observa en el ANEXO D.

Tabla 10 Resultados de la primera experimentación de la primera combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTAL	CONTENEDOR SIN PCM
8:30:30	-14,0	-18,0	14,1	12,9
9:00:30	-12,4	-16,3	14,9	13,1
9:30:30	-11,0	-14,2	15,7	13,3
10:00:30	-9,4	-12,3	16,3	13,4
10:30:30	-7,9	-10,1	16,9	13,6
11:00:30	-6,3	-8,2	17,5	13,8
11:30:30	-4,2	-6,4	18,1	13,9
12:00:30	-2,6	-4,3	18,7	14,1
12:30:30	-0,8	-2,6	19,4	14,3
13:00:30	1,0	-0,4	20,1	14,5
13:30:30	2,8	1,4	20,7	14,6
14:00:30	4,4	3,0	21,4	14,8
14:30:30	6,2	4,0	22,2	15,0
15:00:30	7,8	4,9	22,9	15,2
15:30:30	9,3	6,2	23,7	15,3
16:00:30	10,8	7,2	24,6	15,5
16:30:30	12,1	8,9	25,1	15,7

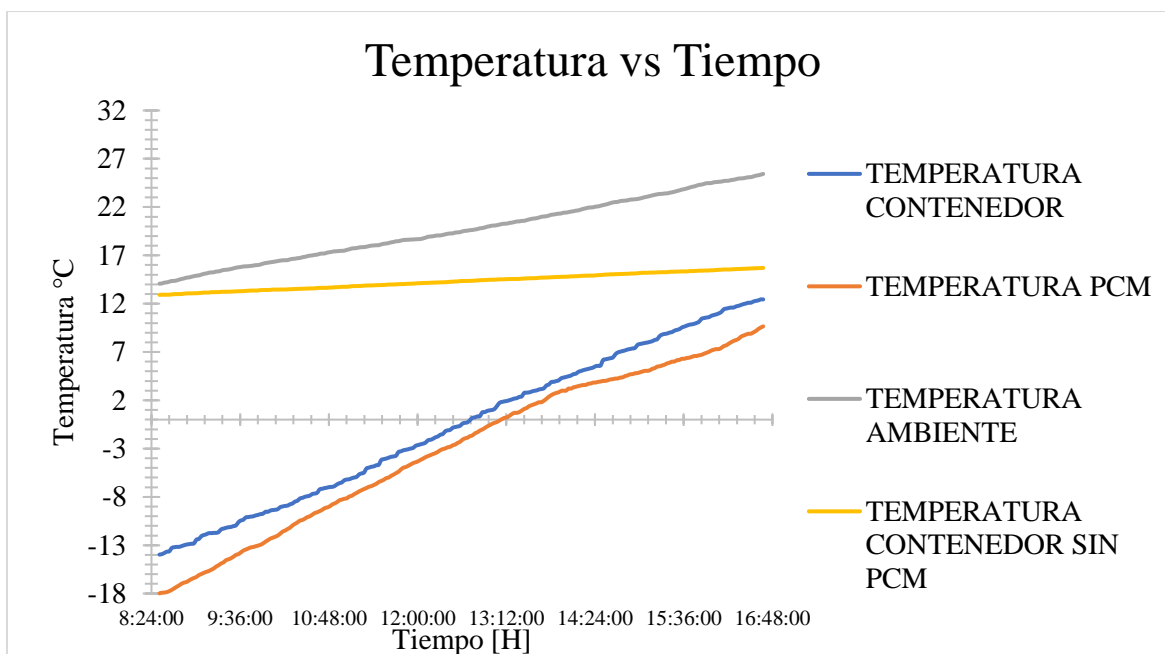


Gráfico 3 Resultados primera experimentación primera combinación

La tabla 11 muestra los datos tomados cada media en la segunda experimentación de la primera combinación, la tabla completa se observa en el ANEXO D.

Tabla 11 Segunda experimentación primera combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTAL	CONTENEDOR SIN PCM
8:00:30	-14,0	-18,0	14,0	12,9
8:30:30	-12,4	-16,2	14,7	13,1
9:00:30	-11,0	-14,1	15,4	13,3
9:30:30	-9,4	-12,3	16,1	13,4
10:00:30	-7,9	-10,1	16,6	13,6
10:30:30	-6,3	-8,2	17,2	13,8
11:00:30	-4,2	-6,3	17,8	13,9
11:30:30	-2,6	-4,2	18,4	14,1
12:00:30	-0,8	-2,6	19,1	14,3
12:30:30	1,1	-0,4	19,7	14,5
13:00:30	2,8	1,4	20,5	14,6
13:30:30	4,4	3,1	21,1	14,8
14:00:30	6,2	4,0	21,8	15,0
14:30:30	7,9	4,9	22,5	15,2
15:00:30	9,3	6,2	23,2	15,3
15:30:30	10,9	7,3	23,9	15,5
16:00:30	12,2	9,0	24,6	15,7

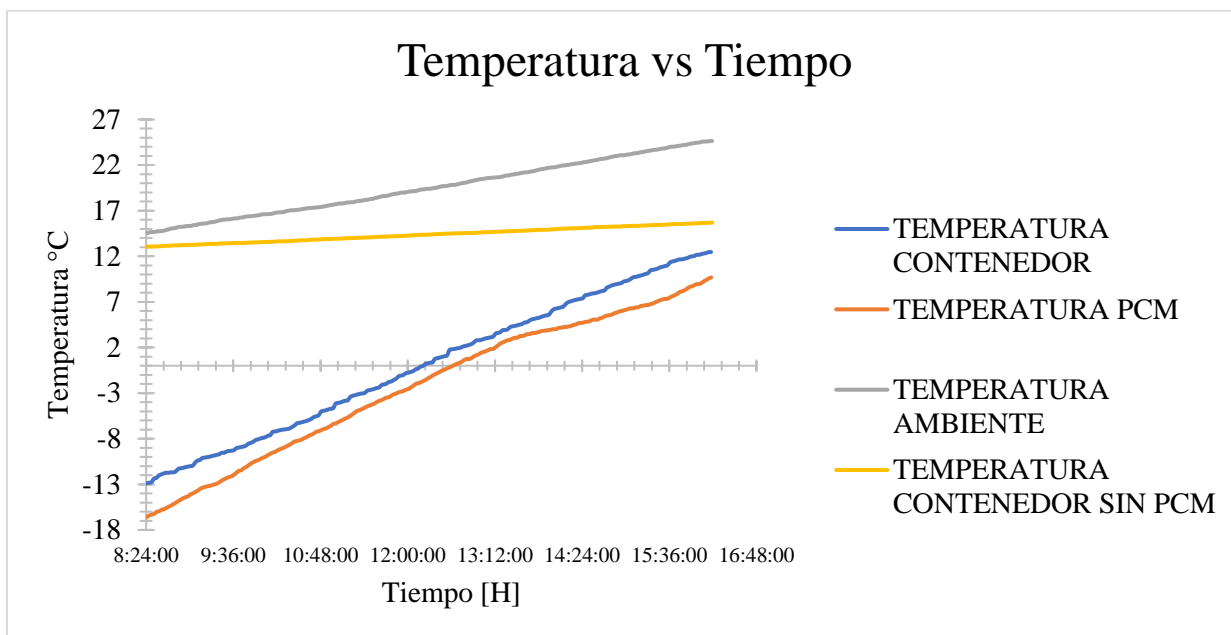


Gráfico 4 Resultados segunda experimentación primera combinación

La tabla 12 muestra los datos tomados cada media en la tercera experimentación de la primera combinación, la tabla completa se observa en el ANEXO D.

Tabla 12 Resultados tercera experimentación primera combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTAL	CONTENEDOR SIN PCM
7:00:30	-14,0	-18,0	14,0	12,9
7:30:30	-12,4	-16,2	14,6	13,1
8:00:30	-11,0	-14,0	15,4	13,3
8:30:30	-9,4	-12,3	16,0	13,4
9:30:30	-6,2	-8,2	17,3	13,8
10:00:30	-4,1	-6,3	18,0	13,9
10:30:30	-2,6	-4,2	18,6	14,1
11:00:30	-0,8	-2,5	19,1	14,3
11:30:30	1,1	-0,3	19,9	14,5
12:00:30	2,9	1,5	20,6	14,6
12:30:30	4,5	3,1	21,2	14,8
13:00:30	6,2	4,1	21,7	15,0
13:30:30	7,9	5,0	22,3	15,2
14:00:30	9,3	6,2	22,9	15,3
14:30:30	10,9	7,3	23,4	15,5
15:00:30	12,2	9,0	24,2	15,7

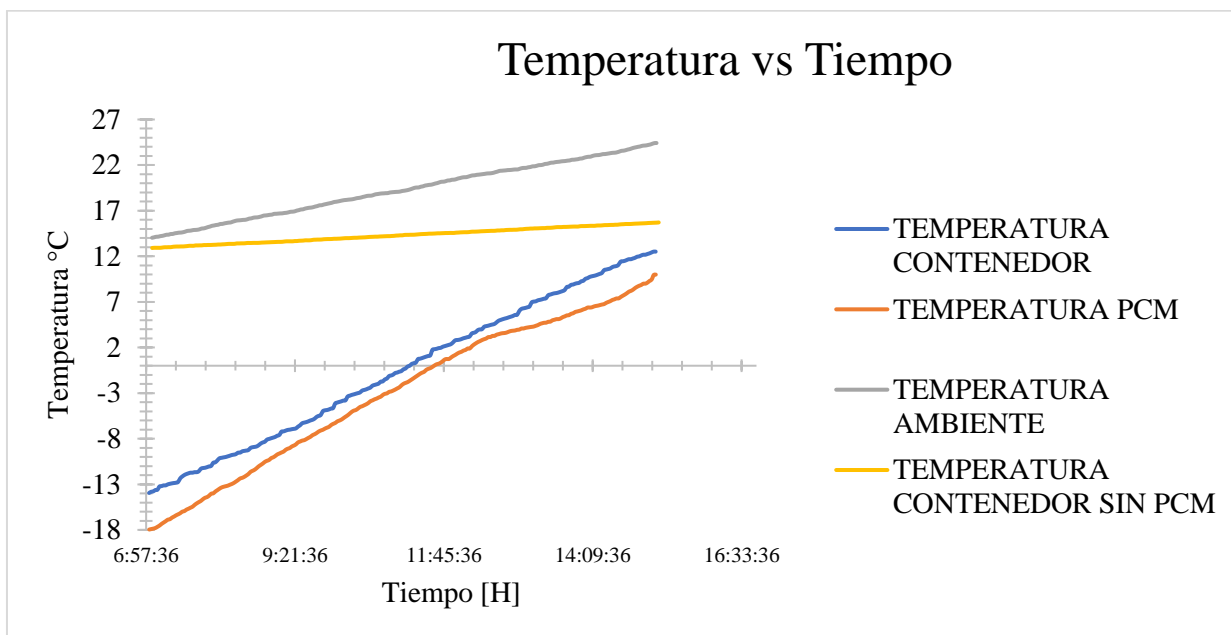


Gráfico 5 Resultados tercera experimentación primera combinación

En las gráficas 3, 4 y 5 se puede observar que la temperatura del PCM alcanza alrededor de los 10°C al acabo de 8 horas, así como también la temperatura del contenedor alcanza la temperatura de 13°C observando que el contenedor sin PCM se mantiene sin mayor cambio tendiendo aproximarse a la temperatura ambiental registrada.

Para la segunda combinación se coloca 3 paquetes, 2 de 75 ml y 1 de 150 ml de aceite de semilla de aguacate maduro, en las paredes del contenedor, encontrando los siguiente resultados en cada una de las replicas realizadas para esta combinación, se registran datos de temperatura del contenedor del PCM, temperatura del PCM, temperatura ambiental y temperatura de un contenedor sin PCM.



Figura 17 Contenedor con la segunda combinación de distribución de PCM

La tabla 13 muestra los datos tomados cada media en la primera experimentación de la segunda combinación, la tabla completa se observa en el ANEXO D.

Tabla 13 Resultados de la primera experimentación segunda combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTE	CONTENEDOR SIN PCM
7:30:30	-13,8	-17,9	18,0	18,0
8:00:30	-11,3	-15,3	18,3	18,1
8:30:30	-9,0	-12,1	18,5	18,2
9:00:30	-6,9	-9,3	18,8	18,5
9:30:30	-3,8	-7,0	19,1	18,6
10:00:30	-1,2	-4,4	19,8	18,8
10:30:30	1,1	-2,2	20,1	19,0
11:00:30	3,6	-0,1	21,0	19,1
11:30:30	5,1	2,1	21,8	19,2
12:00:30	7,3	4,1	22,5	19,4
12:30:30	9,1	6,6	23,0	19,5
13:00:30	11,4	8,4	23,9	19,7
13:30:30	12,5	10,2	24,6	19,9

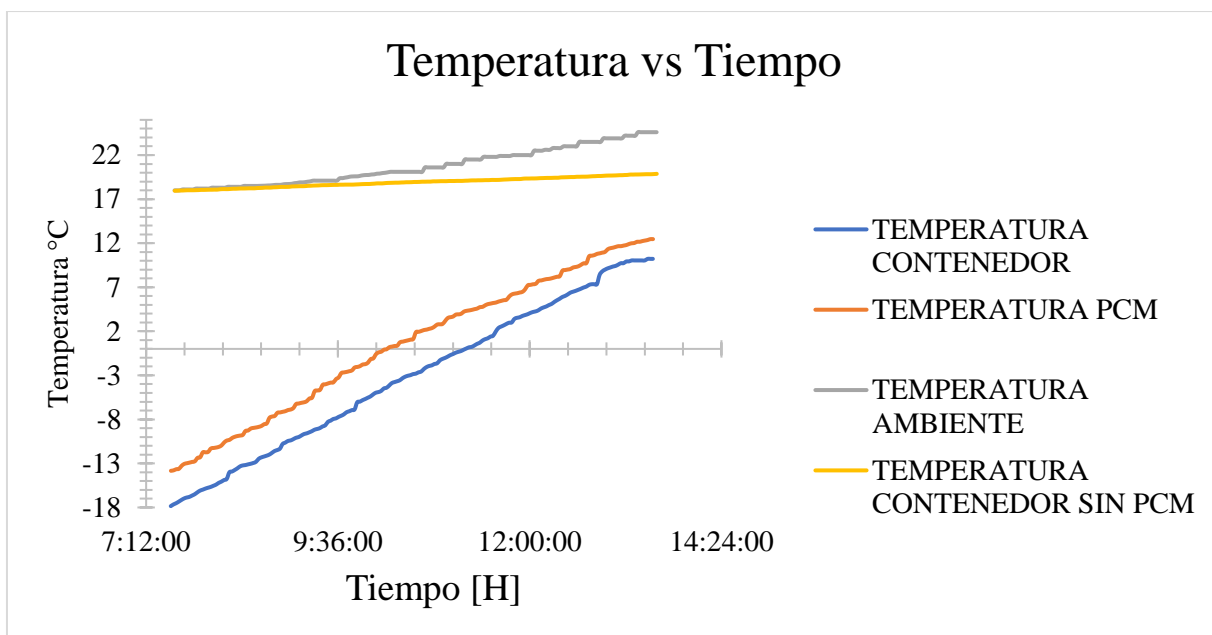


Gráfico 6 Resultados primera experimentación segunda combinación

La tabla 14 muestra los datos tomados cada media en la segunda experimentación de la segunda combinación, la tabla completa se observa en el ANEXO D.

Tabla 14 Resultados de la segunda experimentación segunda combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTE	CONTENEDOR SIN PCM
7:30:30	-13,9	-17,9	18,0	18,0
8:00:30	-11,4	-14,9	18,6	18,1
8:30:30	-9,1	-12,0	19,0	18,2
9:00:30	-6,9	-9,3	19,3	18,5
9:30:30	-3,9	-7,0	19,7	18,6
10:00:30	-1,2	-4,4	20,1	18,8
10:30:30	1,0	-2,2	20,4	19,0
11:00:30	3,5	-0,1	20,9	19,1
11:30:30	5,1	2,2	21,4	19,2
12:00:30	7,3	4,3	22,2	19,4
12:36:30	9,4	6,9	22,9	19,6
13:00:30	11,4	8,4	23,6	19,7
13:30:30	12,4	10,3	24,8	19,9

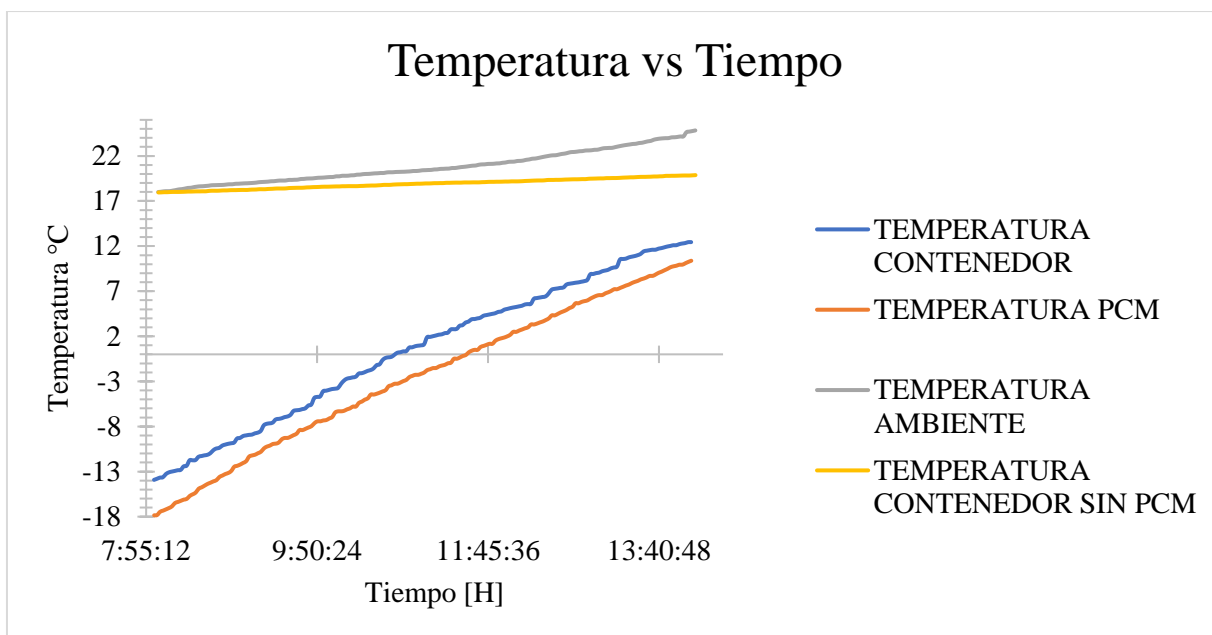


Gráfico 7 Resultados segunda experimentación segunda combinación

La tabla 15 muestra los datos tomados cada media en la tercera experimentación de la segunda combinación, la tabla completa se observa en el ANEXO D.

Tabla 15 Resultados de la tercera experimentación segunda combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTE	CONTENEDOR SIN PCM
7:30:30	-13,8	-17,8	18,0	18,0
8:00:30	-11,3	-14,9	18,5	18,1
8:30:30	-9,0	-11,9	19,0	18,2
9:00:30	-6,9	-9,2	19,7	18,5
9:30:30	-3,8	-6,9	20,6	18,6
10:00:30	-1,1	-4,3	21,0	18,8
10:30:30	1,1	-2,1	21,4	19,0
11:00:30	3,6	0,2	21,7	19,1
11:30:30	5,2	2,4	22,0	19,2
12:00:30	7,3	4,4	22,5	19,4
12:30:30	9,1	6,6	23,1	19,5
13:00:30	11,5	8,4	23,9	19,7
13:30:30	12,5	10,3	24,8	19,9

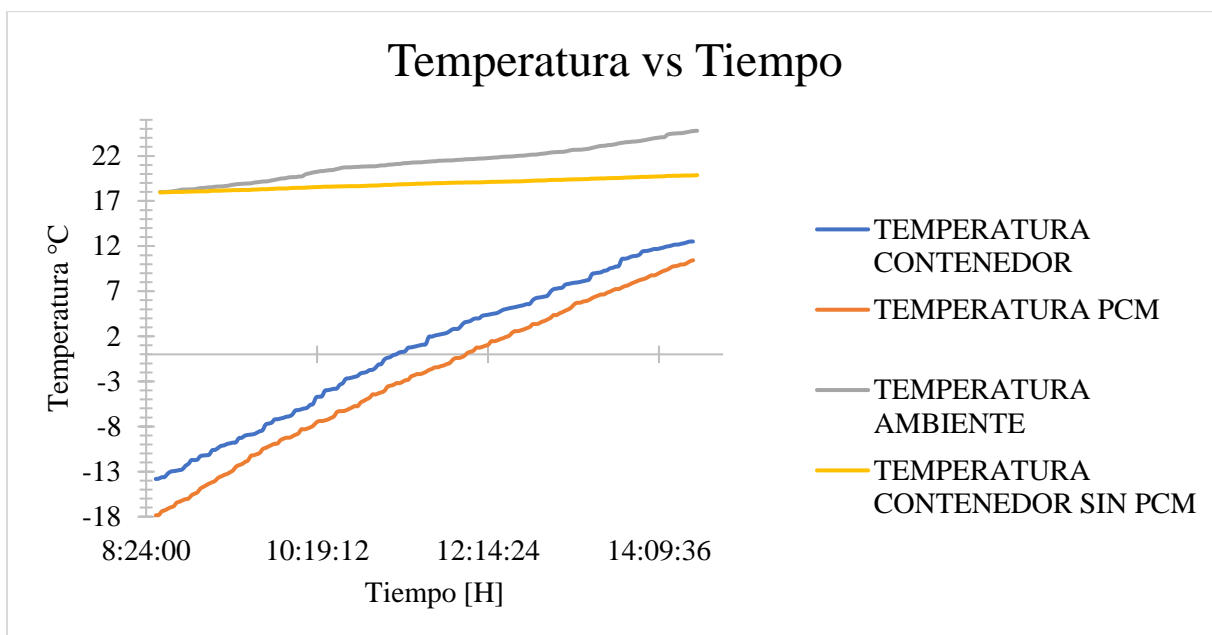


Gráfico 8 Resultados tercera experimentación segunda combinación

En las gráficas 6, 7 y 8 se puede observar que la temperatura del PCM alcanza alrededor de los 10°C al acabo de 6 horas, así como también la temperatura del contenedor alcanza la temperatura de 12°C observando que el contenedor sin PCM se mantiene sin mayor cambio tendiendo aproximarse a la temperatura ambiental registrada.

Una vez conocido la combinación con mejores resultados; la primera combinación, mantiene por dos horas más la temperatura de 12°C que en la segunda combinación, se procede a realizar la experimentación con dos yogurt de 200 gramos los cuales se encuentran uno en el contenedor con PCM y otro en el contenedor sin PCM, iniciando con los yogurt a 4 °C en los dos contenedores.

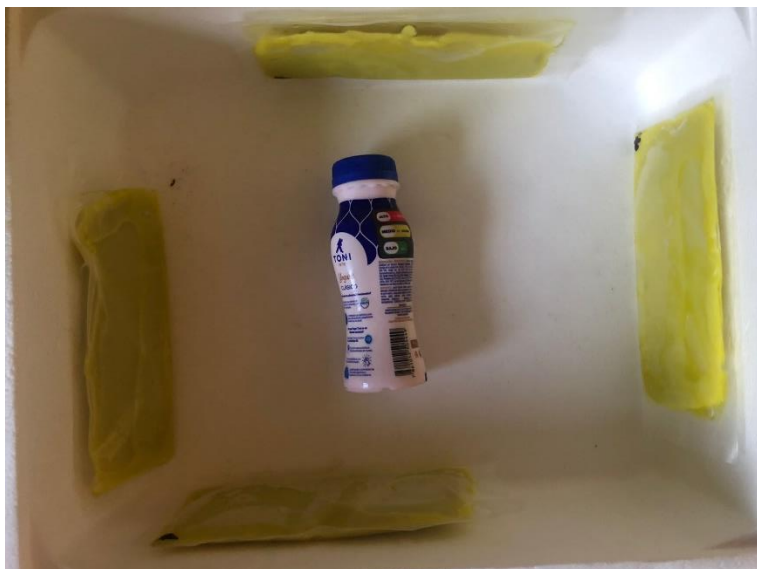


Figura 18 Yogurt en contenedor con PCM



Figura 19 Yogurt en contenedor sin PCM

Primera experimentación de los contenedores con y sin PCM con yogurt de 200g.

La tabla 16 muestra los datos tomados cada media en la primera experimentación con y sin PCM con yogurt de 200g, la tabla completa se observa en el ANEXO E.

Tabla 16 Resultados primera experimentación con yogurt

TEMPERATURA °C			
TIEMPO	AMBIENTE	YOGURT SIN PCM	YOGURT CON PCM

8:30:30	14,1	4,0	4,0
8:58:30	14,9	4,7	4,2
9:28:30	15,6	5,4	4,5
9:58:30	16,2	6,1	4,7
10:28:30	16,9	7,0	5,0
10:58:30	17,5	7,8	5,5
11:28:30	18,1	8,9	6,1
11:58:30	18,7	10,0	6,7
12:28:30	19,3	11,5	7,4
12:58:30	20,0	12,9	8,2
13:28:30	20,7	14,2	8,9
13:58:30	21,4	15,6	9,8
14:28:30	22,1	16,8	10,7
14:58:30	22,8	17,6	12,1
15:28:30	23,6	18,5	13,4
15:58:30	24,5	20,0	14,3
16:28:30	25,1	21,5	14,9

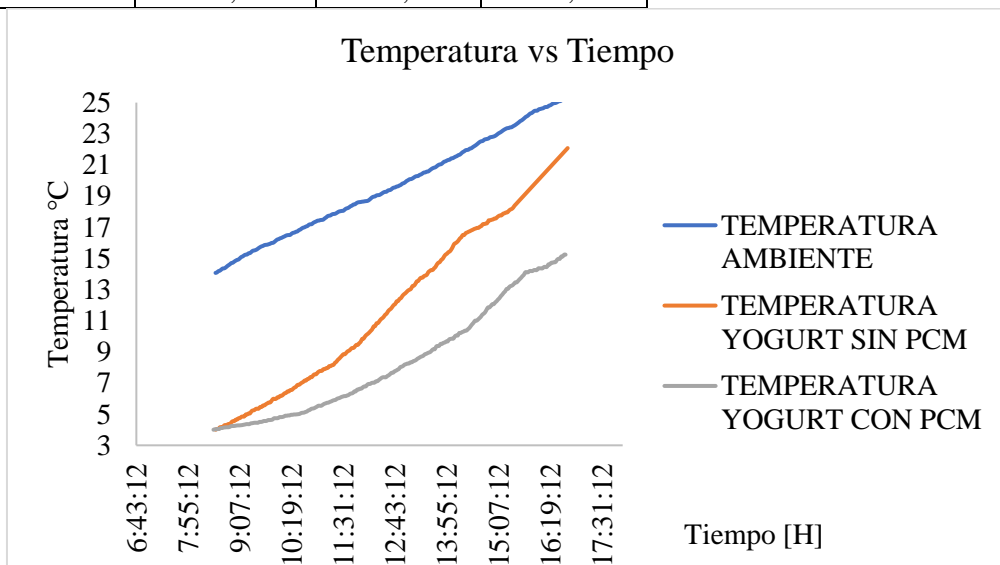


Gráfico 9 Resultados Temperatura vs tiempo primera experimentación

La tabla 17 muestra los datos tomados cada media en la segunda experimentación con y sin PCM con yogurt de 200g, la tabla completa se observa en el ANEXO E.

Tabla 17 Resultados segunda experimentación con yogurt

TEMPERATURA °C			
TIEMPO	AMBIENTE	YOGURT SIN PCM	YOGURT CON PCM
8:00:36	14,0	4,0	4,0

8:28:36	14,6	4,7	4,2
8:58:36	15,3	5,4	4,5
9:28:36	16,0	6,1	4,8
9:58:36	16,7	7,0	5,0
10:28:36	17,2	7,8	5,5
10:58:36	18,0	8,9	6,1
11:28:36	18,6	10,0	6,7
11:58:36	19,1	11,5	7,4
12:28:36	19,8	13,0	8,2
12:58:36	20,6	14,2	8,9
13:28:36	21,1	15,6	9,8
13:58:36	21,7	16,9	10,7
14:28:36	22,3	17,6	12,1
14:58:36	22,8	18,5	13,4
15:28:36	23,4	20,0	14,3
15:58:36	24,2	21,5	14,9

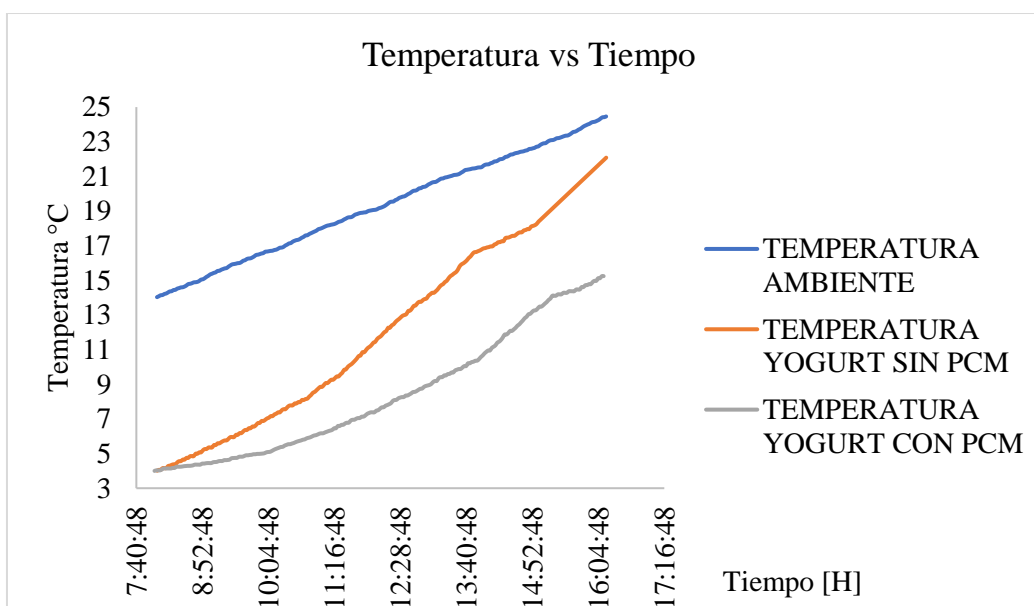


Gráfico 10 Resultados Temperatura vs tiempo segunda experimentación

La tabla 18 muestra los datos tomados cada media en la tercera experimentación con y sin PCM con yogurt de 200g, la tabla completa se observa en el ANEXO E.

Tabla 18 Resultados tercera experimentación con yogurt

TEMPERATURA °C			
TIEMPO	AMBIENTE	YOGURT SIN PCM	YOGURT

			CON PCM
7:00:36	14,0	4,0	4,0
7:28:36	14,6	4,7	4,2
7:58:36	15,3	5,4	4,5
8:28:36	16,0	6,1	4,8
8:58:36	16,7	7,0	5,0
9:28:36	17,2	7,8	5,5
9:58:36	18,0	8,9	6,1
10:28:36	18,6	10,0	6,8
10:58:36	19,1	11,5	7,4
11:28:36	19,8	13,0	8,2
11:58:36	20,6	14,2	9,0
12:28:36	21,1	15,6	9,8
12:58:36	21,7	16,9	10,7
13:28:36	22,3	17,6	12,1
13:58:36	22,8	18,5	13,4
14:28:36	23,4	20,0	14,3
14:58:36	24,2	21,5	14,9

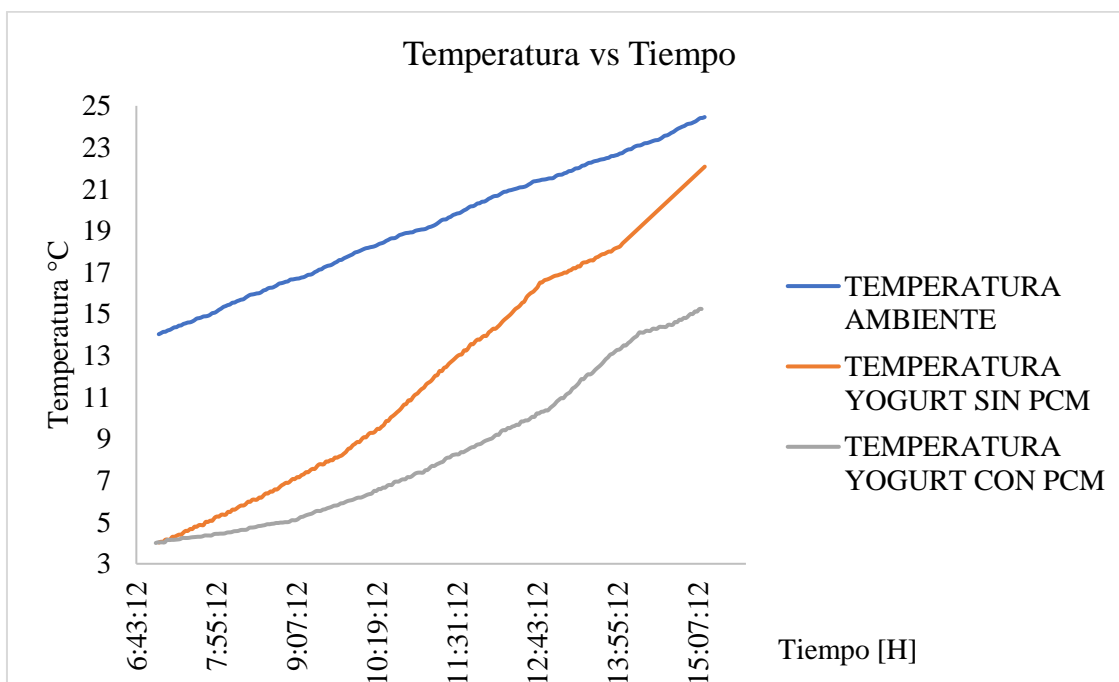


Gráfico 11 Resultados Temperatura vs tiempo tercera experimentación

Se pueden evidenciar en las tablas 16, 17 y 18 que el yogur en el contenedor sin PCM el yogur alcanza la temperatura de 14°C a las 5 horas y que en el caso del contenedor con PCM el

yogurt alcanza la temperatura de 14°C a las 7 horas. La tablas completas de los resultados se encuentran en el anexo

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Considerando que el rendimiento de la extracción del aceite de semilla de aguacate mediante la extracción por arrastre de vapor es del 5,2% por kilogramo de semilla de aguacate maduro y que en el Ecuador existe un consumo anual de 11,9 millones de kilogramos de aguacate son consumidos (Álvarez Flores, Vite Cevallos, Garzón Montealegre, & Carvajal Romero, 2021) y que la semilla de aguacate representa alrededor del 15% del aguacate (García-Fajardo, Ramos-Godínez, & Mora-Galindo, 2010), existen 1,8 millones de kilogramos de semilla de aguacate maduro en el Ecuador lo cual equivale a 108 m³ de aceite de semilla de aguacate maduro anual, lo cual representaría a 36000 contenedores anuales de 10 L que podrían ser fabricados utilizando el desperdicio de la semilla de aguacate del consumo de la fruta de los ecuatorianos, sin embargo no es factible ya que recolectar la cantidad necesario de la semilla de aguacate por consumo en todo el Ecuador y durante la recolección las semillas disponibles deben ser almacenadas a temperatura de 4°C para evitar la descomposicion de la misma. Se puede considerar la opción de conseguir las semillas de aguacates maduros mediante la recolección en plantaciones de aguacate, ya que como se evidencio durante la recolección de las semillas de aguacate, existe un desperdicio que no es utilizado en ningún proceso. (Kozak, Farid, & Ziskind, 2017)

Se evidencia durante la experimentación que el aceite de semilla de aguacate maduro no pierde sus propiedades alrededor de cuatro mes; ya que desde la extracción del aceite de semilla de aguacate hasta la última experimentación no ha presentado cambios físicos; por lo que la eficacia del aceite de semilla de aguacate como PCM no se ve afectado. Cabe mencionar que el aceite se mantuvo almacenado en los empaque coextruidos de PA/PE.

Se puede observar que la temperatura inicial del aceite de semilla de aguacate empaquetado es de -18°C , sin embargo en la investigación de (Reyes-Cueva, Nicolalde, & Martínez-Gómez, 2020) menciona que la temperatura de fusión es de -23°C de la semilla de aguacate maduro; esta diferencia de temperatura se da debido a que para el desarrollo de esta investigación se debe garantizar el estado inicial sólido del PCM, además que la temperatura es tomado del PCM empaquetado.

Las combinaciones de distribuciones del aceite de semilla de aguacate maduro, se realizó con 300 ml del PCM obtenido de la semilla de aguacate maduro; mismo que fue empleado en dos combinaciones obteniendo como resultado la primera combinación como la mejor opción ya que el contenedor alcanza su temperatura interna de 12°C al término de 8 horas, mientras que para la segunda combinación de la distribución el contenedor alcanza su temperatura interna de 12°C al término de 6 horas, por lo que se concluye que la primera combinación es la mejor opción ya que la distribución de los paquetes con PCM por su ubicación la dispersión del calor de estos es homogénea y se mantiene de mejor manera que en la segunda aún teniendo la misma cantidad de aceite de semilla de aguacate en los paquetes. Kozak, Farid, & Ziskind (2017) en su investigación concluyen que el tiempo de fusión es íntimamente relacionado al espesor del material de aislamiento y al del PCM.

La temperatura del contenedor sin PCM mantiene una temperatura similar a la temperatura ambiental, sin igualarla, esto debido a las características del material del contenedor.

En la experimentación con yogurt de 200g con temperatura inicial de 4°C de este producto, tanto para el contenedor sin PCM y con PCM se verifica que para el caso del contenedor sin PCM le toma 5 horas llegar a la temperatura de 14°C , mientras que para el contenedor con cuatro PCM empaquetados, uno en cada pared interna del contenedor, le toma 7 horas para

llegar a la temperatura de 14°C; concluyendo así que la cantidad de PCM empleado durante la experimentación es suficiente para conservar un cambio de temperatura desde 4°C a 14°C durante 7 horas, lo cual puede ser empleado para transportar alimentos en trayectos como Quito-Esmeraldas , Quito- Tulcán, Quito-Guaranda , considerando que recorrer los trayectos mencionados toman alrededor de 5 horas realizarlos y de esta manera asegurar la temperatura de los alimentos u objetos transportados por si existe algún inconveniente durante el recorrido del trayecto tener un periodo de tiempo disponible para cualquier imprevisto. Los resultados de la investigación muestran que en el contenedor con PCM se logra minimizar significativamente el aumento de temperatura respecto al contenedor que no contiene PCM, corroborando los estudios de los modelos realizados en la investigación de Kozak, Farid, & Ziskind (2017).

Conclusiones

Se concluye que la primera de las dos combinaciones realizadas durante la experimentación es la que mejor resultados muestra ya que la temperatura del contenedor alcanza la temperatura interna de 12°C al término de 8 horas.

El rendimiento de la extracción de aceite de semilla de aguacate maduro por arrastre de vapor es de 5,2%, por lo que a pesar de tener buenos resultados de este, como PCM, el abastecimiento de la semilla de aguacate maduro puede ser complicado ya que para que la semilla no presente una descomposición debe ser almacenada a una temperatura de 3°C.

El aceite de semilla de aguacate maduro almacenado en empaques co-extruidos de PA/PE muestra buenos resultados ya que el aceite no pierde sus propiedades al termino de 4 meses, así también el empaque mantiene sus propiedades físicas.

Se concluye que a pesar de obtener buenos resultados del contenedor con aceite de semilla de aguacate maduro, la obtención de materia prima es complicado ya que la cantidad requerida es alta debido al bajo rendimiento del proceso de extracción de aceite por arrastre de vapor.

El diseño del contenedor de almacenamiento en frío para transportación de yogurt es efectiva ya que con la presencia del aceite de semilla de aguacate maduro como PCM, el yogurt alcanza la temperatura de 14°C al cabo de 7 horas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acurio, K., Chico-Proano, A., Martínez-Gómez, J., Ávila, C. F., & Ávila, Á. (2018). Thermal performance enhancement of organic phase change materials using spent diatomite from the palm oil bleaching process as support. *Construction and Building Materials*, 633-642.
- Adil, A., Abubaker, O., & Mohammedali, A. (2020). Thermal management and performance enhancement of domestic refrigerators and freezers via phase change materials: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 102-194.
- Álvarez Flores, J. J., Vite Cevallos, H., Garzón Montealegre, V. J., & Carvajal Romero, H. (2021). Análisis de la producción de aguacate en el Ecuador y su exportación a mercados internacionales en el período 2008 al 2018. *Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 164-172.
- Bistué, G., & Carmen, M. (2015). *Evaluación de impacto ambiental mediante análisis de ciclo de vida (ACV) de la incorporación de materiales de cambio de fase (PCM) en edificación*. Zaragoza: Universidad Zaragoza.
- Brito, A. C., Akutsu, M., Salles, E. M., & Castro, G. M. (2017). Características térmicas de materiais de mudança de fase adequados para edificações brasileiras. *Ambiente Construído*, 125-145.
- Calderón-Córdova, C., Gonzaga, M., Morales, J., Morocho, M., Torres, B., & Ramírez, C. (2020). *Prototipo Industrial IoT aplicado a monitoreo de temperatura en silos de almacenamiento de productos lácteos*. Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.

- Carrasco, B. (2018). *Evaluacion tecnica del proceso discontinuo y semi continuo de destilacion por arrastre con vapor para la obtension de aceites esenciales de Ocotea Quixos*. 2018: Universidad Estatal Amazonica.
- Castro, M. (2021). *Efecto del empackado al vacío en las propiedades tecnológicas de la carne de cuy (Cavia porcellus)*. Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cid-Pérez, T. S., Hernández-Carranza, P., Ochoa-Velasco, C. E., Ruiz-López, I. I., Nevárez-Moorillón, G., & Ávila-Sosa, R. (2021). Avocado seeds (Persea americana cv. Criollo sp.): Lipophilic compounds profile and biological activities. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 1-7.
- De La Torre, C. (2018). *SISTEMA DE REGISTRO DE TEMPERATURA DE LAS CÁMARAS DE SECADO DE UNA LAQUEADORA INDUSTRIAL DE BOBINAS DE ALUMINIO*. Jaén: Escuela Politécnica Superior de Jaén.
- Ecuapack. (2020). *Fundas para empaque al vacío*. Quito: Ecuapack.
- Fabiani, C., Pisello, A. L., Barbanera, M., & Cabeza, L. F. (2020). Palm oil-based bio-PCM for energy efficient building applications: Multipurpose thermal investigation and life cycle assessment. *Journal of Energy Storage*, 101-129.
- Francesco, G., Andreas, A., Maurizio, C., & Diane, B. (2017). PCM thermal storage design in buildings: Experimental studies and applications to solar in cold climates. *Applied Energy*, 95-106.
- García-Fajardo, J., Ramos-Godínez, M., & Mora-Galindo, J. (2010). *Estructura de la semilla de aguacate y cuantificación de la grasa extraída por diferentes técnicas*. Guadalajara: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco.

- Ghahramani Zarajabad, O., & Ahmadi, R. (2018). Numerical investigation of different PCM volume on cold thermal energy storage system. *Journal of Energy Storage*, 515-524.
- IO, A. (s.f.). *Welcome to Adafruit IO*. Obtenido de Adafruit Learning System:
<https://learn.adafruit.com/welcome-to-adafruit-io/what-is-adafruit-io>
- Kozak, Y., Farid, M., & Ziskind, G. (2017). Experimental and comprehensive theoretical study of cold storage packages containing PCM. *Applied Thermal Engineering*, 899-912.
- Kumar Manjhi, S., & Kumar, R. (2019). Transient surface heat flux measurement for short duration using K-type, E-type and J-type of coaxial thermocouples for internal combustion engine. *Measurement*, 256-268.
- Maldonado, D., Luján, M., Rosiek, S., Batlles, J., & Ushak, S. (2019). Exergy analysis of a solar heating and cooling system that uses phase change materials. PCMSOL Project. *Acta Nova*, 299-328.
- Marcos-Rodriguez, J. F. (2019). *Calificación de la cadena de frío durante el proceso de embalaje, transporte y distribución de una distribuidora farmacéutica, 2017*. Trujillo-Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- Márquez, J. (2019). *Identificación del Estado de Carga de un Sistema de Almacenamiento Térmico de Calor Latente*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Mohseni, E., & Tang, W. (2021). Parametric analysis and optimisation of energy efficiency of a lightweight building integrated with different configurations and types of PCM. *Renewable Energy*, 865-877.
- Moreno, V., & Jonathan. (2018). *Diseño de una instalación experimental para el estudio de sistemas de acumulación de energía solar, basados en la utilización de materiales de cambio de fase*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

- Oro, E., Chui, J., Martin, V., & Cabeza, L. (2013). Comparatiive study of different numerical models of packed bed thermal energy storage systems. *Applied Thermal Engineering*, 384-392.
- Pahamli, Y., & Sadegh Valipour, M. (2020). Application of Phase Change Materials in Refrigerator and Freezer Appliances: A Comprehensive Review. *Heat and Mass Transfer Research*, 87-104.
- Pirvaram, A., Sadrameli, S., & Abdolmaleki, L. (2019). Energy management of a household refrigerator using eutectic environmental friendly PCMs in a cascaded condition. *Energy*, 321-330.
- Plastex. (2020). *Catálogo de productos*. Quito: Bureau Veritas Certification.
- Porras Villafuerte, J. I. (2019). *Plan de negocios para la creación de una empresa exportadora de aguacate variedad Hass hacia el mercado Holandes*. Quito: Pontifica Universidad Catolica del Ecuador .
- Prabhakar, M., Saffari, M., De Gracia, A., & Cabeza, L. F. (2020). Improving the energy efficiency of passive PCM system using controlled natural ventilation. *Energy and Buildings*, 110-121.
- Probo Saputra, L. K., & Lukito, Y. (2017). Implementation of air conditioning control system using REST protocol based on NodeMCU ESP8266. *International Conference on Smart Cities, Automation & Intelligent Computing Systems (ICON-SONICS)*, 126-130.
- Rasta, I., & Suamir, I. (2018). The role of vegetable oil in water based phase change materials for medium temperature refrigeration. *Journal of Energy Storage*, 368-378.

- Reyes, E. (2020). *Caracterización y uso del aceite de pepa de aguacate como material de cambio de fase para la mejora de eficiencia energética en el almacenamiento en frío*. Quito: Universidad Internacional SEK.
- Reyes-Cueva, E., Nicolalde, J. F., & Martínez-Gómez, J. (2020). Characterization of Unripe and Mature Avocado Seed Oil in Different Proportions as Phase Change Materials and Simulation of Their Cooling Storage. *Molecules*, 1-31.
- Shove, E. (2018). What is wrong with energy efficiency? *Building Research & Information*, 779/789.
- Singh Rathore, P. K., & Kumar Shukla, S. (2021). Enhanced thermophysical properties of organic PCM through shape stabilization for thermal energy storage in buildings: A state of the art review. *Energy and Buildings*, 378-383.
- Song, M., Niu, F., Mao, N., Hu, Y., & Deng, S. (2018). Review on building energy performance improvement using phase change materials. *Energy and Buildings*, 776-793.
- Sun, X., Liu, L., Mo, Y., Li, J., & Li, C. (2020). Enhanced thermal energy storage of a paraffin-based phase change material (PCM) using nano carbons. *Applied Thermal Engineering*, 181-192.

ANEXOS

Anexo A Ficha técnica caja térmica P10 de Poliestireno Expandible

CAJA TÉRMICA P10

La caja térmica P10 de 10 litros es la mejor opción para el almacenamiento y transporte de alimentos congelados como mariscos, pescados, helados, medicinas u otros productos que necesiten conservar su temperatura ideal.

VENTAJAS

- Cumple con los más altos estándares de higiene e inocuidad, evita la intromisión de hongos y/o bacterias y es inoloro.
- Protege al producto contra cambios bruscos de temperatura, conservándola desde -180°C a 95°C.
- Resistente a la humedad, ya que no absorbe agua ni vapor de agua, es totalmente impermeable.
- Puede ser decorado con cualquier logotipo o diseño deseado (según volumen requerido).
- Conserva por más tiempo la vitamina C de las frutas en comparación con otro tipo de materiales.
- Bajo peso con diseño robusto y resistente frente a golpes.
- 100% reciclable.
- Material muy liviano y a la vez rígido, no se deforma.
- Producto ecológico: no daña la capa de ozono, es insoluble al agua y no contiene sustancias hidrosolubles que puedan contaminar las aguas subterráneas.



PRESENTACIÓN

CAJA TÉRMICA P10			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	STANDARD	TOLERANCIA
ESPESOR TAPA	mm	20	2
ESPESOR PARED	mm	20	2
ESPESOR FONDO	mm	25	2
LARGO EXTERIOR	mm	392	2
ALTO EXTERIOR	mm	161	2
ANCHO EXTERIOR	mm	312	2
LARGO INTERIOR	mm	350	2
ALTO INTERIOR	mm	113	2
ANCHO INTERIOR	mm	275	2
DENSIDAD DEL MATERIAL	gramos/Litros	24	5%
PESO	gramos	250	10
VOLUMEN INTERNO	L	10,0	3%
RESISTENCIA	kg	5	3%
VARIACIÓN TÉRMICA	°C/hora	0,35	5%
MATERIAL	Poliestireno Expandible (EPS)		
UND. x PAQUETE	6		



PLASTEX



ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification

Fábrica Quito: San Juan de Turubamba, calle 5 #229, Guamaní. Telf: +593 2 - 306 - 8974. Casilla: 17 01 2485 / Email: info@plastex.com
Quito - Ecuador © 2020 PLASTEX S.A.

Anexo B Fundas para empaque al vacío: PA/ PE FILM CO-EXTRUIDO



FUNDAS PARA EMPAQUE AL VACÍO: PA/PE FILM CO-EXTRUIDO

Funda multicapas co-extruidas con sellos en 3 lados para empaque al vacío, la funda es fabricada con una combinación de 9 capas entre Nylon (NA), Polietileno (PE) y EVOH para alta barrera.

Disponemos de fundas en diferentes medidas, de alta dureza y claridad, protege al producto del oxígeno y la humedad. Aplicable para cárnicos, mariscos, salsas, productos cocinados, pan, productos que requieren pasteurización, etc.

El producto tiene la característica de muy alto aislamiento (alta barrera de oxígeno y gases), transparente y con corte abre fácil, desarrollada y producida con los más altos estándares de la industria.



Esto permite alcanzar:

- Prevención del crecimiento de microorganismos.
- Remoción del oxígeno.
- Limitación en el crecimiento de hongos o bacterias aeróbicas.
- Prevención en la evaporación de componentes volátiles.

MATERIAL

Todas las resinas cumplen con los requerimientos de la FDA (Food and Drug Administration).

- Nylon: BASF o DSM importado desde Alemania, calidad aprobada por Europa.
- Resina Bounding: Dupont importada desde USA, calidad aprobada para Norteamérica.
- LDPE o LLDPE: DOW o Exxonmobil importada desde USA, calidad aprobada para Norteamérica.

APLICACIÓN

- Almacenamiento extendido de alimentos secos: Nueces, cereales, queso, pescado ahumado, crujientes y carnes curadas.
- Almacenamiento corto de alimentos frescos: Vegetales, carnes, líquidos ejem: sopas.



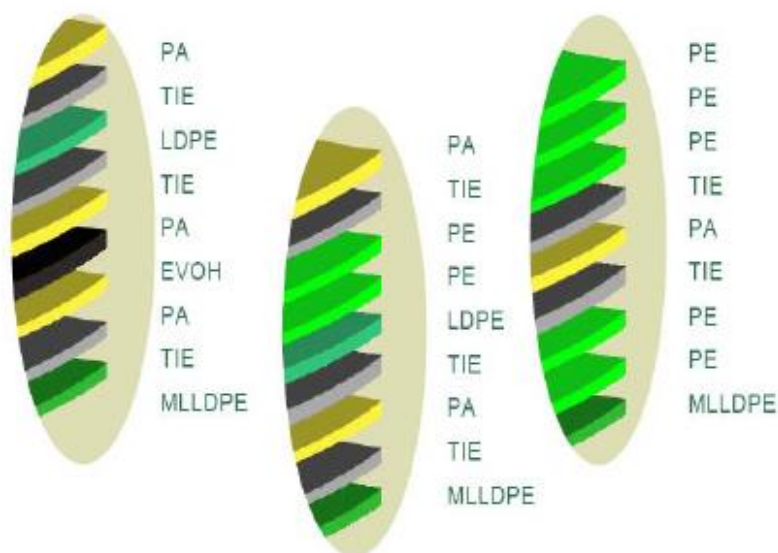
- Alimentos congelados: Las bolsas de empaque al vacío previenen la quemadura por congelación aislando los alimentos de la exposición al frío y al aire seco.

CERTIFICACIONES

Esta producción cumple con las certificaciones ISO 9001, ISO 14001 SGS, FDA, QA. Todas las resinas cumplen con los requerimientos de la FDA.

ESTRUCTURA

La estructura de la funda está formada con 9 láminas, 3 de PA una capa de PA en la superficie para darle mejor desempeño y mayor resistencia, 1 capa de PE para contacto con alimentos, 2 capas adicionales PA como barrera, una capa de MLLDPE para mejor desempeño en el sellado, 1 capa EVOH de alta resistencia, como barrera para gases



FUNDA DE ALTA BARRERA

- Brillo y transparencia óptima.
- Fuerte polaridad
- Resistente a bacterias, aceites, resistencia orgánica.
- Propiedad de barrera de gases, muy baja permeabilidad de oxígeno.
- Buena retención de aromas



www.ecuapack.com

Quito: Vía El Tinga, Río Pastaza y Río Santiago (02) 604-6711

Guayaquil: Vía a Daule, Km 11.5, Parque California #1, Bodega F-1104) 210-3570.



TEMPERATURA

A 121 °C

Se eliminan todos los microorganismos y se extiende el tiempo de vida mayor a 12 meses.

Esterilización

Nuestras fundas permiten un alto grado de resistencia a altas temperaturas. Para un alto grado de esterilización, nuestras fundas pueden ser sumergidas en agua a 121°C durante 10 minutos.

A 100 °C

Se eliminan todos los microorganismos y se extiende el tiempo de vida de 12 meses.

Esterilización

Nuestras fundas permiten un alto grado de resistencia a altas temperaturas. Para esterilización, nuestras fundas pueden ser sumergidas en agua a 100°C durante 20 minutos.

A 80 °C

Se eliminan los microorganismos resistentes a altas temperaturas y se extiende el tiempo de vida mayor a 3 meses.

Esterilización

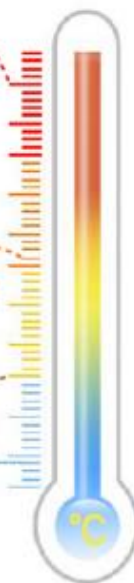
La pasteurización es uno de los procesos más utilizados en la industria. La temperatura para este proceso va entre 60 - 82°C. Con este proceso se puede matar la mayoría de microorganismos y mantener ciertas bacterias benéficas.

A -40 °C

Se eliminan la mayoría de microorganismos y se extiende el tiempo de vida mayor a 12 meses.

Esterilización

Nuestras fundas permiten un alto grado de resistencia a altas temperaturas, lo cual le permite soportar procesos de esterilizado con bajas temperaturas.



DATOS TÉCNICOS

	Método de prueba	Valor típico	Unidades	Valor Típico	Unidades
Peso	ASTM D882	67.34	g/m^2	10441	in^2/lb
Elongación/MD	ASTM D882	420	%	42	%
Elongación/TD	ASTM D882	420	%	42	%
Fuerza Tensión/MD	ASTM D882	27	Mpa	3916	PSI
Fuerza Tensión/TD	ASTM D882	25	Mpa	3626	PSI
Turbiedad	ASTM D1003	10	%	10	%
COF	ASTM D1894	0.2		0.2	
O2TR	ASTM D3985	48	$cm^3/m^2.d.bar @65\%RH\&23^\circ C$	3.1	$cc/100in^2.d.bar @65\%RH\&23^\circ C$
WVTR	ASTM D1249	9	$g/m^2.d$	0.581	$g/100in^2.d$
Fuerza de sellado	ASTM D2029	23	N/15mm	8.76	lbf/in

www.ecupack.com

Quito: Vía El Tingo, Río Pastaza y Río Santiago (02) 604-6711

Guayaquil: Vía a Daule, Km 11.5, Parque California #1, Bodega F-1104) 210-3570

Anexo C Programación de termocuplas tipo K Arduino

NodeMCU 1

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <max6675.h>
#include <DHT.h>
#include "Adafruit_MQTT.h"
#include "Adafruit_MQTT_Client.h"

/*****CONSTANTES INTERNAS NODEMCU*****/

int ktcSO = 4;
int ktcCS = 5;
int ktcCLK = 16;
int ktcSO1 = 14;
int ktcCS1 = 12;
int ktcCLK1 = 13;
#define DHTPIN 0
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
#define DHTPIN1 2
#define DHTTYPE1 DHT22
DHT dht1(DHTPIN1, DHTTYPE1);
MAX6675 termocuplaMAX(ktcCLK, ktcCS, ktcSO);
MAX6675 termocuplaMAX1(ktcCLK1, ktcCS1, ktcSO1);

/*****WIFI ACCES POINT*****/

#define WLAN_SSID "PUNTONET_ANDRES_Ext"
#define WLAN_PASS "SACSA1708"

/*****ADAFRUIT.IO SETUP*****/

#define AIO_SERVER "io.adafruit.com"
#define AIO_SERVERPORT 1883
#define AIO_USERNAME "karensteffy"
#define AIO_KEY "aio_qEGe29DyrH7K7TkKUZq8ZPDf0lth"

```

```

/*****CONEXION CLIENTE WIFI*****/
WiFiClient client;
/*****CONEXION BROKER MQTT*****/
Adafruit_MQTT_Client mqtt(&client,AIO_SERVER,AIO_SERVERPORT,
AIO_USERNAME, AIO_KEY);
/*****CONFIGURACION FEED DE ADAFRUIT*****/
Adafruit_MQTT_Publish temperatura_PCM=Adafruit_MQTT_Publish(&mqtt,
AIO_USERNAME "/feeds/Temperatura_PCM" );
Adafruit_MQTT_Publish temperatura_contenedor=Adafruit_MQTT_Publish(&mqtt,
AIO_USERNAME "/feeds/Temperatura_Contenedor" );
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  delay(10);
  Serial.println("Inicio de configuracion");
  Serial.println();Serial.println(); // espacio en blanco
  Serial.print("Conectando a");
  Serial.print(WLAN_SSID);
  WiFi.begin(WLAN_SSID,WLAN_PASS);
  while(WiFi.status()!=WL_CONNECTED){
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println();
  Serial.println("WiFi Conectado");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.print(WiFi.localIP());
}
void loop() {
  delay(60000);
}

```

```

MQTT_connect();

float temperatura = termocuplaMAX.readCelsius();
    Serial.print("\t Temperatura Contenedor = ");
    Serial.print(temperatura);
    if (! temperatura_contenedor.publish(temperatura)) {
        Serial.println("Fallo");
        Serial.println(".....");
    } else {
        Serial.println("Publicacion OK");
    }
delay (6000);
float temperatura1 = termocuplaMAX1.readCelsius();
    Serial.print("\t Temperatura PCM = ");
    Serial.print(temperatura1);
    if (! temperatura_PCM.publish(temperatura1)) {
        Serial.println("Fallo");
        Serial.println(".....");
    } else {
        Serial.println("Publicacion OK");
    }
    mqtt.processPackets(500);
}

void MQTT_connect() {
    int8_t ret;
    // Stop if already connected.
    if (mqtt.connected()) {
        return;
    }
    Serial.print("Connecting to MQTT... ");
    uint8_t retries = 3;

```

```

while ((ret = mqtt.connect()) != 0) { // connect will return 0 for connected
  Serial.println(mqtt.connectErrorString(ret));
  Serial.println("Retrying MQTT connection in 10 seconds...");
  mqtt.disconnect();
  delay(10000); // wait 10 seconds
  retries--;
  if (retries == 0) {
    // basically die and wait for WDT to reset me
    while (1);
  }
}
Serial.println("MQTT Connected!");
}

```

NodeMCU 2

```

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <max6675.h>

#include <DHT.h>

#include "Adafruit_MQTT.h"

#include "Adafruit_MQTT_Client.h"

/*****CONSTANTES INTERNAS NODEMCU*****/

int ktcSO = 4;

int ktcCS = 5;

int ktcCLK = 16;

#define DHTPIN 0

#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

```

```

MAX6675 termocuplaMAX(ktcCLK, ktcCS, ktcSO);

/*****WIFI ACCES POINT*****/

#define WLAN_SSID "PUNTONET_ANDRES_Ext"

#define WLAN_PASS "SACSA1708"

/*****ADAFRUIT.IO SETUP*****/

#define AIO_SERVER "io.adafruit.com"

#define AIO_SERVERPORT 1883

#define AIO_USERNAME "karensteffy"

#define AIO_KEY    "aio_qEGe29DyrH7K7TkKUZq8ZPDf0lth"

/*****CONEXION CLIENTE WIFI*****/

WiFiClient client;

/*****CONEXION BROKER MQTT*****/

Adafruit_MQTT_Client mqtt(&client,AIO_SERVER,AIO_SERVERPORT,
AIO_USERNAME, AIO_KEY);

/*****CONFIGURACION FEED DE ADAFRUIT*****/

Adafruit_MQTT_Publish temperatura_contenedor_SPCM=Adafruit_MQTT_Publish(&mqtt,
AIO_USERNAME "/feeds/Temperatura_Contenedor_Sin_PCM" );

Adafruit_MQTT_Publish temperatura_ambiente=Adafruit_MQTT_Publish(&mqtt,
AIO_USERNAME "/feeds/Temperatura_Ambiente" );

void setup() {

// put your setup code here, to run once:

Serial.begin(9600);

dht.begin();

```



```
delay(10);

Serial.println("Inicio de configuracion");

Serial.println();Serial.println(); // espacio en blanco

Serial.print("Conectando a");

Serial.print(WLAN_SSID);

WiFi.begin(WLAN_SSID,WLAN_PASS);

while(WiFi.status()!=WL_CONNECTED){

  delay(500);

  Serial.print(".");

}

Serial.println();

Serial.println("WiFi Conectado");

Serial.println("IP address: ");

Serial.print(WiFi.localIP());

}

void loop() {

  delay(60000);

  MQTT_connect();

float temperatura = termocuplaMAX.readCelsius();

  Serial.print("\t Temperatura Ambiente = ");

  Serial.print(temperatura);

  if (! temperatura_ambiente.publish(temperatura)) {

    Serial.println("Fallo");
```

```
Serial.println(".....");

} else {

Serial.println("Publicacion OK");

}

delay (6000);

float temperaturacontenedorspcm2 = dht.readTemperature();

Serial.print("\t temperatura contenedor sin PCM = ");

Serial.print(temperaturacontenedorspcm2);

if (! temperatura_contenedor_SPCM.publish(temperaturacontenedorspcm2)) {

Serial.println("Fallo");

Serial.println(".....");

} else {

Serial.println("Publicacion OK");

}

mqtt.processPackets(500);

}

void MQTT_connect() {

int8_t ret;

// Stop if already connected.

if (mqtt.connected()) {

return;

}

Serial.print("Connecting to MQTT... ");
```

```

uint8_t retries = 3;

while ((ret = mqtt.connect()) != 0) { // connect will return 0 for connected

    Serial.println(mqtt.connectErrorString(ret));

    Serial.println("Retrying MQTT connection in 10 seconds...");

    mqtt.disconnect();

    delay(10000); // wait 10 seconds

    retries--;

    if (retries == 0) { // basically die and wait for WDT to reset me

        while (1);

    }

}

Serial.println("MQTT Connected!");

}

```

Anexo D Resultados temperaturas primera combinación

Tabla 19 *Resultados de la primera experimentación de la primera combinación*

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTAL	CONTENEDOR SIN PCM
8:30:30	-14,0	-18,0	14,1	12,9
8:32:30	-13,9	-17,9	14,1	12,9
8:34:30	-13,8	-17,9	14,2	12,9
8:36:30	-13,7	-17,9	14,2	12,9
8:38:30	-13,6	-17,8	14,3	12,9
8:40:30	-13,3	-17,6	14,4	13,0
8:42:30	-13,2	-17,5	14,4	13,0
8:44:30	-13,2	-17,3	14,4	13,0

8:46:30	-13,2	-17,2	14,5	13,0
8:48:30	-13,1	-17,0	14,6	13,0
8:50:30	-13,0	-16,9	14,6	13,0
8:52:30	-12,9	-16,8	14,7	13,1
8:54:30	-12,9	-16,7	14,7	13,1
8:56:30	-12,9	-16,5	14,8	13,1
8:58:30	-12,8	-16,4	14,9	13,1
9:00:30	-12,4	-16,3	14,9	13,1
9:02:30	-12,4	-16,1	14,9	13,1
9:04:30	-12,1	-16,0	15,0	13,1
9:06:30	-12,0	-15,9	15,1	13,2
9:08:30	-11,9	-15,8	15,1	13,2
9:10:30	-11,8	-15,7	15,2	13,2
9:12:30	-11,8	-15,5	15,2	13,2
9:14:30	-11,7	-15,4	15,3	13,2
9:16:30	-11,7	-15,2	15,3	13,2
9:18:30	-11,6	-15,1	15,3	13,2
9:20:30	-11,4	-14,9	15,4	13,2
9:22:30	-11,3	-14,8	15,5	13,2
9:24:30	-11,2	-14,6	15,5	13,2
9:26:30	-11,1	-14,5	15,5	13,2
9:28:30	-11,1	-14,4	15,6	13,3
9:30:30	-11,0	-14,2	15,7	13,3
9:32:30	-11,0	-14,0	15,7	13,3
9:34:30	-10,6	-13,9	15,8	13,3
9:36:30	-10,4	-13,8	15,8	13,3
9:38:30	-10,4	-13,6	15,9	13,3
9:40:30	-10,1	-13,5	15,9	13,3
9:42:30	-10,1	-13,3	15,9	13,3
9:44:30	-10,0	-13,2	15,9	13,4
9:46:30	-10,0	-13,2	15,9	13,4
9:48:30	-9,9	-13,1	16,0	13,4
9:50:30	-9,9	-13,0	16,0	13,4
9:52:30	-9,8	-13,0	16,1	13,4
9:54:30	-9,7	-12,8	16,1	13,4
9:56:30	-9,5	-12,6	16,2	13,4
9:58:30	-9,5	-12,5	16,2	13,4
10:00:30	-9,4	-12,3	16,3	13,4
10:02:30	-9,4	-12,2	16,3	13,5
10:04:30	-9,3	-12,1	16,4	13,5
10:06:30	-9,3	-12,0	16,4	13,5
10:08:30	-9,1	-11,8	16,5	13,5
10:10:30	-9,0	-11,6	16,5	13,5
10:12:30	-8,9	-11,5	16,5	13,5
10:14:30	-8,9	-11,3	16,5	13,5

10:16:30	-8,8	-11,2	16,6	13,5
10:18:30	-8,7	-11,0	16,6	13,5
10:20:30	-8,5	-10,8	16,7	13,5
10:22:30	-8,4	-10,6	16,7	13,5
10:24:30	-8,2	-10,5	16,7	13,5
10:26:30	-8,1	-10,4	16,8	13,6
10:28:30	-8,0	-10,3	16,9	13,6
10:30:30	-7,9	-10,1	16,9	13,6
10:32:30	-7,9	-10,0	17,0	13,6
10:34:30	-7,7	-9,8	17,0	13,6
10:36:30	-7,7	-9,7	17,1	13,6
10:38:30	-7,6	-9,6	17,1	13,6
10:40:30	-7,2	-9,5	17,2	13,6
10:42:30	-7,2	-9,3	17,2	13,6
10:44:30	-7,1	-9,2	17,2	13,6
10:46:30	-7,0	-9,1	17,3	13,6
10:48:30	-7,0	-9,0	17,3	13,7
10:50:30	-7,0	-8,8	17,4	13,7
10:52:30	-6,9	-8,7	17,4	13,7
10:54:30	-6,7	-8,6	17,4	13,7
10:56:30	-6,6	-8,4	17,5	13,7
10:58:30	-6,5	-8,3	17,5	13,8
11:00:30	-6,3	-8,2	17,5	13,8
11:02:30	-6,2	-8,2	17,6	13,8
11:04:30	-6,2	-8,0	17,6	13,8
11:06:30	-6,1	-7,9	17,7	13,8
11:08:30	-6,0	-7,7	17,7	13,8
11:10:30	-5,9	-7,6	17,8	13,8
11:12:30	-5,7	-7,4	17,8	13,8
11:14:30	-5,6	-7,3	17,9	13,8
11:16:30	-5,5	-7,2	17,9	13,9
11:18:30	-5,1	-7,1	17,9	13,9
11:20:30	-5,0	-7,0	18,0	13,9
11:22:30	-4,9	-6,9	18,0	13,9
11:24:30	-4,8	-6,8	18,0	13,9
11:26:30	-4,7	-6,6	18,1	13,9
11:28:30	-4,7	-6,5	18,1	13,9
11:30:30	-4,2	-6,4	18,1	13,9
11:32:30	-4,1	-6,2	18,2	13,9
11:34:30	-4,0	-6,1	18,2	14,0
11:36:30	-3,9	-6,0	18,3	14,0
11:38:30	-3,9	-5,8	18,4	14,0
11:40:30	-3,8	-5,7	18,4	14,0
11:42:30	-3,7	-5,5	18,5	14,0
11:44:30	-3,4	-5,4	18,5	14,0

11:46:30	-3,3	-5,2	18,5	14,0
11:48:30	-3,2	-5,0	18,6	14,0
11:50:30	-3,1	-4,9	18,6	14,1
11:52:30	-3,1	-4,8	18,6	14,1
11:54:30	-3,0	-4,6	18,6	14,1
11:56:30	-2,9	-4,5	18,7	14,1
11:58:30	-2,7	-4,4	18,7	14,1
12:00:30	-2,6	-4,3	18,7	14,1
12:02:30	-2,6	-4,2	18,7	14,1
12:04:30	-2,5	-4,0	18,8	14,1
12:06:30	-2,4	-3,9	18,8	14,2
12:08:30	-2,1	-3,8	18,9	14,2
12:10:30	-2,1	-3,7	19,0	14,2
12:12:30	-2,0	-3,6	19,0	14,2
12:14:30	-1,8	-3,5	19,0	14,2
12:16:30	-1,7	-3,3	19,1	14,2
12:18:30	-1,6	-3,2	19,1	14,2
12:20:30	-1,5	-3,1	19,1	14,2
12:22:30	-1,2	-3,0	19,2	14,2
12:24:30	-1,1	-2,9	19,2	14,2
12:26:30	-1,1	-2,8	19,3	14,3
12:28:30	-0,8	-2,7	19,3	14,3
12:30:30	-0,8	-2,6	19,4	14,3
12:32:30	-0,7	-2,4	19,4	14,3
12:34:30	-0,6	-2,3	19,4	14,3
12:36:30	-0,4	-2,1	19,5	14,4
12:38:30	-0,3	-1,9	19,5	14,4
12:40:30	-0,3	-1,9	19,6	14,4
12:42:30	-0,1	-1,7	19,6	14,4
12:44:30	0,2	-1,6	19,6	14,4
12:46:30	0,2	-1,4	19,7	14,4
12:48:30	0,3	-1,3	19,7	14,4
12:50:30	0,4	-1,1	19,8	14,4
12:52:30	0,8	-1,0	19,8	14,4
12:54:30	0,8	-0,9	19,9	14,5
12:56:30	0,9	-0,7	20,0	14,5
12:58:30	1,0	-0,6	20,0	14,5
13:00:30	1,0	-0,4	20,1	14,5
13:02:30	1,1	-0,3	20,1	14,5
13:04:30	1,4	-0,2	20,1	14,5
13:06:30	1,7	-0,1	20,2	14,5
13:08:30	1,8	0,1	20,3	14,5
13:10:30	1,9	0,2	20,3	14,5
13:12:30	1,9	0,2	20,3	14,5
13:14:30	2,0	0,4	20,4	14,6

13:16:30	2,1	0,6	20,4	14,6
13:18:30	2,2	0,7	20,5	14,6
13:20:30	2,2	0,7	20,5	14,6
13:22:30	2,4	0,8	20,5	14,6
13:24:30	2,4	0,9	20,6	14,6
13:26:30	2,8	1,1	20,6	14,6
13:28:30	2,8	1,2	20,7	14,6
13:30:30	2,8	1,4	20,7	14,6
13:32:30	2,9	1,5	20,8	14,6
13:34:30	3,0	1,6	20,8	14,6
13:36:30	3,0	1,7	20,9	14,7
13:38:30	3,1	1,8	20,9	14,7
13:40:30	3,2	1,8	21,0	14,7
13:42:30	3,2	2,0	21,0	14,7
13:44:30	3,5	2,2	21,1	14,7
13:46:30	3,6	2,4	21,1	14,7
13:48:30	3,9	2,5	21,2	14,7
13:50:30	3,9	2,7	21,2	14,8
13:52:30	4,0	2,8	21,3	14,8
13:54:30	4,1	2,8	21,3	14,8
13:56:30	4,3	3,0	21,3	14,8
13:58:30	4,4	3,0	21,4	14,8
14:00:30	4,4	3,0	21,4	14,8
14:02:30	4,5	3,2	21,5	14,8
14:04:30	4,6	3,2	21,5	14,8
14:06:30	4,7	3,3	21,6	14,8
14:08:30	4,8	3,4	21,6	14,9
14:10:30	5,0	3,5	21,7	14,9
14:12:30	5,0	3,5	21,7	14,9
14:14:30	5,1	3,6	21,8	14,9
14:16:30	5,2	3,6	21,9	14,9
14:18:30	5,3	3,7	21,9	14,9
14:20:30	5,3	3,7	22,0	14,9
14:22:30	5,4	3,8	22,0	14,9
14:24:30	5,5	3,8	22,1	14,9
14:26:30	5,6	3,9	22,1	15,0
14:28:30	5,6	3,9	22,1	15,0
14:30:30	6,2	4,0	22,2	15,0
14:32:30	6,2	4,0	22,3	15,0
14:34:30	6,3	4,1	22,3	15,0
14:36:30	6,4	4,2	22,4	15,0
14:38:30	6,4	4,2	22,5	15,0
14:40:30	6,8	4,3	22,5	15,1
14:42:30	7,0	4,3	22,5	15,1
14:44:30	7,0	4,4	22,6	15,1

14:46:30	7,1	4,4	22,7	15,1
14:48:30	7,2	4,5	22,7	15,1
14:50:30	7,3	4,6	22,7	15,1
14:52:30	7,3	4,7	22,8	15,1
14:54:30	7,4	4,7	22,8	15,1
14:56:30	7,4	4,8	22,8	15,1
14:58:30	7,7	4,8	22,8	15,2
15:00:30	7,8	4,9	22,9	15,2
15:02:30	7,9	5,0	23,0	15,2
15:04:30	7,9	5,1	23,0	15,2
15:06:30	8,0	5,1	23,1	15,2
15:08:30	8,1	5,1	23,1	15,2
15:10:30	8,1	5,3	23,2	15,2
15:12:30	8,3	5,3	23,3	15,2
15:14:30	8,3	5,5	23,3	15,2
15:16:30	8,7	5,5	23,4	15,3
15:18:30	8,8	5,6	23,4	15,3
15:20:30	8,9	5,7	23,4	15,3
15:22:30	8,9	5,8	23,4	15,3
15:24:30	9,0	5,9	23,5	15,3
15:26:30	9,1	6,0	23,5	15,3
15:28:30	9,2	6,0	23,6	15,3
15:30:30	9,3	6,2	23,7	15,3
15:32:30	9,4	6,2	23,7	15,3
15:34:30	9,5	6,3	23,8	15,3
15:36:30	9,6	6,3	23,9	15,3
15:38:30	9,7	6,4	23,9	15,3
15:40:30	9,8	6,4	24,0	15,4
15:42:30	9,9	6,5	24,1	15,4
15:44:30	9,9	6,6	24,1	15,4
15:46:30	10,0	6,6	24,2	15,4
15:48:30	10,1	6,7	24,3	15,4
15:50:30	10,4	6,7	24,3	15,4
15:52:30	10,5	6,8	24,4	15,4
15:54:30	10,6	6,9	24,5	15,4
15:56:30	10,6	7,0	24,5	15,4
15:58:30	10,8	7,2	24,5	15,5
16:00:30	10,8	7,2	24,6	15,5
16:02:30	10,9	7,3	24,6	15,5
16:04:30	11,0	7,3	24,6	15,5
16:06:30	11,1	7,4	24,6	15,5
16:08:30	11,4	7,6	24,7	15,5
16:10:30	11,5	7,7	24,7	15,5
16:12:30	11,6	7,9	24,7	15,5
16:14:30	11,6	8,0	24,8	15,6

16:16:30	11,6	8,2	24,8	15,6
16:18:30	11,7	8,2	24,9	15,6
16:20:30	11,8	8,4	25,0	15,6
16:22:30	11,9	8,6	25,0	15,6
16:24:30	12,0	8,7	25,0	15,6
16:26:30	12,0	8,8	25,0	15,6
16:28:30	12,1	8,9	25,1	15,6
16:30:30	12,1	8,9	25,1	15,7
16:32:30	12,2	9,0	25,2	15,7
16:34:30	12,3	9,2	25,3	15,7
16:36:30	12,3	9,4	25,3	15,7
16:38:30	12,4	9,5	25,4	15,7
16:40:30	12,4	9,7	25,4	15,7

Tabla 20 Segunda experimentación primera combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTAL	CONTENEDOR SIN PCM
8:00:30	-14,0	-18,0	14,0	12,9
8:02:30	-13,8	-17,9	14,1	12,9
8:04:30	-13,8	-17,9	14,1	12,9
8:06:30	-13,7	-17,8	14,2	12,9
8:08:30	-13,6	-17,7	14,2	12,9
8:10:30	-13,3	-17,6	14,3	13,0
8:12:30	-13,2	-17,4	14,4	13,0
8:14:30	-13,2	-17,3	14,4	13,0
8:16:30	-13,2	-17,1	14,5	13,0
8:18:30	-13,1	-16,9	14,5	13,0
8:20:30	-13,0	-16,9	14,5	13,0
8:22:30	-12,9	-16,7	14,6	13,1
8:24:30	-12,9	-16,6	14,6	13,1
8:26:30	-12,8	-16,4	14,7	13,1
8:28:30	-12,8	-16,3	14,7	13,1
8:30:30	-12,4	-16,2	14,7	13,1
8:32:30	-12,3	-16,0	14,8	13,1
8:34:30	-12,0	-16,0	14,8	13,1
8:36:30	-11,9	-15,8	14,8	13,2
8:38:30	-11,8	-15,8	14,9	13,2
8:40:30	-11,7	-15,6	15,0	13,2
8:42:30	-11,7	-15,5	15,1	13,2
8:44:30	-11,7	-15,3	15,1	13,2
8:46:30	-11,7	-15,2	15,2	13,2
8:48:30	-11,6	-15,0	15,2	13,2

8:50:30	-11,3	-14,9	15,2	13,2
8:52:30	-11,3	-14,7	15,3	13,2
8:54:30	-11,2	-14,5	15,3	13,2
8:56:30	-11,1	-14,4	15,3	13,2
8:58:30	-11,1	-14,3	15,3	13,3
9:00:30	-11,0	-14,1	15,4	13,3
9:02:30	-11,0	-14,0	15,4	13,3
9:04:30	-10,6	-13,9	15,5	13,3
9:06:30	-10,4	-13,7	15,6	13,3
9:08:30	-10,3	-13,5	15,6	13,3
9:10:30	-10,1	-13,4	15,6	13,3
9:12:30	-10,1	-13,3	15,7	13,3
9:14:30	-10,0	-13,2	15,7	13,4
9:16:30	-10,0	-13,2	15,8	13,4
9:18:30	-9,9	-13,1	15,8	13,4
9:20:30	-9,8	-13,0	15,9	13,4
9:22:30	-9,8	-12,9	16,0	13,4
9:24:30	-9,7	-12,8	16,0	13,4
9:26:30	-9,5	-12,6	16,0	13,4
9:28:30	-9,5	-12,4	16,1	13,4
9:30:30	-9,4	-12,3	16,1	13,4
9:32:30	-9,4	-12,2	16,1	13,5
9:34:30	-9,3	-12,1	16,2	13,5
9:36:30	-9,3	-12,0	16,2	13,5
9:38:30	-9,0	-11,7	16,2	13,5
9:40:30	-9,0	-11,5	16,3	13,5
9:42:30	-8,9	-11,5	16,3	13,5
9:44:30	-8,9	-11,3	16,4	13,5
9:46:30	-8,8	-11,1	16,4	13,5
9:48:30	-8,6	-10,9	16,4	13,5
9:50:30	-8,5	-10,7	16,4	13,5
9:52:30	-8,3	-10,6	16,5	13,5
9:54:30	-8,1	-10,4	16,5	13,5
9:56:30	-8,1	-10,4	16,6	13,6
9:58:30	-8,0	-10,2	16,6	13,6
10:00:30	-7,9	-10,1	16,6	13,6
10:02:30	-7,8	-10,0	16,6	13,6
10:04:30	-7,7	-9,8	16,7	13,6
10:06:30	-7,6	-9,6	16,7	13,6
10:08:30	-7,3	-9,5	16,8	13,6
10:10:30	-7,2	-9,4	16,8	13,6
10:12:30	-7,1	-9,3	16,8	13,6
10:14:30	-7,1	-9,2	16,9	13,6
10:16:30	-7,0	-9,0	16,9	13,6
10:18:30	-7,0	-8,9	17,0	13,7

10:20:30	-6,9	-8,8	17,0	13,7
10:22:30	-6,9	-8,7	17,1	13,7
10:24:30	-6,7	-8,5	17,1	13,7
10:26:30	-6,6	-8,3	17,1	13,7
10:28:30	-6,3	-8,3	17,1	13,8
10:30:30	-6,3	-8,2	17,2	13,8
10:32:30	-6,2	-8,1	17,2	13,8
10:34:30	-6,1	-7,9	17,3	13,8
10:36:30	-6,1	-7,8	17,3	13,8
10:38:30	-5,9	-7,7	17,3	13,8
10:40:30	-5,8	-7,6	17,3	13,8
10:42:30	-5,6	-7,4	17,4	13,8
10:44:30	-5,5	-7,2	17,4	13,8
10:46:30	-5,4	-7,2	17,4	13,9
10:48:30	-5,0	-7,1	17,5	13,9
10:50:30	-5,0	-6,9	17,5	13,9
10:52:30	-4,9	-6,9	17,6	13,9
10:54:30	-4,8	-6,7	17,6	13,9
10:56:30	-4,7	-6,6	17,7	13,9
10:58:30	-4,7	-6,4	17,7	13,9
11:00:30	-4,2	-6,3	17,8	13,9
11:02:30	-4,1	-6,2	17,8	13,9
11:04:30	-4,0	-6,1	17,8	14,0
11:06:30	-3,9	-5,9	17,9	14,0
11:08:30	-3,8	-5,8	17,9	14,0
11:10:30	-3,8	-5,7	17,9	14,0
11:12:30	-3,4	-5,5	17,9	14,0
11:14:30	-3,3	-5,3	18,0	14,0
11:16:30	-3,2	-5,1	18,1	14,0
11:18:30	-3,2	-4,9	18,1	14,0
11:20:30	-3,1	-4,9	18,1	14,1
11:22:30	-3,0	-4,7	18,2	14,1
11:24:30	-3,0	-4,6	18,2	14,1
11:26:30	-2,7	-4,5	18,3	14,1
11:28:30	-2,7	-4,4	18,3	14,1
11:30:30	-2,6	-4,2	18,4	14,1
11:32:30	-2,5	-4,2	18,5	14,1
11:34:30	-2,4	-4,0	18,5	14,1
11:36:30	-2,4	-3,9	18,6	14,2
11:38:30	-2,1	-3,8	18,6	14,2
11:40:30	-2,1	-3,6	18,7	14,2
11:42:30	-2,0	-3,5	18,7	14,2
11:44:30	-1,8	-3,5	18,8	14,2
11:46:30	-1,7	-3,3	18,9	14,2
11:48:30	-1,6	-3,1	18,9	14,2

11:50:30	-1,4	-3,0	19,0	14,2
11:52:30	-1,2	-2,9	19,0	14,2
11:54:30	-1,1	-2,8	19,0	14,2
11:56:30	-1,0	-2,8	19,0	14,3
11:58:30	-0,8	-2,6	19,1	14,3
12:00:30	-0,8	-2,6	19,1	14,3
12:02:30	-0,7	-2,4	19,1	14,3
12:04:30	-0,6	-2,2	19,2	14,3
12:06:30	-0,4	-2,0	19,3	14,4
12:08:30	-0,3	-1,9	19,3	14,4
12:10:30	-0,1	-1,8	19,3	14,4
12:12:30	0,0	-1,7	19,4	14,4
12:14:30	0,2	-1,6	19,4	14,4
12:16:30	0,3	-1,4	19,4	14,4
12:18:30	0,3	-1,3	19,5	14,4
12:20:30	0,4	-1,1	19,5	14,4
12:22:30	0,8	-0,9	19,6	14,4
12:24:30	0,8	-0,8	19,7	14,5
12:26:30	0,9	-0,7	19,7	14,5
12:28:30	1,0	-0,5	19,7	14,5
12:30:30	1,1	-0,4	19,7	14,5
12:32:30	1,1	-0,3	19,8	14,5
12:34:30	1,7	-0,2	19,8	14,5
12:36:30	1,8	-0,1	19,8	14,5
12:38:30	1,8	0,1	19,9	14,5
12:40:30	1,9	0,2	20,0	14,5
12:42:30	1,9	0,3	20,0	14,5
12:44:30	2,0	0,4	20,1	14,6
12:46:30	2,1	0,6	20,1	14,6
12:48:30	2,2	0,7	20,2	14,6
12:50:30	2,3	0,7	20,3	14,6
12:52:30	2,4	0,8	20,3	14,6
12:54:30	2,5	1,0	20,4	14,6
12:56:30	2,8	1,2	20,5	14,6
12:58:30	2,8	1,3	20,5	14,6
13:00:30	2,8	1,4	20,5	14,6
13:02:30	2,9	1,5	20,6	14,6
13:04:30	3,0	1,6	20,6	14,6
13:06:30	3,1	1,7	20,6	14,7
13:08:30	3,1	1,8	20,6	14,7
13:10:30	3,2	1,8	20,7	14,7
13:12:30	3,5	2,0	20,7	14,7
13:14:30	3,6	2,2	20,7	14,7
13:16:30	3,7	2,5	20,8	14,7
13:18:30	3,9	2,6	20,9	14,7

13:20:30	3,9	2,7	20,9	14,8
13:22:30	4,0	2,8	20,9	14,8
13:24:30	4,2	2,8	21,0	14,8
13:26:30	4,3	3,0	21,0	14,8
13:28:30	4,4	3,1	21,1	14,8
13:30:30	4,4	3,1	21,1	14,8
13:32:30	4,5	3,3	21,2	14,8
13:34:30	4,6	3,3	21,2	14,8
13:36:30	4,7	3,3	21,2	14,8
13:38:30	4,8	3,5	21,3	14,9
13:40:30	5,0	3,5	21,3	14,9
13:42:30	5,1	3,6	21,4	14,9
13:44:30	5,1	3,6	21,5	14,9
13:46:30	5,2	3,7	21,5	14,9
13:48:30	5,3	3,7	21,6	14,9
13:50:30	5,4	3,8	21,6	14,9
13:52:30	5,5	3,8	21,7	14,9
13:54:30	5,5	3,9	21,7	14,9
13:56:30	5,6	3,9	21,8	15,0
13:58:30	5,9	4,0	21,8	15,0
14:00:30	6,2	4,0	21,8	15,0
14:02:30	6,3	4,0	21,9	15,0
14:04:30	6,3	4,2	22,0	15,0
14:06:30	6,4	4,2	22,0	15,0
14:08:30	6,5	4,2	22,0	15,0
14:10:30	6,8	4,3	22,0	15,1
14:12:30	7,0	4,3	22,1	15,1
14:14:30	7,1	4,4	22,1	15,1
14:16:30	7,1	4,5	22,2	15,1
14:18:30	7,2	4,5	22,2	15,1
14:20:30	7,3	4,7	22,2	15,1
14:22:30	7,3	4,7	22,3	15,1
14:24:30	7,4	4,7	22,3	15,1
14:26:30	7,7	4,8	22,4	15,1
14:28:30	7,8	4,8	22,5	15,2
14:30:30	7,9	4,9	22,5	15,2
14:32:30	7,9	5,0	22,6	15,2
14:34:30	8,0	5,1	22,6	15,2
14:36:30	8,0	5,1	22,7	15,2
14:38:30	8,1	5,2	22,7	15,2
14:40:30	8,2	5,3	22,7	15,2
14:42:30	8,3	5,4	22,8	15,2
14:44:30	8,6	5,5	22,9	15,2
14:46:30	8,7	5,5	22,9	15,3
14:48:30	8,8	5,6	23,0	15,3

14:50:30	8,9	5,8	23,0	15,3
14:52:30	9,0	5,8	23,1	15,3
14:54:30	9,0	6,0	23,1	15,3
14:56:30	9,1	6,0	23,1	15,3
14:58:30	9,2	6,1	23,2	15,3
15:00:30	9,3	6,2	23,2	15,3
15:02:30	9,4	6,3	23,2	15,3
15:04:30	9,6	6,3	23,3	15,3
15:06:30	9,7	6,3	23,3	15,3
15:08:30	9,7	6,4	23,4	15,3
15:10:30	9,8	6,4	23,4	15,4
15:12:30	9,9	6,6	23,5	15,4
15:14:30	10,0	6,6	23,5	15,4
15:16:30	10,1	6,7	23,6	15,4
15:18:30	10,2	6,7	23,6	15,4
15:20:30	10,5	6,8	23,7	15,4
15:22:30	10,5	6,8	23,7	15,4
15:24:30	10,6	7,0	23,7	15,4
15:26:30	10,7	7,1	23,8	15,4
15:28:30	10,8	7,2	23,8	15,5
15:30:30	10,9	7,3	23,9	15,5
15:32:30	10,9	7,3	23,9	15,5
15:34:30	11,0	7,3	24,0	15,5
15:36:30	11,3	7,5	24,0	15,5
15:38:30	11,4	7,6	24,1	15,5
15:40:30	11,5	7,7	24,1	15,5
15:42:30	11,6	7,9	24,1	15,5
15:44:30	11,7	8,1	24,2	15,6
15:46:30	11,7	8,2	24,2	15,6
15:48:30	11,7	8,3	24,3	15,6
15:50:30	11,8	8,4	24,4	15,6
15:52:30	11,9	8,6	24,4	15,6
15:54:30	12,0	8,7	24,4	15,6
15:56:30	12,0	8,8	24,5	15,6
15:58:30	12,2	9,0	24,5	15,6
16:00:30	12,2	9,0	24,6	15,7
16:02:30	12,2	9,1	24,6	15,7
16:04:30	12,3	9,3	24,6	15,7
16:06:30	12,4	9,4	24,6	15,7
16:08:30	12,5	9,6	24,6	15,7
16:10:30	12,5	9,7	24,7	15,7

Tabla 21 Resultados tercera experimentación primera combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTAL	CONTENEDOR SIN PCM
7:00:30	-14,0	-18,0	14,0	12,9
7:02:30	-13,8	-17,9	14,1	12,9
7:04:30	-13,8	-17,9	14,1	12,9
7:06:30	-13,6	-17,8	14,2	12,9
7:08:30	-13,6	-17,7	14,2	12,9
7:10:30	-13,2	-17,5	14,2	13,0
7:12:30	-13,2	-17,3	14,3	13,0
7:14:30	-13,1	-17,2	14,4	13,0
7:16:30	-13,1	-17,0	14,4	13,0
7:18:30	-13,0	-16,9	14,4	13,0
7:20:30	-13,0	-16,8	14,5	13,0
7:22:30	-12,9	-16,7	14,5	13,1
7:24:30	-12,9	-16,5	14,6	13,1
7:26:30	-12,8	-16,4	14,6	13,1
7:28:30	-12,8	-16,3	14,6	13,1
7:30:30	-12,4	-16,2	14,6	13,1
7:32:30	-12,2	-16,0	14,7	13,1
7:34:30	-12,0	-15,9	14,8	13,1
7:36:30	-11,9	-15,8	14,8	13,2
7:38:30	-11,8	-15,7	14,8	13,2
7:40:30	-11,7	-15,6	14,9	13,2
7:42:30	-11,7	-15,5	14,9	13,2
7:44:30	-11,7	-15,3	14,9	13,2
7:46:30	-11,7	-15,1	15,0	13,2
7:48:30	-11,6	-15,0	15,0	13,2
7:50:30	-11,3	-14,8	15,1	13,2
7:52:30	-11,2	-14,6	15,1	13,2
7:54:30	-11,2	-14,5	15,2	13,2
7:56:30	-11,1	-14,4	15,3	13,2
7:58:30	-11,0	-14,2	15,3	13,3
8:00:30	-11,0	-14,0	15,4	13,3
8:02:30	-10,6	-14,0	15,4	13,3
8:04:30	-10,6	-13,8	15,5	13,3
8:06:30	-10,4	-13,6	15,5	13,3
8:08:30	-10,2	-13,5	15,6	13,3
8:10:30	-10,1	-13,4	15,6	13,3
8:12:30	-10,1	-13,3	15,7	13,3
8:14:30	-10,0	-13,2	15,7	13,4
8:16:30	-9,9	-13,2	15,7	13,4
8:18:30	-9,9	-13,1	15,8	13,4

8:20:30	-9,8	-13,0	15,9	13,4
8:22:30	-9,8	-12,8	15,9	13,4
8:24:30	-9,7	-12,7	15,9	13,4
8:26:30	-9,5	-12,5	16,0	13,4
8:28:30	-9,5	-12,4	16,0	13,4
8:30:30	-9,4	-12,3	16,0	13,4
8:32:30	-9,3	-12,2	16,1	13,5
8:34:30	-9,3	-12,0	16,1	13,5
8:36:30	-9,3	-11,9	16,2	13,5
8:38:30	-9,0	-11,6	16,2	13,5
8:40:30	-8,9	-11,5	16,3	13,5
8:42:30	-8,9	-11,4	16,3	13,5
8:44:30	-8,9	-11,2	16,3	13,5
8:46:30	-8,7	-11,0	16,4	13,5
8:48:30	-8,5	-10,9	16,5	13,5
8:50:30	-8,4	-10,7	16,5	13,5
8:52:30	-8,3	-10,5	16,5	13,5
8:54:30	-8,1	-10,4	16,6	13,5
8:56:30	-8,0	-10,3	16,6	13,6
8:58:30	-8,0	-10,1	16,7	13,6
9:00:30	-7,9	-10,0	16,7	13,6
9:02:30	-7,8	-9,9	16,7	13,6
9:04:30	-7,7	-9,7	16,7	13,6
9:06:30	-7,6	-9,6	16,7	13,6
9:08:30	-7,2	-9,5	16,8	13,6
9:10:30	-7,2	-9,4	16,8	13,6
9:12:30	-7,1	-9,2	16,8	13,6
9:14:30	-7,0	-9,1	16,9	13,6
9:16:30	-7,0	-9,0	16,9	13,6
9:18:30	-7,0	-8,9	16,9	13,7
9:20:30	-6,9	-8,8	17,0	13,7
9:22:30	-6,9	-8,6	17,1	13,7
9:24:30	-6,7	-8,4	17,1	13,7
9:26:30	-6,5	-8,3	17,2	13,7
9:28:30	-6,3	-8,2	17,2	13,8
9:30:30	-6,2	-8,2	17,3	13,8
9:32:30	-6,2	-8,0	17,3	13,8
9:34:30	-6,1	-7,9	17,3	13,8
9:36:30	-6,0	-7,8	17,4	13,8
9:38:30	-5,9	-7,6	17,5	13,8
9:40:30	-5,8	-7,5	17,5	13,8
9:42:30	-5,6	-7,4	17,6	13,8
9:44:30	-5,5	-7,2	17,6	13,8
9:46:30	-5,4	-7,1	17,7	13,9
9:48:30	-5,0	-7,0	17,7	13,9

9:50:30	-4,9	-6,9	17,8	13,9
9:52:30	-4,9	-6,8	17,8	13,9
9:54:30	-4,8	-6,7	17,9	13,9
9:56:30	-4,7	-6,5	18,0	13,9
9:58:30	-4,6	-6,4	18,0	13,9
10:00:30	-4,1	-6,3	18,0	13,9
10:02:30	-4,0	-6,1	18,1	13,9
10:04:30	-4,0	-6,0	18,1	14,0
10:06:30	-3,9	-5,9	18,2	14,0
10:08:30	-3,8	-5,7	18,2	14,0
10:10:30	-3,8	-5,6	18,2	14,0
10:12:30	-3,4	-5,4	18,2	14,0
10:14:30	-3,3	-5,2	18,3	14,0
10:16:30	-3,2	-5,1	18,3	14,0
10:18:30	-3,1	-4,9	18,4	14,0
10:20:30	-3,1	-4,9	18,4	14,1
10:22:30	-3,0	-4,7	18,4	14,1
10:24:30	-2,9	-4,5	18,5	14,1
10:26:30	-2,7	-4,4	18,6	14,1
10:28:30	-2,7	-4,3	18,6	14,1
10:30:30	-2,6	-4,2	18,6	14,1
10:32:30	-2,5	-4,1	18,7	14,1
10:34:30	-2,4	-3,9	18,7	14,1
10:36:30	-2,2	-3,8	18,8	14,2
10:38:30	-2,1	-3,7	18,8	14,2
10:40:30	-2,0	-3,6	18,9	14,2
10:42:30	-2,0	-3,5	18,9	14,2
10:44:30	-1,8	-3,4	18,9	14,2
10:46:30	-1,7	-3,2	18,9	14,2
10:48:30	-1,5	-3,1	18,9	14,2
10:50:30	-1,4	-3,0	19,0	14,2
10:52:30	-1,1	-2,9	19,0	14,2
10:54:30	-1,1	-2,8	19,0	14,2
10:56:30	-1,0	-2,7	19,1	14,3
10:58:30	-0,8	-2,6	19,1	14,3
11:00:30	-0,8	-2,5	19,1	14,3
11:02:30	-0,7	-2,4	19,2	14,3
11:04:30	-0,6	-2,2	19,2	14,3
11:06:30	-0,4	-2,0	19,2	14,4
11:08:30	-0,3	-1,9	19,3	14,4
11:10:30	-0,1	-1,8	19,4	14,4
11:12:30	0,0	-1,7	19,4	14,4
11:14:30	0,2	-1,5	19,5	14,4
11:16:30	0,3	-1,4	19,5	14,4
11:18:30	0,3	-1,2	19,6	14,4

11:20:30	0,7	-1,0	19,6	14,4
11:22:30	0,8	-0,9	19,7	14,4
11:24:30	0,8	-0,8	19,8	14,5
11:26:30	0,9	-0,7	19,8	14,5
11:28:30	1,0	-0,5	19,8	14,5
11:30:30	1,1	-0,3	19,9	14,5
11:32:30	1,1	-0,3	19,9	14,5
11:34:30	1,7	-0,1	20,0	14,5
11:36:30	1,8	0,0	20,0	14,5
11:38:30	1,9	0,2	20,1	14,5
11:40:30	1,9	0,2	20,2	14,5
11:42:30	2,0	0,3	20,2	14,5
11:44:30	2,1	0,5	20,2	14,6
11:46:30	2,2	0,7	20,3	14,6
11:48:30	2,2	0,7	20,3	14,6
11:50:30	2,3	0,7	20,4	14,6
11:52:30	2,4	0,9	20,4	14,6
11:54:30	2,6	1,1	20,5	14,6
11:56:30	2,8	1,2	20,5	14,6
11:58:30	2,8	1,3	20,6	14,6
12:00:30	2,9	1,5	20,6	14,6
12:02:30	2,9	1,5	20,7	14,6
12:04:30	3,0	1,7	20,7	14,6
12:06:30	3,1	1,7	20,7	14,7
12:08:30	3,1	1,9	20,8	14,7
12:10:30	3,2	1,9	20,9	14,7
12:12:30	3,5	2,1	20,9	14,7
12:14:30	3,6	2,3	20,9	14,7
12:16:30	3,7	2,5	21,0	14,7
12:18:30	3,9	2,6	21,0	14,7
12:20:30	4,0	2,7	21,0	14,8
12:22:30	4,0	2,8	21,0	14,8
12:24:30	4,3	2,9	21,1	14,8
12:26:30	4,3	3,0	21,1	14,8
12:28:30	4,4	3,1	21,1	14,8
12:30:30	4,5	3,1	21,2	14,8
12:32:30	4,5	3,3	21,2	14,8
12:34:30	4,6	3,3	21,3	14,8
12:36:30	4,8	3,4	21,4	14,8
12:38:30	4,9	3,5	21,4	14,9
12:40:30	5,0	3,5	21,4	14,9
12:42:30	5,1	3,6	21,4	14,9
12:44:30	5,2	3,6	21,5	14,9
12:46:30	5,2	3,7	21,5	14,9
12:48:30	5,3	3,7	21,5	14,9

12:50:30	5,4	3,8	21,5	14,9
12:52:30	5,5	3,8	21,5	14,9
12:54:30	5,6	3,9	21,5	14,9
12:56:30	5,6	3,9	21,6	15,0
12:58:30	6,0	4,0	21,7	15,0
13:00:30	6,2	4,1	21,7	15,0
13:02:30	6,3	4,1	21,7	15,0
13:04:30	6,3	4,2	21,8	15,0
13:06:30	6,4	4,2	21,8	15,0
13:08:30	6,5	4,2	21,9	15,0
13:10:30	6,9	4,3	21,9	15,1
13:12:30	7,0	4,3	21,9	15,1
13:14:30	7,1	4,4	22,0	15,1
13:16:30	7,2	4,5	22,0	15,1
13:18:30	7,2	4,6	22,0	15,1
13:20:30	7,3	4,7	22,1	15,1
13:22:30	7,4	4,7	22,1	15,1
13:24:30	7,4	4,7	22,2	15,1
13:26:30	7,7	4,8	22,3	15,1
13:28:30	7,8	4,8	22,3	15,2
13:30:30	7,9	5,0	22,3	15,2
13:32:30	7,9	5,0	22,4	15,2
13:34:30	8,0	5,1	22,4	15,2
13:36:30	8,0	5,1	22,4	15,2
13:38:30	8,1	5,2	22,4	15,2
13:40:30	8,2	5,3	22,5	15,2
13:42:30	8,3	5,4	22,5	15,2
13:44:30	8,6	5,5	22,5	15,2
13:46:30	8,7	5,5	22,6	15,3
13:48:30	8,9	5,7	22,6	15,3
13:50:30	8,9	5,8	22,6	15,3
13:52:30	9,0	5,9	22,7	15,3
13:54:30	9,1	6,0	22,7	15,3
13:56:30	9,1	6,0	22,7	15,3
13:58:30	9,3	6,1	22,8	15,3
14:00:30	9,3	6,2	22,9	15,3
14:02:30	9,5	6,3	22,9	15,3
14:04:30	9,6	6,4	22,9	15,3
14:06:30	9,7	6,4	23,0	15,3
14:08:30	9,8	6,4	23,1	15,3
14:10:30	9,9	6,5	23,1	15,4
14:12:30	9,9	6,6	23,1	15,4
14:14:30	10,0	6,6	23,1	15,4
14:16:30	10,1	6,7	23,2	15,4
14:18:30	10,2	6,7	23,2	15,4

14:20:30	10,5	6,8	23,2	15,4
14:22:30	10,5	6,9	23,3	15,4
14:24:30	10,6	7,0	23,3	15,4
14:26:30	10,7	7,1	23,4	15,4
14:28:30	10,8	7,2	23,4	15,5
14:30:30	10,9	7,3	23,4	15,5
14:32:30	10,9	7,4	23,5	15,5
14:34:30	11,1	7,4	23,6	15,5
14:36:30	11,4	7,5	23,6	15,5
14:38:30	11,5	7,7	23,6	15,5
14:40:30	11,5	7,8	23,7	15,5
14:42:30	11,6	8,0	23,8	15,5
14:44:30	11,7	8,1	23,8	15,6
14:46:30	11,7	8,2	23,9	15,6
14:48:30	11,8	8,3	24,0	15,6
14:50:30	11,8	8,5	24,0	15,6
14:52:30	12,0	8,7	24,0	15,6
14:54:30	12,0	8,8	24,1	15,6
14:56:30	12,1	8,9	24,1	15,6
14:58:30	12,2	9,0	24,2	15,6
15:00:30	12,2	9,0	24,2	15,7
15:02:30	12,3	9,1	24,3	15,7
15:04:30	12,3	9,3	24,3	15,7
15:06:30	12,4	9,5	24,4	15,7
15:08:30	12,5	10,0	24,4	15,7
15:10:30	12,5	10,0	24,5	15,7

Anexo D Resultados temperaturas primera combinación

Tabla 22 Resultados de la primera experimentación segunda combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTE	CONTENEDOR SIN PCM
7:30:30	-13,8	-17,9	18,0	18,0
7:32:30	-13,8	-17,8	18,0	18,0
7:34:30	-13,7	-17,5	18,0	18,0
7:36:30	-13,6	-17,4	18,1	18,0
7:38:30	-13,3	-17,2	18,1	18,0

7:40:30	-13,1	-17,1	18,1	18,0
7:42:30	-13,0	-16,9	18,1	18,0
7:44:30	-12,9	-16,6	18,1	18,0
7:46:30	-12,8	-16,4	18,2	18,0
7:48:30	-12,8	-16,3	18,2	18,0
7:50:30	-12,4	-16,2	18,2	18,1
7:52:30	-12,3	-16,0	18,2	18,1
7:54:30	-11,7	-15,7	18,2	18,1
7:56:30	-11,7	-15,6	18,2	18,1
7:58:30	-11,7	-15,4	18,3	18,1
8:00:30	-11,3	-15,3	18,3	18,1
8:02:30	-11,3	-14,8	18,3	18,1
8:04:30	-11,2	-14,6	18,3	18,1
8:06:30	-11,1	-14,4	18,3	18,1
8:08:30	-11,0	-14,3	18,3	18,1
8:10:30	-10,6	-14,2	18,4	18,1
8:12:30	-10,4	-14,0	18,4	18,2
8:14:30	-10,3	-13,6	18,4	18,2
8:16:30	-10,1	-13,5	18,4	18,2
8:18:30	-10,0	-13,3	18,4	18,2
8:20:30	-9,9	-13,2	18,4	18,2
8:22:30	-9,8	-13,0	18,5	18,2
8:24:30	-9,8	-12,8	18,5	18,2
8:26:30	-9,3	-12,4	18,5	18,2
8:28:30	-9,3	-12,3	18,5	18,2
8:30:30	-9,0	-12,1	18,5	18,2
8:32:30	-9,0	-11,9	18,5	18,3
8:34:30	-8,9	-11,4	18,5	18,3
8:36:30	-8,9	-11,3	18,5	18,3
8:38:30	-8,8	-11,2	18,5	18,3
8:40:30	-8,6	-11,0	18,6	18,3
8:42:30	-8,5	-10,9	18,6	18,3
8:44:30	-7,8	-10,4	18,6	18,3
8:46:30	-7,7	-10,3	18,6	18,4
8:48:30	-7,6	-10,1	18,6	18,4
8:50:30	-7,3	-10,0	18,6	18,4
8:52:30	-7,2	-9,9	18,7	18,4
8:54:30	-7,1	-9,8	18,7	18,4
8:56:30	-7,1	-9,5	18,7	18,4
8:58:30	-6,9	-9,3	18,7	18,4
9:00:30	-6,9	-9,3	18,8	18,5
9:02:30	-6,7	-9,2	18,8	18,5
9:04:30	-6,3	-9,0	18,9	18,5
9:06:30	-6,2	-8,9	18,9	18,5
9:08:30	-6,1	-8,4	18,9	18,5

9:10:30	-6,1	-8,4	19,0	18,5
9:12:30	-5,9	-8,3	19,0	18,5
9:14:30	-5,6	-8,2	19,1	18,5
9:16:30	-5,5	-8,1	19,1	18,6
9:18:30	-4,8	-7,9	19,1	18,6
9:20:30	-4,7	-7,5	19,1	18,6
9:22:30	-4,7	-7,5	19,1	18,6
9:24:30	-4,1	-7,4	19,1	18,6
9:26:30	-4,0	-7,3	19,1	18,6
9:28:30	-3,9	-7,2	19,1	18,6
9:30:30	-3,8	-7,0	19,1	18,6
9:32:30	-3,8	-6,5	19,1	18,6
9:34:30	-3,4	-6,4	19,4	18,6
9:36:30	-3,2	-6,4	19,4	18,6
9:38:30	-2,7	-6,3	19,4	18,7
9:40:30	-2,7	-6,2	19,5	18,7
9:42:30	-2,6	-6,0	19,6	18,7
9:44:30	-2,5	-5,8	19,6	18,7
9:46:30	-2,4	-5,8	19,6	18,7
9:48:30	-2,1	-5,5	19,6	18,7
9:50:30	-2,1	-5,3	19,7	18,7
9:52:30	-2,0	-5,1	19,7	18,7
9:54:30	-1,8	-5,0	19,7	18,7
9:56:30	-1,7	-4,5	19,8	18,7
9:58:30	-1,6	-4,5	19,8	18,7
10:00:30	-1,2	-4,4	19,8	18,8
10:02:30	-1,1	-4,3	19,9	18,8
10:04:30	-0,6	-4,2	19,9	18,8
10:06:30	-0,4	-4,0	20,0	18,8
10:08:30	-0,3	-3,6	20,0	18,8
10:10:30	-0,1	-3,5	20,0	18,8
10:12:30	0,0	-3,3	20,1	18,9
10:14:30	0,2	-3,3	20,1	18,9
10:16:30	0,3	-3,2	20,1	18,9
10:18:30	0,3	-3,0	20,1	18,9
10:20:30	0,4	-2,9	20,1	18,9
10:22:30	0,8	-2,5	20,1	18,9
10:24:30	0,8	-2,4	20,1	18,9
10:26:30	0,9	-2,3	20,1	18,9
10:28:30	1,0	-2,3	20,1	18,9
10:30:30	1,1	-2,2	20,1	19,0
10:32:30	1,1	-2,1	20,1	19,0
10:34:30	1,9	-1,9	20,1	19,0
10:36:30	1,9	-1,7	20,1	19,0
10:38:30	2,0	-1,5	20,6	19,0

10:40:30	2,1	-1,5	20,6	19,0
10:42:30	2,2	-1,4	20,6	19,0
10:44:30	2,3	-1,3	20,6	19,0
10:46:30	2,4	-1,2	20,6	19,0
10:48:30	2,5	-1,0	20,6	19,0
10:50:30	2,8	-1,0	20,6	19,0
10:52:30	2,8	-0,6	20,6	19,0
10:54:30	2,8	-0,6	21,0	19,0
10:56:30	3,2	-0,4	21,0	19,1
10:58:30	3,5	-0,3	21,0	19,1
11:00:30	3,6	-0,1	21,0	19,1
11:02:30	3,7	0,2	21,0	19,1
11:04:30	3,9	0,3	21,0	19,1
11:06:30	3,9	0,4	21,0	19,1
11:08:30	4,0	0,4	21,5	19,1
11:10:30	4,2	0,8	21,5	19,1
11:12:30	4,3	0,9	21,5	19,1
11:14:30	4,4	1,0	21,5	19,1
11:16:30	4,4	1,1	21,5	19,1
11:18:30	4,5	1,1	21,5	19,1
11:20:30	4,6	1,5	21,5	19,1
11:22:30	4,7	1,6	21,8	19,2
11:24:30	4,8	1,8	21,8	19,2
11:26:30	5,0	1,8	21,8	19,2
11:28:30	5,1	2,0	21,8	19,2
11:30:30	5,1	2,1	21,8	19,2
11:32:30	5,2	2,5	21,8	19,2
11:34:30	5,3	2,5	21,9	19,2
11:36:30	5,4	2,6	21,9	19,2
11:38:30	5,5	2,7	21,9	19,2
11:40:30	5,5	2,9	21,9	19,2
11:42:30	5,6	2,9	21,9	19,3
11:44:30	5,9	3,1	22,0	19,3
11:46:30	6,2	3,1	22,0	19,3
11:48:30	6,3	3,4	22,0	19,3
11:50:30	6,3	3,5	22,0	19,3
11:52:30	6,4	3,6	22,0	19,3
11:54:30	6,5	3,8	22,0	19,3
11:56:30	6,8	4,0	22,0	19,3
11:58:30	7,2	4,1	22,0	19,4
12:00:30	7,3	4,1	22,5	19,4
12:02:30	7,3	4,4	22,5	19,4
12:04:30	7,4	4,6	22,5	19,4
12:06:30	7,7	4,7	22,5	19,4
12:08:30	7,8	4,9	22,6	19,4

12:10:30	7,9	5,1	22,6	19,4
12:12:30	7,9	5,3	22,6	19,4
12:14:30	8,0	5,6	22,8	19,4
12:16:30	8,0	5,6	22,8	19,4
12:18:30	8,1	5,8	22,8	19,4
12:20:30	8,2	5,9	22,8	19,5
12:22:30	8,3	5,9	23,0	19,5
12:24:30	8,9	6,1	23,0	19,5
12:26:30	9,0	6,3	23,0	19,5
12:28:30	9,0	6,5	23,0	19,5
12:30:30	9,1	6,6	23,0	19,5
12:32:30	9,2	6,6	23,0	19,5
12:34:30	9,3	6,7	23,5	19,5
12:36:30	9,4	6,8	23,5	19,6
12:38:30	9,6	7,0	23,5	19,6
12:40:30	9,7	7,2	23,5	19,6
12:42:30	9,7	7,2	23,5	19,6
12:44:30	10,5	7,3	23,5	19,6
12:46:30	10,6	7,4	23,5	19,6
12:48:30	10,7	7,6	23,5	19,6
12:50:30	10,8	7,7	23,5	19,6
12:52:30	10,9	7,9	23,9	19,7
12:54:30	10,9	8,0	23,9	19,7
12:56:30	11,0	8,1	23,9	19,7
12:58:30	11,3	8,3	23,9	19,7
13:00:30	11,4	8,4	23,9	19,7
13:02:30	11,5	8,5	23,9	19,7
13:04:30	11,6	8,6	23,9	19,7
13:06:30	11,7	8,6	23,9	19,7
13:08:30	11,7	8,8	24,2	19,7
13:10:30	11,7	9,0	24,2	19,8
13:12:30	11,8	9,1	24,2	19,8
13:14:30	11,9	9,3	24,2	19,8
13:16:30	12,0	9,4	24,2	19,8
13:18:30	12,0	9,6	24,6	19,8
13:20:30	12,2	9,7	24,6	19,8
13:22:30	12,2	9,8	24,6	19,8
13:24:30	12,2	9,9	24,6	19,8
13:26:30	12,3	9,9	24,6	19,8
13:28:30	12,4	10,1	24,6	19,8
13:30:30	12,5	10,2	24,6	19,9
13:32:30	12,5	10,4	24,6	19,9

Tabla 23 Resultados de la segunda experimentación segunda combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTE	CONTENEDOR SIN PCM
7:30:30	-13,9	-17,9	18,0	18,0
7:32:30	-13,8	-17,8	18,0	18,0
7:34:30	-13,7	-17,5	18,1	18,0
7:36:30	-13,6	-17,3	18,1	18,0
7:38:30	-13,3	-17,2	18,1	18,0
7:40:30	-13,1	-17,0	18,2	18,0
7:42:30	-13,0	-16,9	18,2	18,0
7:44:30	-12,9	-16,5	18,3	18,0
7:46:30	-12,9	-16,4	18,3	18,0
7:48:30	-12,8	-16,2	18,4	18,0
7:50:30	-12,4	-16,1	18,5	18,1
7:52:30	-12,4	-16,0	18,5	18,1
7:54:30	-11,8	-15,7	18,5	18,1
7:56:30	-11,8	-15,5	18,6	18,1
7:58:30	-11,7	-15,3	18,6	18,1
8:00:30	-11,4	-14,9	18,6	18,1
8:02:30	-11,3	-14,8	18,7	18,1
8:04:30	-11,2	-14,6	18,7	18,1
8:06:30	-11,1	-14,4	18,8	18,1
8:08:30	-11,0	-14,2	18,8	18,1
8:10:30	-10,6	-14,1	18,8	18,1
8:12:30	-10,4	-14,0	18,8	18,2
8:14:30	-10,4	-13,6	18,8	18,2
8:16:30	-10,1	-13,4	18,8	18,2
8:18:30	-10,0	-13,3	18,9	18,2
8:20:30	-9,9	-13,2	18,9	18,2
8:22:30	-9,9	-12,9	18,9	18,2
8:24:30	-9,8	-12,5	18,9	18,2
8:26:30	-9,3	-12,4	18,9	18,2
8:28:30	-9,3	-12,2	19,0	18,2
8:30:30	-9,1	-12,0	19,0	18,2
8:32:30	-9,0	-11,9	19,0	18,3
8:34:30	-8,9	-11,3	19,0	18,3
8:36:30	-8,9	-11,2	19,0	18,3
8:38:30	-8,8	-11,1	19,1	18,3
8:40:30	-8,7	-11,0	19,1	18,3
8:42:30	-8,5	-10,8	19,1	18,3
8:44:30	-7,9	-10,4	19,2	18,3
8:46:30	-7,7	-10,2	19,2	18,4
8:48:30	-7,7	-10,1	19,2	18,4

8:50:30	-7,6	-9,9	19,2	18,4
8:52:30	-7,2	-9,9	19,3	18,4
8:54:30	-7,2	-9,8	19,3	18,4
8:56:30	-7,1	-9,4	19,3	18,4
8:58:30	-7,0	-9,3	19,3	18,4
9:00:30	-6,9	-9,3	19,3	18,5
9:02:30	-6,7	-9,1	19,4	18,5
9:04:30	-6,3	-9,0	19,4	18,5
9:06:30	-6,2	-8,8	19,4	18,5
9:08:30	-6,2	-8,4	19,5	18,5
9:10:30	-6,1	-8,4	19,5	18,5
9:12:30	-6,0	-8,3	19,5	18,5
9:14:30	-5,7	-8,1	19,5	18,5
9:16:30	-5,6	-8,0	19,6	18,6
9:18:30	-4,8	-7,6	19,6	18,6
9:20:30	-4,7	-7,4	19,6	18,6
9:22:30	-4,7	-7,4	19,6	18,6
9:24:30	-4,1	-7,3	19,6	18,6
9:26:30	-4,0	-7,3	19,7	18,6
9:28:30	-3,9	-7,1	19,7	18,6
9:30:30	-3,9	-7,0	19,7	18,6
9:32:30	-3,8	-6,5	19,7	18,6
9:34:30	-3,7	-6,3	19,8	18,6
9:36:30	-3,3	-6,3	19,8	18,6
9:38:30	-2,9	-6,3	19,8	18,7
9:40:30	-2,7	-6,1	19,9	18,7
9:42:30	-2,6	-6,0	19,9	18,7
9:44:30	-2,6	-5,8	19,9	18,7
9:46:30	-2,5	-5,8	19,9	18,7
9:48:30	-2,1	-5,4	20,0	18,7
9:50:30	-2,1	-5,2	20,0	18,7
9:52:30	-2,0	-5,0	20,0	18,7
9:54:30	-1,8	-4,9	20,0	18,7
9:56:30	-1,7	-4,5	20,1	18,7
9:58:30	-1,6	-4,5	20,1	18,7
10:00:30	-1,2	-4,4	20,1	18,8
10:02:30	-1,1	-4,3	20,1	18,8
10:04:30	-0,6	-4,1	20,2	18,8
10:06:30	-0,4	-4,0	20,2	18,8
10:08:30	-0,3	-3,5	20,2	18,8
10:10:30	-0,3	-3,4	20,2	18,8
10:12:30	-0,1	-3,3	20,2	18,9
10:14:30	0,2	-3,3	20,2	18,9
10:16:30	0,2	-3,1	20,3	18,9
10:18:30	0,3	-3,0	20,3	18,9

10:20:30	0,4	-2,8	20,3	18,9
10:22:30	0,8	-2,5	20,3	18,9
10:24:30	0,8	-2,4	20,3	18,9
10:26:30	0,9	-2,3	20,4	18,9
10:28:30	1,0	-2,3	20,4	18,9
10:30:30	1,0	-2,2	20,4	19,0
10:32:30	1,1	-2,0	20,4	19,0
10:34:30	1,9	-1,8	20,5	19,0
10:36:30	1,9	-1,7	20,5	19,0
10:38:30	2,0	-1,5	20,5	19,0
10:40:30	2,1	-1,5	20,6	19,0
10:42:30	2,2	-1,3	20,6	19,0
10:44:30	2,2	-1,2	20,6	19,0
10:46:30	2,4	-1,2	20,6	19,0
10:48:30	2,4	-1,0	20,7	19,0
10:50:30	2,8	-0,9	20,7	19,0
10:52:30	2,8	-0,5	20,7	19,0
10:54:30	2,8	-0,5	20,8	19,0
10:56:30	3,2	-0,4	20,8	19,1
10:58:30	3,2	-0,2	20,8	19,1
11:00:30	3,5	-0,1	20,9	19,1
11:02:30	3,6	0,2	20,9	19,1
11:04:30	3,9	0,4	20,9	19,1
11:06:30	3,9	0,5	21,0	19,1
11:08:30	4,0	0,5	21,1	19,1
11:10:30	4,1	0,8	21,1	19,1
11:12:30	4,3	0,9	21,1	19,1
11:14:30	4,4	1,1	21,1	19,1
11:16:30	4,4	1,2	21,1	19,1
11:18:30	4,5	1,2	21,2	19,1
11:20:30	4,6	1,5	21,2	19,1
11:22:30	4,7	1,7	21,2	19,2
11:24:30	4,8	1,8	21,3	19,2
11:26:30	5,0	1,9	21,3	19,2
11:28:30	5,0	2,0	21,4	19,2
11:30:30	5,1	2,2	21,4	19,2
11:32:30	5,2	2,5	21,4	19,2
11:34:30	5,3	2,5	21,5	19,2
11:36:30	5,3	2,6	21,5	19,2
11:38:30	5,4	2,8	21,6	19,2
11:40:30	5,5	2,9	21,6	19,2
11:42:30	5,6	3,0	21,7	19,3
11:44:30	5,6	3,3	21,7	19,3
11:46:30	6,2	3,3	21,8	19,3
11:48:30	6,2	3,4	21,8	19,3

11:50:30	6,3	3,5	21,9	19,3
11:52:30	6,4	3,7	22,0	19,3
11:54:30	6,4	3,8	22,0	19,3
11:56:30	6,8	4,0	22,1	19,3
11:58:30	7,2	4,3	22,1	19,4
12:00:30	7,3	4,3	22,2	19,4
12:02:30	7,3	4,5	22,2	19,4
12:04:30	7,4	4,7	22,3	19,4
12:06:30	7,4	4,8	22,3	19,4
12:08:30	7,7	4,9	22,4	19,4
12:10:30	7,8	5,1	22,4	19,4
12:12:30	7,9	5,3	22,5	19,4
12:14:30	7,9	5,7	22,5	19,4
12:16:30	8,0	5,7	22,5	19,4
12:18:30	8,1	5,8	22,6	19,4
12:20:30	8,1	5,9	22,6	19,5
12:22:30	8,3	6,0	22,6	19,5
12:24:30	8,9	6,2	22,7	19,5
12:26:30	8,9	6,3	22,7	19,5
12:28:30	9,0	6,5	22,8	19,5
12:30:30	9,1	6,6	22,9	19,5
12:32:30	9,2	6,6	22,9	19,5
12:34:30	9,3	6,8	22,9	19,5
12:36:30	9,4	6,9	22,9	19,6
12:38:30	9,5	7,0	23,0	19,6
12:40:30	9,6	7,2	23,1	19,6
12:42:30	9,7	7,2	23,1	19,6
12:44:30	10,5	7,4	23,2	19,6
12:46:30	10,6	7,5	23,2	19,6
12:48:30	10,6	7,6	23,3	19,6
12:50:30	10,8	7,7	23,3	19,6
12:52:30	10,8	7,9	23,4	19,7
12:54:30	10,9	8,0	23,4	19,7
12:56:30	11,0	8,2	23,5	19,7
12:58:30	11,1	8,3	23,5	19,7
13:00:30	11,4	8,4	23,6	19,7
13:02:30	11,5	8,5	23,7	19,7
13:04:30	11,6	8,7	23,8	19,7
13:06:30	11,6	8,7	23,9	19,7
13:08:30	11,6	8,9	23,9	19,7
13:10:30	11,7	9,0	24,0	19,8
13:12:30	11,8	9,2	24,0	19,8
13:14:30	11,9	9,3	24,0	19,8
13:16:30	12,0	9,5	24,1	19,8
13:18:30	12,0	9,7	24,1	19,8

13:20:30	12,1	9,8	24,1	19,8
13:22:30	12,1	9,8	24,2	19,8
13:24:30	12,2	9,9	24,2	19,8
13:26:30	12,3	9,9	24,6	19,8
13:28:30	12,3	10,1	24,7	19,8
13:30:30	12,4	10,3	24,8	19,9
13:32:30	12,4	10,4	24,8	19,9

Tabla 24 Resultados de la tercera experimentación segunda combinación

TEMPERATURA °C				
TIEMPO	CONTENEDOR	PCM	AMBIENTE	CONTENEDOR SIN PCM
7:30:30	-13,8	-17,8	18,0	18,0
7:32:30	-13,8	-17,8	18,0	18,0
7:34:30	-13,6	-17,4	18,0	18,0
7:36:30	-13,6	-17,3	18,0	18,0
7:38:30	-13,2	-17,1	18,1	18,0
7:40:30	-13,0	-17,0	18,1	18,0
7:42:30	-13,0	-16,8	18,2	18,0
7:44:30	-12,9	-16,5	18,2	18,0
7:46:30	-12,8	-16,3	18,3	18,0
7:48:30	-12,8	-16,2	18,3	18,0
7:50:30	-12,4	-16,1	18,3	18,1
7:52:30	-12,2	-16,0	18,3	18,1
7:54:30	-11,7	-15,6	18,3	18,1
7:56:30	-11,7	-15,5	18,4	18,1
7:58:30	-11,7	-15,3	18,4	18,1
8:00:30	-11,3	-14,9	18,5	18,1
8:02:30	-11,2	-14,7	18,5	18,1
8:04:30	-11,2	-14,5	18,5	18,1
8:06:30	-11,1	-14,3	18,6	18,1
8:08:30	-10,6	-14,2	18,6	18,1
8:10:30	-10,6	-14,0	18,6	18,1
8:12:30	-10,4	-13,7	18,6	18,2
8:14:30	-10,2	-13,5	18,7	18,2
8:16:30	-10,1	-13,4	18,7	18,2
8:18:30	-9,9	-13,3	18,8	18,2
8:20:30	-9,9	-13,1	18,8	18,2
8:22:30	-9,8	-12,9	18,9	18,2
8:24:30	-9,8	-12,5	18,9	18,2
8:26:30	-9,3	-12,3	18,9	18,2
8:28:30	-9,3	-12,2	18,9	18,2
8:30:30	-9,0	-11,9	19,0	18,2
8:32:30	-8,9	-11,8	19,0	18,3

8:34:30	-8,9	-11,3	19,1	18,3
8:36:30	-8,9	-11,2	19,1	18,3
8:38:30	-8,7	-11,1	19,1	18,3
8:40:30	-8,5	-10,9	19,2	18,3
8:42:30	-8,4	-10,5	19,2	18,3
8:44:30	-7,8	-10,4	19,2	18,3
8:46:30	-7,7	-10,2	19,3	18,4
8:48:30	-7,6	-10,1	19,4	18,4
8:50:30	-7,2	-9,9	19,4	18,4
8:52:30	-7,2	-9,9	19,5	18,4
8:54:30	-7,1	-9,5	19,5	18,4
8:56:30	-7,0	-9,4	19,6	18,4
8:58:30	-6,9	-9,2	19,6	18,4
9:00:30	-6,9	-9,2	19,7	18,5
9:02:30	-6,7	-9,1	19,7	18,5
9:04:30	-6,2	-8,9	19,7	18,5
9:06:30	-6,2	-8,8	19,7	18,5
9:08:30	-6,1	-8,3	20,0	18,5
9:10:30	-6,0	-8,3	20,0	18,5
9:12:30	-5,9	-8,2	20,1	18,5
9:14:30	-5,6	-8,1	20,2	18,5
9:16:30	-5,5	-7,9	20,2	18,6
9:18:30	-4,8	-7,6	20,3	18,6
9:20:30	-4,7	-7,4	20,3	18,6
9:22:30	-4,6	-7,4	20,4	18,6
9:24:30	-4,0	-7,3	20,4	18,6
9:26:30	-4,0	-7,2	20,4	18,6
9:28:30	-3,9	-7,1	20,5	18,6
9:30:30	-3,8	-6,9	20,6	18,6
9:32:30	-3,8	-6,4	20,7	18,6
9:34:30	-3,4	-6,3	20,7	18,6
9:36:30	-3,2	-6,3	20,7	18,6
9:38:30	-2,7	-6,2	20,7	18,7
9:40:30	-2,7	-6,1	20,8	18,7
9:42:30	-2,6	-5,9	20,8	18,7
9:44:30	-2,5	-5,7	20,8	18,7
9:46:30	-2,4	-5,7	20,8	18,7
9:48:30	-2,1	-5,3	20,8	18,7
9:50:30	-2,0	-5,2	20,8	18,7
9:52:30	-2,0	-5,0	20,9	18,7
9:54:30	-1,8	-4,8	20,9	18,7
9:56:30	-1,7	-4,5	20,9	18,7
9:58:30	-1,5	-4,5	20,9	18,7
10:00:30	-1,1	-4,3	21,0	18,8
10:02:30	-1,1	-4,2	21,0	18,8

10:04:30	-0,6	-4,1	21,0	18,8
10:06:30	-0,4	-3,6	21,0	18,8
10:08:30	-0,3	-3,5	21,1	18,8
10:10:30	-0,1	-3,4	21,1	18,8
10:12:30	0,0	-3,2	21,1	18,9
10:14:30	0,2	-3,2	21,2	18,9
10:16:30	0,3	-3,1	21,2	18,9
10:18:30	0,3	-2,9	21,2	18,9
10:20:30	0,7	-2,8	21,3	18,9
10:22:30	0,8	-2,5	21,3	18,9
10:24:30	0,8	-2,3	21,3	18,9
10:26:30	0,9	-2,2	21,3	18,9
10:28:30	1,0	-2,2	21,3	18,9
10:30:30	1,1	-2,1	21,4	19,0
10:32:30	1,1	-1,9	21,4	19,0
10:34:30	1,9	-1,7	21,4	19,0
10:36:30	2,0	-1,6	21,4	19,0
10:38:30	2,1	-1,4	21,5	19,0
10:40:30	2,2	-1,4	21,5	19,0
10:42:30	2,2	-1,3	21,5	19,0
10:44:30	2,3	-1,2	21,5	19,0
10:46:30	2,4	-1,1	21,5	19,0
10:48:30	2,6	-1,0	21,5	19,0
10:50:30	2,8	-0,6	21,6	19,0
10:52:30	2,8	-0,4	21,6	19,0
10:54:30	2,9	-0,4	21,6	19,0
10:56:30	3,2	-0,3	21,6	19,1
10:58:30	3,5	-0,1	21,6	19,1
11:00:30	3,6	0,2	21,7	19,1
11:02:30	3,7	0,3	21,7	19,1
11:04:30	3,9	0,4	21,7	19,1
11:06:30	4,0	0,7	21,7	19,1
11:08:30	4,0	0,7	21,7	19,1
11:10:30	4,3	0,8	21,8	19,1
11:12:30	4,3	1,0	21,8	19,1
11:14:30	4,4	1,1	21,8	19,1
11:16:30	4,5	1,5	21,8	19,1
11:18:30	4,5	1,5	21,8	19,1
11:20:30	4,6	1,5	21,9	19,1
11:22:30	4,8	1,7	21,9	19,2
11:24:30	4,9	1,8	21,9	19,2
11:26:30	5,0	1,9	21,9	19,2
11:28:30	5,1	2,1	22,0	19,2
11:30:30	5,2	2,4	22,0	19,2
11:32:30	5,2	2,6	22,0	19,2

11:34:30	5,3	2,6	22,0	19,2
11:36:30	5,4	2,7	22,1	19,2
11:38:30	5,5	2,8	22,1	19,2
11:40:30	5,6	2,9	22,1	19,2
11:42:30	5,6	3,0	22,2	19,3
11:44:30	6,0	3,4	22,2	19,3
11:46:30	6,2	3,4	22,2	19,3
11:48:30	6,3	3,4	22,3	19,3
11:50:30	6,3	3,6	22,3	19,3
11:52:30	6,4	3,7	22,3	19,3
11:54:30	6,5	3,9	22,4	19,3
11:56:30	6,9	4,1	22,4	19,3
11:58:30	7,2	4,4	22,4	19,4
12:00:30	7,3	4,4	22,5	19,4
12:02:30	7,4	4,6	22,5	19,4
12:04:30	7,4	4,7	22,5	19,4
12:06:30	7,7	4,9	22,6	19,4
12:08:30	7,8	5,0	22,7	19,4
12:10:30	7,9	5,2	22,7	19,4
12:12:30	7,9	5,6	22,7	19,4
12:14:30	8,0	5,7	22,7	19,4
12:16:30	8,0	5,7	22,7	19,4
12:18:30	8,1	5,9	22,8	19,4
12:20:30	8,2	5,9	22,8	19,5
12:22:30	8,3	6,0	22,9	19,5
12:24:30	8,9	6,2	23,0	19,5
12:26:30	9,0	6,4	23,1	19,5
12:28:30	9,1	6,5	23,1	19,5
12:30:30	9,1	6,6	23,1	19,5
12:32:30	9,3	6,6	23,2	19,5
12:34:30	9,3	6,8	23,2	19,5
12:36:30	9,5	7,0	23,3	19,6
12:38:30	9,6	7,1	23,4	19,6
12:40:30	9,7	7,2	23,4	19,6
12:42:30	9,8	7,2	23,5	19,6
12:44:30	10,5	7,4	23,5	19,6
12:46:30	10,6	7,6	23,5	19,6
12:48:30	10,7	7,6	23,6	19,6
12:50:30	10,8	7,8	23,6	19,6
12:52:30	10,9	8,0	23,6	19,7
12:54:30	10,9	8,1	23,7	19,7
12:56:30	11,1	8,2	23,7	19,7
12:58:30	11,4	8,3	23,8	19,7
13:00:30	11,5	8,4	23,9	19,7
13:02:30	11,5	8,6	23,9	19,7

13:04:30	11,6	8,8	24,0	19,7
13:06:30	11,7	8,8	24,0	19,7
13:08:30	11,7	8,9	24,1	19,7
13:10:30	11,8	9,1	24,1	19,8
13:12:30	11,8	9,3	24,4	19,8
13:14:30	12,0	9,4	24,4	19,8
13:16:30	12,0	9,5	24,5	19,8
13:18:30	12,1	9,7	24,5	19,8
13:20:30	12,2	9,8	24,5	19,8
13:22:30	12,2	9,9	24,5	19,8
13:24:30	12,3	10,0	24,6	19,8
13:26:30	12,3	10,0	24,7	19,8
13:28:30	12,4	10,1	24,7	19,8
13:30:30	12,5	10,3	24,8	19,9
13:32:30	12,5	10,4	24,8	19,9

Anexo E Resultados experimentación con yogurt

Tabla 25 Resultados primera experimentación con yogurt

TEMPERATURA °C			
TIEMPO	AMBIENTE	YOGURT SIN PCM	YOGURT CON PCM

8:30:30	14,1	4,0	4,0
8:32:30	14,1	4,1	4,0
8:34:30	14,2	4,1	4,0
8:36:30	14,2	4,2	4,1
8:38:30	14,3	4,2	4,1
8:40:30	14,4	4,2	4,1
8:42:30	14,4	4,3	4,1
8:44:30	14,4	4,3	4,1
8:46:30	14,5	4,3	4,2
8:48:30	14,6	4,4	4,2
8:50:30	14,6	4,4	4,2
8:52:30	14,7	4,5	4,2
8:54:30	14,7	4,6	4,2
8:56:30	14,8	4,6	4,2
8:58:30	14,9	4,7	4,2
9:00:30	14,9	4,7	4,3
9:02:30	14,9	4,7	4,3
9:04:30	15,0	4,8	4,3
9:06:30	15,1	4,8	4,3
9:08:30	15,1	4,9	4,3
9:10:30	15,2	4,9	4,3
9:12:30	15,2	5,0	4,3
9:14:30	15,3	5,0	4,3
9:16:30	15,3	5,1	4,4
9:18:30	15,3	5,1	4,4
9:20:30	15,4	5,2	4,4
9:22:30	15,5	5,2	4,4
9:24:30	15,5	5,3	4,4
9:26:30	15,5	5,3	4,4
9:28:30	15,6	5,4	4,5
9:30:30	15,7	5,4	4,5
9:32:30	15,7	5,5	4,5
9:34:30	15,8	5,5	4,5
9:36:30	15,8	5,6	4,5
9:38:30	15,9	5,6	4,5
9:40:30	15,9	5,6	4,6
9:42:30	15,9	5,7	4,6
9:44:30	15,9	5,8	4,6
9:46:30	15,9	5,8	4,6
9:48:30	16,0	5,9	4,6
9:50:30	16,0	6,0	4,6
9:52:30	16,1	6,0	4,7
9:54:30	16,1	6,0	4,7
9:56:30	16,2	6,1	4,7
9:58:30	16,2	6,1	4,7

10:00:30	16,3	6,2	4,8
10:02:30	16,3	6,2	4,8
10:04:30	16,4	6,3	4,8
10:06:30	16,4	6,3	4,8
10:08:30	16,5	6,4	4,9
10:10:30	16,5	6,5	4,9
10:12:30	16,5	6,5	4,9
10:14:30	16,5	6,6	4,9
10:16:30	16,6	6,6	4,9
10:18:30	16,6	6,6	5,0
10:20:30	16,7	6,7	5,0
10:22:30	16,7	6,8	5,0
10:24:30	16,7	6,9	5,0
10:26:30	16,8	6,9	5,0
10:28:30	16,9	7,0	5,0
10:30:30	16,9	7,0	5,0
10:32:30	17,0	7,1	5,1
10:34:30	17,0	7,2	5,1
10:36:30	17,1	7,2	5,1
10:38:30	17,1	7,3	5,1
10:40:30	17,2	7,3	5,2
10:42:30	17,2	7,4	5,2
10:44:30	17,2	7,4	5,3
10:46:30	17,3	7,5	5,3
10:48:30	17,3	7,6	5,4
10:50:30	17,4	7,6	5,4
10:52:30	17,4	7,7	5,4
10:54:30	17,4	7,7	5,5
10:56:30	17,5	7,8	5,5
10:58:30	17,5	7,8	5,5
11:00:30	17,5	7,9	5,5
11:02:30	17,6	7,9	5,6
11:04:30	17,6	8,0	5,7
11:06:30	17,7	8,0	5,7
11:08:30	17,7	8,1	5,7
11:10:30	17,8	8,1	5,7
11:12:30	17,8	8,2	5,8
11:14:30	17,9	8,2	5,8
11:16:30	17,9	8,3	5,9
11:18:30	17,9	8,4	5,9
11:20:30	18,0	8,5	5,9
11:22:30	18,0	8,6	6,0
11:24:30	18,0	8,7	6,0
11:26:30	18,1	8,8	6,1
11:28:30	18,1	8,9	6,1

11:30:30	18,1	8,9	6,1
11:32:30	18,2	9,0	6,2
11:34:30	18,2	9,0	6,2
11:36:30	18,3	9,1	6,2
11:38:30	18,4	9,2	6,2
11:40:30	18,4	9,3	6,3
11:42:30	18,5	9,3	6,3
11:44:30	18,5	9,4	6,4
11:46:30	18,5	9,5	6,5
11:48:30	18,6	9,5	6,5
11:50:30	18,6	9,6	6,6
11:52:30	18,6	9,7	6,6
11:54:30	18,6	9,8	6,6
11:56:30	18,7	9,9	6,6
11:58:30	18,7	10,0	6,7
12:00:30	18,7	10,1	6,8
12:02:30	18,7	10,2	6,8
12:04:30	18,8	10,3	6,9
12:06:30	18,8	10,4	6,9
12:08:30	18,9	10,5	6,9
12:10:30	19,0	10,6	7,0
12:12:30	19,0	10,7	7,0
12:14:30	19,0	10,8	7,0
12:16:30	19,1	10,9	7,1
12:18:30	19,1	11,0	7,1
12:20:30	19,1	11,1	7,2
12:22:30	19,2	11,2	7,3
12:24:30	19,2	11,3	7,3
12:26:30	19,3	11,4	7,4
12:28:30	19,3	11,5	7,4
12:30:30	19,4	11,6	7,4
12:32:30	19,4	11,7	7,5
12:34:30	19,4	11,8	7,5
12:36:30	19,5	11,9	7,6
12:38:30	19,5	12,0	7,7
12:40:30	19,6	12,1	7,7
12:42:30	19,6	12,2	7,8
12:44:30	19,6	12,3	7,8
12:46:30	19,7	12,4	7,9
12:48:30	19,7	12,5	7,9
12:50:30	19,8	12,6	8,0
12:52:30	19,8	12,7	8,1
12:54:30	19,9	12,8	8,1
12:56:30	20,0	12,9	8,2
12:58:30	20,0	12,9	8,2

13:00:30	20,1	13,0	8,3
13:02:30	20,1	13,1	8,3
13:04:30	20,1	13,2	8,3
13:06:30	20,2	13,3	8,3
13:08:30	20,3	13,4	8,4
13:10:30	20,3	13,5	8,4
13:12:30	20,3	13,6	8,5
13:14:30	20,4	13,7	8,6
13:16:30	20,4	13,8	8,6
13:18:30	20,5	13,8	8,7
13:20:30	20,5	13,9	8,7
13:22:30	20,5	13,9	8,8
13:24:30	20,6	14,0	8,8
13:26:30	20,6	14,1	8,9
13:28:30	20,7	14,2	8,9
13:30:30	20,7	14,3	9,0
13:32:30	20,8	14,3	9,0
13:34:30	20,8	14,4	9,1
13:36:30	20,9	14,5	9,2
13:38:30	20,9	14,6	9,2
13:40:30	21,0	14,7	9,3
13:42:30	21,0	14,8	9,4
13:44:30	21,1	14,9	9,4
13:46:30	21,1	15,0	9,5
13:48:30	21,2	15,1	9,5
13:50:30	21,2	15,2	9,6
13:52:30	21,3	15,3	9,6
13:54:30	21,3	15,4	9,7
13:56:30	21,3	15,5	9,7
13:58:30	21,4	15,6	9,8
14:00:30	21,4	15,7	9,8
14:02:30	21,5	15,9	9,9
14:04:30	21,5	16,0	9,9
14:06:30	21,6	16,1	10,0
14:08:30	21,6	16,2	10,1
14:10:30	21,7	16,3	10,1
14:12:30	21,7	16,4	10,2
14:14:30	21,8	16,5	10,2
14:16:30	21,9	16,5	10,3
14:18:30	21,9	16,6	10,3
14:20:30	22,0	16,7	10,4
14:22:30	22,0	16,7	10,4
14:24:30	22,1	16,8	10,5
14:26:30	22,1	16,8	10,5
14:28:30	22,1	16,8	10,7

14:30:30	22,2	16,9	10,8
14:32:30	22,3	16,9	10,9
14:34:30	22,3	17,0	11,0
14:36:30	22,4	17,0	11,0
14:38:30	22,5	17,0	11,1
14:40:30	22,5	17,1	11,2
14:42:30	22,5	17,2	11,3
14:44:30	22,6	17,2	11,4
14:46:30	22,7	17,2	11,5
14:48:30	22,7	17,3	11,5
14:50:30	22,7	17,4	11,7
14:52:30	22,8	17,4	11,9
14:54:30	22,8	17,5	11,9
14:56:30	22,8	17,5	12,0
14:58:30	22,8	17,6	12,1
15:00:30	22,9	17,6	12,1
15:02:30	23,0	17,7	12,2
15:04:30	23,0	17,7	12,3
15:06:30	23,1	17,8	12,4
15:08:30	23,1	17,8	12,5
15:10:30	23,2	17,9	12,6
15:12:30	23,3	17,9	12,7
15:14:30	23,3	18,0	12,8
15:16:30	23,4	18,0	12,9
15:18:30	23,4	18,1	13,0
15:20:30	23,4	18,1	13,1
15:22:30	23,4	18,2	13,2
15:24:30	23,5	18,3	13,2
15:26:30	23,5	18,4	13,3
15:28:30	23,6	18,5	13,4
15:30:30	23,7	18,6	13,5
15:32:30	23,7	18,7	13,5
15:34:30	23,8	18,8	13,6
15:36:30	23,9	18,9	13,7
15:38:30	23,9	19,0	13,8
15:40:30	24,0	19,1	13,9
15:42:30	24,1	19,2	14,0
15:44:30	24,1	19,3	14,1
15:46:30	24,2	19,4	14,1
15:48:30	24,3	19,5	14,1
15:50:30	24,3	19,6	14,2
15:52:30	24,4	19,7	14,2
15:54:30	24,5	19,8	14,2
15:56:30	24,5	19,9	14,3
15:58:30	24,5	20,0	14,3

16:00:30	24,6	20,1	14,3
16:02:30	24,6	20,2	14,4
16:04:30	24,6	20,3	14,4
16:06:30	24,6	20,4	14,4
16:08:30	24,7	20,5	14,4
16:10:30	24,7	20,6	14,5
16:12:30	24,7	20,7	14,5
16:14:30	24,8	20,8	14,5
16:16:30	24,8	20,9	14,6
16:18:30	24,9	21,0	14,6
16:20:30	25,0	21,1	14,7
16:22:30	25,0	21,2	14,7
16:24:30	25,0	21,3	14,8
16:26:30	25,0	21,4	14,8
16:28:30	25,1	21,5	14,9
16:30:30	25,1	21,6	15,0
16:32:30	25,2	21,7	15,0
16:34:30	25,3	21,8	15,1
16:36:30	25,3	21,9	15,1
16:38:30	25,4	22,0	15,2
16:40:30	25,4	22,1	15,2

Tabla 26 Resultados segunda experimentación con yogurt

TEMPERATURA °C			
TIEMPO	AMBIENTE	YOGURT SIN PCM	YOGURT CON PCM
8:00:36	14,0	4,0	4,0
8:02:36	14,1	4,1	4,0
8:04:36	14,1	4,1	4,0
8:06:36	14,2	4,2	4,0
8:08:36	14,2	4,2	4,1
8:10:36	14,2	4,2	4,1
8:12:36	14,3	4,3	4,1
8:14:36	14,4	4,3	4,1
8:16:36	14,4	4,4	4,1
8:18:36	14,4	4,4	4,1
8:20:36	14,5	4,4	4,2
8:22:36	14,5	4,5	4,2
8:24:36	14,6	4,6	4,2
8:26:36	14,6	4,6	4,2

8:28:36	14,6	4,7	4,2
8:30:36	14,6	4,7	4,3
8:32:36	14,7	4,8	4,3
8:34:36	14,8	4,8	4,3
8:36:36	14,8	4,9	4,3
8:38:36	14,8	4,9	4,3
8:40:36	14,9	4,9	4,3
8:42:36	14,9	5,0	4,3
8:44:36	14,9	5,0	4,4
8:46:36	15,0	5,1	4,4
8:48:36	15,0	5,1	4,4
8:50:36	15,1	5,2	4,4
8:52:36	15,1	5,3	4,4
8:54:36	15,2	5,3	4,4
8:56:36	15,3	5,4	4,4
8:58:36	15,3	5,4	4,5
9:00:36	15,4	5,4	4,5
9:02:36	15,4	5,5	4,5
9:04:36	15,5	5,5	4,5
9:06:36	15,5	5,6	4,5
9:08:36	15,6	5,6	4,5
9:10:36	15,6	5,7	4,6
9:12:36	15,7	5,7	4,6
9:14:36	15,7	5,8	4,6
9:16:36	15,7	5,8	4,6
9:18:36	15,8	5,9	4,6
9:20:36	15,9	6,0	4,6
9:22:36	15,9	6,0	4,7
9:24:36	15,9	6,0	4,7
9:26:36	16,0	6,1	4,7
9:28:36	16,0	6,1	4,8
9:30:36	16,0	6,2	4,8
9:32:36	16,1	6,2	4,8
9:34:36	16,1	6,3	4,8
9:36:36	16,2	6,4	4,8
9:38:36	16,2	6,4	4,9
9:40:36	16,3	6,5	4,9
9:42:36	16,3	6,5	4,9
9:44:36	16,3	6,6	4,9
9:46:36	16,4	6,6	4,9
9:48:36	16,5	6,7	5,0
9:50:36	16,5	6,8	5,0
9:52:36	16,5	6,8	5,0
9:54:36	16,6	6,9	5,0
9:56:36	16,6	6,9	5,0

9:58:36	16,7	7,0	5,0
10:00:36	16,7	7,0	5,0
10:02:36	16,7	7,1	5,1
10:04:36	16,7	7,2	5,1
10:06:36	16,7	7,2	5,1
10:08:36	16,8	7,3	5,2
10:10:36	16,8	7,3	5,2
10:12:36	16,8	7,4	5,3
10:14:36	16,9	7,4	5,3
10:16:36	16,9	7,5	5,3
10:18:36	16,9	7,6	5,4
10:20:36	17,0	7,6	5,4
10:22:36	17,1	7,7	5,5
10:24:36	17,1	7,8	5,5
10:26:36	17,2	7,8	5,5
10:28:36	17,2	7,8	5,5
10:30:36	17,3	7,9	5,6
10:32:36	17,3	7,9	5,6
10:34:36	17,3	8,0	5,7
10:36:36	17,4	8,0	5,7
10:38:36	17,5	8,1	5,7
10:40:36	17,5	8,1	5,8
10:42:36	17,6	8,2	5,8
10:44:36	17,6	8,2	5,8
10:46:36	17,7	8,3	5,9
10:48:36	17,7	8,4	5,9
10:50:36	17,8	8,5	5,9
10:52:36	17,8	8,6	6,0
10:54:36	17,9	8,7	6,0
10:56:36	18,0	8,8	6,1
10:58:36	18,0	8,9	6,1
11:00:36	18,0	8,9	6,2
11:02:36	18,1	9,0	6,2
11:04:36	18,1	9,1	6,2
11:06:36	18,2	9,1	6,2
11:08:36	18,2	9,2	6,3
11:10:36	18,2	9,3	6,3
11:12:36	18,2	9,3	6,3
11:14:36	18,3	9,4	6,4
11:16:36	18,3	9,5	6,5
11:18:36	18,4	9,5	6,5
11:20:36	18,4	9,6	6,6
11:22:36	18,4	9,7	6,6
11:24:36	18,5	9,8	6,7
11:26:36	18,6	9,9	6,7

11:28:36	18,6	10,0	6,7
11:30:36	18,6	10,1	6,8
11:32:36	18,7	10,2	6,8
11:34:36	18,7	10,3	6,9
11:36:36	18,8	10,4	7,0
11:38:36	18,8	10,5	7,0
11:40:36	18,9	10,6	7,0
11:42:36	18,9	10,7	7,1
11:44:36	18,9	10,9	7,1
11:46:36	18,9	10,9	7,1
11:48:36	18,9	11,0	7,1
11:50:36	19,0	11,1	7,2
11:52:36	19,0	11,2	7,3
11:54:36	19,0	11,3	7,3
11:56:36	19,1	11,4	7,4
11:58:36	19,1	11,5	7,4
12:00:36	19,1	11,6	7,4
12:02:36	19,2	11,7	7,5
12:04:36	19,2	11,8	7,5
12:06:36	19,2	11,9	7,6
12:08:36	19,3	12,0	7,7
12:10:36	19,4	12,1	7,7
12:12:36	19,4	12,3	7,8
12:14:36	19,5	12,3	7,8
12:16:36	19,5	12,4	7,9
12:18:36	19,6	12,5	7,9
12:20:36	19,6	12,6	8,0
12:22:36	19,7	12,7	8,1
12:24:36	19,8	12,8	8,1
12:26:36	19,8	12,9	8,2
12:28:36	19,8	13,0	8,2
12:30:36	19,9	13,0	8,3
12:32:36	19,9	13,1	8,3
12:34:36	20,0	13,2	8,4
12:36:36	20,0	13,3	8,4
12:38:36	20,1	13,4	8,4
12:40:36	20,2	13,5	8,5
12:42:36	20,2	13,6	8,6
12:44:36	20,2	13,7	8,6
12:46:36	20,3	13,8	8,6
12:48:36	20,3	13,8	8,7
12:50:36	20,4	13,9	8,7
12:52:36	20,4	13,9	8,8
12:54:36	20,5	14,0	8,9
12:56:36	20,5	14,1	8,9

12:58:36	20,6	14,2	8,9
13:00:36	20,6	14,3	9,0
13:02:36	20,7	14,3	9,0
13:04:36	20,7	14,4	9,1
13:06:36	20,7	14,5	9,2
13:08:36	20,8	14,6	9,2
13:10:36	20,9	14,7	9,4
13:12:36	20,9	14,8	9,4
13:14:36	20,9	14,9	9,4
13:16:36	21,0	15,0	9,5
13:18:36	21,0	15,1	9,5
13:20:36	21,0	15,2	9,6
13:22:36	21,0	15,3	9,6
13:24:36	21,1	15,4	9,7
13:26:36	21,1	15,5	9,7
13:28:36	21,1	15,6	9,8
13:30:36	21,2	15,8	9,8
13:32:36	21,2	15,9	9,9
13:34:36	21,3	16,0	9,9
13:36:36	21,4	16,1	10,0
13:38:36	21,4	16,2	10,1
13:40:36	21,4	16,3	10,1
13:42:36	21,4	16,4	10,2
13:44:36	21,5	16,5	10,2
13:46:36	21,5	16,6	10,3
13:48:36	21,5	16,6	10,3
13:50:36	21,5	16,7	10,4
13:52:36	21,5	16,7	10,4
13:54:36	21,5	16,8	10,5
13:56:36	21,6	16,8	10,6
13:58:36	21,7	16,9	10,7
14:00:36	21,7	16,9	10,8
14:02:36	21,7	16,9	10,9
14:04:36	21,8	17,0	11,0
14:06:36	21,8	17,0	11,0
14:08:36	21,9	17,1	11,1
14:10:36	21,9	17,1	11,2
14:12:36	21,9	17,2	11,3
14:14:36	22,0	17,2	11,4
14:16:36	22,0	17,3	11,5
14:18:36	22,0	17,3	11,6
14:20:36	22,1	17,4	11,7
14:22:36	22,1	17,5	11,9
14:24:36	22,2	17,5	11,9
14:26:36	22,3	17,5	12,0

14:28:36	22,3	17,6	12,1
14:30:36	22,3	17,6	12,1
14:32:36	22,4	17,7	12,2
14:34:36	22,4	17,7	12,3
14:36:36	22,4	17,8	12,4
14:38:36	22,4	17,8	12,5
14:40:36	22,5	17,9	12,6
14:42:36	22,5	17,9	12,7
14:44:36	22,5	18,0	12,8
14:46:36	22,6	18,0	12,9
14:48:36	22,6	18,1	13,0
14:50:36	22,6	18,1	13,1
14:52:36	22,7	18,2	13,2
14:54:36	22,7	18,3	13,3
14:56:36	22,7	18,4	13,3
14:58:36	22,8	18,5	13,4
15:00:36	22,9	18,6	13,5
15:02:36	22,9	18,7	13,5
15:04:36	22,9	18,8	13,6
15:06:36	23,0	18,9	13,7
15:08:36	23,1	19,0	13,8
15:10:36	23,1	19,1	13,9
15:12:36	23,1	19,2	14,0
15:14:36	23,1	19,3	14,1
15:16:36	23,2	19,4	14,1
15:18:36	23,2	19,5	14,1
15:20:36	23,2	19,6	14,2
15:22:36	23,3	19,7	14,2
15:24:36	23,3	19,8	14,2
15:26:36	23,4	19,9	14,3
15:28:36	23,4	20,0	14,3
15:30:36	23,4	20,1	14,3
15:32:36	23,5	20,2	14,4
15:34:36	23,6	20,3	14,4
15:36:36	23,6	20,4	14,4
15:38:36	23,6	20,5	14,4
15:40:36	23,7	20,6	14,5
15:42:36	23,8	20,7	14,5
15:44:36	23,8	20,8	14,5
15:46:36	23,9	20,9	14,6
15:48:36	24,0	21,0	14,6
15:50:36	24,0	21,1	14,7
15:52:36	24,0	21,2	14,7
15:54:36	24,1	21,3	14,8
15:56:36	24,1	21,4	14,8

15:58:36	24,2	21,5	14,9
16:00:36	24,2	21,6	15,0
16:02:36	24,3	21,7	15,0
16:04:36	24,3	21,8	15,1
16:06:36	24,4	21,9	15,1
16:08:36	24,4	22,0	15,2
16:10:36	24,5	22,1	15,2

Tabla 27 Resultados tercera experimentación con yogurt

TEMPERATURA °C			
TIEMPO	AMBIENTE	YOGURT SIN PCM	YOGURT CON PCM
7:00:36	14,0	4,0	4,0
7:02:36	14,1	4,1	4,0
7:04:36	14,1	4,1	4,0
7:06:36	14,2	4,2	4,0
7:08:36	14,2	4,2	4,0
7:10:36	14,2	4,2	4,1
7:12:36	14,3	4,3	4,1
7:14:36	14,4	4,3	4,2
7:16:36	14,4	4,4	4,2
7:18:36	14,4	4,4	4,2
7:20:36	14,5	4,4	4,2
7:22:36	14,5	4,5	4,2
7:24:36	14,6	4,6	4,2
7:26:36	14,6	4,6	4,2
7:28:36	14,6	4,7	4,2
7:30:36	14,6	4,7	4,3
7:32:36	14,7	4,8	4,3
7:34:36	14,8	4,8	4,3
7:36:36	14,8	4,9	4,3
7:38:36	14,8	4,9	4,3
7:40:36	14,9	4,9	4,3
7:42:36	14,9	5,0	4,3
7:44:36	14,9	5,0	4,4
7:46:36	15,0	5,1	4,4
7:48:36	15,0	5,1	4,4
7:50:36	15,1	5,2	4,4
7:52:36	15,1	5,3	4,4
7:54:36	15,2	5,3	4,4

7:56:36	15,3	5,4	4,4
7:58:36	15,3	5,4	4,5
8:00:36	15,4	5,4	4,5
8:02:36	15,4	5,5	4,5
8:04:36	15,5	5,5	4,5
8:06:36	15,5	5,6	4,5
8:08:36	15,6	5,6	4,5
8:10:36	15,6	5,7	4,6
8:12:36	15,7	5,8	4,6
8:14:36	15,7	5,8	4,6
8:16:36	15,7	5,8	4,6
8:18:36	15,8	5,9	4,6
8:20:36	15,9	6,0	4,6
8:22:36	15,9	6,0	4,7
8:24:36	15,9	6,1	4,7
8:26:36	16,0	6,1	4,7
8:28:36	16,0	6,1	4,8
8:30:36	16,0	6,2	4,8
8:32:36	16,1	6,2	4,8
8:34:36	16,1	6,3	4,8
8:36:36	16,2	6,4	4,8
8:38:36	16,2	6,4	4,9
8:40:36	16,3	6,5	4,9
8:42:36	16,3	6,5	4,9
8:44:36	16,3	6,6	4,9
8:46:36	16,4	6,6	4,9
8:48:36	16,5	6,7	5,0
8:50:36	16,5	6,8	5,0
8:52:36	16,5	6,8	5,0
8:54:36	16,6	6,9	5,0
8:56:36	16,6	6,9	5,0
8:58:36	16,7	7,0	5,0
9:00:36	16,7	7,1	5,0
9:02:36	16,7	7,1	5,1
9:04:36	16,7	7,2	5,1
9:06:36	16,7	7,2	5,1
9:08:36	16,8	7,3	5,2
9:10:36	16,8	7,3	5,2
9:12:36	16,8	7,4	5,3
9:14:36	16,9	7,4	5,3
9:16:36	16,9	7,5	5,4
9:18:36	16,9	7,6	5,4
9:20:36	17,0	7,6	5,4
9:22:36	17,1	7,7	5,5
9:24:36	17,1	7,8	5,5

9:26:36	17,2	7,8	5,5
9:28:36	17,2	7,8	5,5
9:30:36	17,3	7,9	5,6
9:32:36	17,3	7,9	5,6
9:34:36	17,3	8,0	5,7
9:36:36	17,4	8,0	5,7
9:38:36	17,5	8,1	5,7
9:40:36	17,5	8,1	5,8
9:42:36	17,6	8,2	5,8
9:44:36	17,6	8,2	5,8
9:46:36	17,7	8,3	5,9
9:48:36	17,7	8,4	5,9
9:50:36	17,8	8,5	6,0
9:52:36	17,8	8,6	6,0
9:54:36	17,9	8,7	6,0
9:56:36	18,0	8,8	6,1
9:58:36	18,0	8,9	6,1
10:00:36	18,0	8,9	6,2
10:02:36	18,1	9,0	6,2
10:04:36	18,1	9,1	6,2
10:06:36	18,2	9,1	6,2
10:08:36	18,2	9,2	6,3
10:10:36	18,2	9,3	6,3
10:12:36	18,2	9,3	6,4
10:14:36	18,3	9,4	6,4
10:16:36	18,3	9,5	6,5
10:18:36	18,4	9,5	6,5
10:20:36	18,4	9,6	6,6
10:22:36	18,4	9,7	6,6
10:24:36	18,5	9,9	6,7
10:26:36	18,6	9,9	6,7
10:28:36	18,6	10,0	6,8
10:30:36	18,6	10,1	6,8
10:32:36	18,7	10,2	6,8
10:34:36	18,7	10,3	6,9
10:36:36	18,8	10,4	7,0
10:38:36	18,8	10,5	7,0
10:40:36	18,9	10,6	7,0
10:42:36	18,9	10,7	7,1
10:44:36	18,9	10,9	7,1
10:46:36	18,9	10,9	7,2
10:48:36	18,9	11,0	7,2
10:50:36	19,0	11,1	7,2
10:52:36	19,0	11,2	7,3
10:54:36	19,0	11,3	7,4

10:56:36	19,1	11,4	7,4
10:58:36	19,1	11,5	7,4
11:00:36	19,1	11,6	7,4
11:02:36	19,2	11,7	7,5
11:04:36	19,2	11,8	7,5
11:06:36	19,2	11,9	7,6
11:08:36	19,3	12,0	7,7
11:10:36	19,4	12,1	7,7
11:12:36	19,4	12,3	7,8
11:14:36	19,5	12,3	7,8
11:16:36	19,5	12,4	7,9
11:18:36	19,6	12,5	7,9
11:20:36	19,6	12,6	8,0
11:22:36	19,7	12,7	8,1
11:24:36	19,8	12,8	8,1
11:26:36	19,8	12,9	8,2
11:28:36	19,8	13,0	8,2
11:30:36	19,9	13,0	8,3
11:32:36	19,9	13,1	8,3
11:34:36	20,0	13,3	8,4
11:36:36	20,0	13,3	8,4
11:38:36	20,1	13,4	8,4
11:40:36	20,2	13,6	8,5
11:42:36	20,2	13,6	8,6
11:44:36	20,2	13,7	8,6
11:46:36	20,3	13,8	8,6
11:48:36	20,3	13,8	8,7
11:50:36	20,4	13,9	8,7
11:52:36	20,4	14,0	8,8
11:54:36	20,5	14,0	8,9
11:56:36	20,5	14,1	8,9
11:58:36	20,6	14,2	9,0
12:00:36	20,6	14,3	9,0
12:02:36	20,7	14,3	9,0
12:04:36	20,7	14,4	9,1
12:06:36	20,7	14,5	9,2
12:08:36	20,8	14,6	9,2
12:10:36	20,9	14,7	9,4
12:12:36	20,9	14,8	9,4
12:14:36	20,9	14,9	9,4
12:16:36	21,0	15,0	9,5
12:18:36	21,0	15,1	9,5
12:20:36	21,0	15,2	9,6
12:22:36	21,0	15,3	9,6
12:24:36	21,1	15,4	9,7

12:26:36	21,1	15,5	9,7
12:28:36	21,1	15,6	9,8
12:30:36	21,2	15,8	9,8
12:32:36	21,2	15,9	9,9
12:34:36	21,3	16,0	9,9
12:36:36	21,4	16,1	10,0
12:38:36	21,4	16,2	10,1
12:40:36	21,4	16,3	10,1
12:42:36	21,4	16,5	10,2
12:44:36	21,5	16,5	10,2
12:46:36	21,5	16,6	10,3
12:48:36	21,5	16,7	10,3
12:50:36	21,5	16,7	10,4
12:52:36	21,5	16,7	10,4
12:54:36	21,5	16,8	10,5
12:56:36	21,6	16,8	10,6
12:58:36	21,7	16,9	10,7
13:00:36	21,7	16,9	10,8
13:02:36	21,7	16,9	10,9
13:04:36	21,8	17,0	11,0
13:06:36	21,8	17,0	11,0
13:08:36	21,9	17,1	11,1
13:10:36	21,9	17,1	11,2
13:12:36	21,9	17,2	11,3
13:14:36	22,0	17,2	11,4
13:16:36	22,0	17,3	11,5
13:18:36	22,0	17,3	11,6
13:20:36	22,1	17,4	11,7
13:22:36	22,1	17,5	11,9
13:24:36	22,2	17,5	11,9
13:26:36	22,3	17,6	12,0
13:28:36	22,3	17,6	12,1
13:30:36	22,3	17,6	12,1
13:32:36	22,4	17,7	12,2
13:34:36	22,4	17,7	12,3
13:36:36	22,4	17,8	12,4
13:38:36	22,4	17,9	12,5
13:40:36	22,5	17,9	12,6
13:42:36	22,5	18,0	12,7
13:44:36	22,5	18,0	12,8
13:46:36	22,6	18,0	12,9
13:48:36	22,6	18,1	13,1
13:50:36	22,6	18,2	13,1
13:52:36	22,7	18,2	13,2
13:54:36	22,7	18,3	13,3

13:56:36	22,7	18,4	13,3
13:58:36	22,8	18,5	13,4
14:00:36	22,9	18,6	13,5
14:02:36	22,9	18,7	13,5
14:04:36	22,9	18,8	13,6
14:06:36	23,0	18,9	13,7
14:08:36	23,1	19,0	13,8
14:10:36	23,1	19,1	13,9
14:12:36	23,1	19,2	14,0
14:14:36	23,1	19,3	14,1
14:16:36	23,2	19,4	14,1
14:18:36	23,2	19,5	14,1
14:20:36	23,2	19,6	14,2
14:22:36	23,3	19,7	14,2
14:24:36	23,3	19,8	14,2
14:26:36	23,4	19,9	14,3
14:28:36	23,4	20,0	14,3
14:30:36	23,4	20,1	14,3
14:32:36	23,5	20,2	14,4
14:34:36	23,6	20,3	14,4
14:36:36	23,6	20,4	14,4
14:38:36	23,6	20,5	14,4
14:40:36	23,7	20,6	14,5
14:42:36	23,8	20,7	14,5
14:44:36	23,8	20,8	14,5
14:46:36	23,9	20,9	14,6
14:48:36	24,0	21,0	14,6
14:50:36	24,0	21,1	14,7
14:52:36	24,0	21,2	14,7
14:54:36	24,1	21,3	14,8
14:56:36	24,1	21,4	14,8
14:58:36	24,2	21,5	14,9
15:00:36	24,2	21,6	15,0
15:02:36	24,3	21,7	15,0
15:04:36	24,3	21,8	15,1
15:06:36	24,4	21,9	15,1
15:08:36	24,4	22,0	15,2
15:10:36	24,5	22,1	15,2