

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación

Análisis comparativo de dos cámaras de enfriamiento cero energía (COLD STORE®) como tecnología alternativa para el almacenamiento postcosecha de tomate (*Solanum lycopersicum*) dirigido a pequeños productores

Estudiante

Katherine Liseth Martínez Barrera

Asesores

Ing. Julio Isabel López Montes, M. Sc.

Patricia Azucena Arce Valladares, MAP.

Leonel Antonio Contreras Salinas, Ing. Agrónomo.

Honduras, Julio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA MARGARITA MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	12
Ubicación	12
Datos Climatológicos.....	12
Estructuras de las Cámaras de Enfriamiento COLD STORE®.....	12
Cámara COLD STORE® a Base de Carbón.....	12
Cámara COLD STORE® a Base de Teja.....	12
Cultivo en Postcosecha	13
Diseño del Ensayo	13
Variables Medidas.....	14
Temperatura y Humedad Relativa	14
Peso.....	14
Calidad del Fruto.....	14
Madurez del Fruto	15
Diámetro del Fruto.....	16

Grados Brix.....	16
Resistencia a la Penetración	16
Temperatura Interna del Fruto	16
Diseño Experimental.....	17
Resultados y Discusión.....	18
Temperatura Dentro y Fuera de las Cámaras COLD STORE®	18
Humedad Relativa Dentro y Fuera de las Cámaras COLD STORE®	19
Calidad del Fruto.....	20
Madurez del Fruto	23
Peso Inicial y Final	25
Diámetro del Fruto.....	25
Grados Brix del Fruto	26
Resistencia a la Penetración.	27
Temperatura Interna del Fruto	27
Conclusiones	29
Recomendaciones.....	30
Referencias.....	31
Anexos.....	33

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Distribución de los tratamientos.....	14
Cuadro 2 Escala de clasificación de calidad visual para productos postcosecha.....	15
Cuadro 3 Escala de clasificación de madurez por color para el tomate.	15
Cuadro 4 Clasificación por tamaño (en mm) del fruto de tomate.....	16
Cuadro 5 Temperatura interna y externa de las cámaras COLD STORE® en grados centígrados.	18
Cuadro 6 Porcentaje de humedad relativa interna y externa de las cámaras COLD STORE®	19
Cuadro 7 Número de frutos y su calidad al día 1 del estudio.....	21
Cuadro 8 Número de frutos y su calidad a los 8 días del estudio.....	21
Cuadro 9 Número de frutos y su calidad a los 15 días del estudio.....	21
Cuadro 10 Cantidad de frutos y su grado de madurez al día 1 del estudio.....	24
Cuadro 11 Cantidad de frutos y su grado de madurez a los 8 días del estudio.....	24
Cuadro 12 Cantidad de frutos y su grado de madurez a los 15 días de estudio.....	24
Cuadro 13 Peso inicial y final en kg de las cestas en cada tratamiento.....	25
Cuadro 14 Diámetro de los frutos en mm a los 1, 8 y 15 días.	26
Cuadro 15 Grados brix de los frutos a los 1, 8 y 15 días en cada uno de los tratamientos.	26

Índice de Figuras

Figura 1 Categorización de los tomates, según parámetros de calidad visual.	15
Figura 2 Escala de clasificación de madurez para el tomate	16
Figura 3 Frutos con daños por hongos y humedad predominante en cámaras COLD STORE®	22
Figura 4 Presencia de babosa de jardín (<i>Arion hortensis</i>) y cucarachas (<i>Periplaneta americana</i>) en cámara COLD STORE® de carbón.	23

Índice de Anexos

Anexo A Costo de los materiales y mano de obra de la cámara COLD STORE®	33
Anexo B Estructura de la cámara COLD STORE® de teja (A) y COLD STORE® de carbón (B).	34

Resumen

El objetivo de este estudio fue realizar una comparación de dos cámaras de enfriamiento cero energía (COLD STORE®) fabricadas con teja y carbón respectivamente, y el ambiente externo, con el fin de evaluar la eficiencia en la conservación de la calidad postcosecha y el tiempo de deterioro del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum*) dentro de cada cámara y bajo condiciones climáticas de Zamorano. Se utilizaron tres cestas por tratamiento, con un peso promedio inicial de 14.34 kg de tomate (*Solanum lycopersicum*). La evaluación de la calidad de los productos se realizó a los 0, 8 y 15 días. Los resultados obtenidos muestran que no se encontraron diferencias significativas en los frutos ($P > 0.05$) en las variables peso, diámetro y resistencia a la penetración. Por otro lado, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la temperatura, se obtuvieron medias de 21.28°C, 22.16°C y 23.05°C para la cámara COLD STORE® de carbón, COLD STORE® de teja y el control, respectivamente. Asimismo, hubo diferencias significativas en la humedad relativa ($P < 0.05$), encontrando medias de 95.5%, 94.30% y 86.25% en la cámara COLD STORE® de carbón, COLD STORE® de teja y el control, respectivamente. La influencia de estos resultados se vio reflejada en las diferencias significativas ($P < 0.05$) que se obtuvieron en las variables de calidad visual, madurez, grados brix y temperatura interna del fruto. Si bien las cámaras COLD STORE® no presentaron grandes diferencias entre ellas, mejoraron la calidad postcosecha de los frutos en comparación con el ambiente, sustentando la necesidad de mejorar y crear nuevas tecnologías para pequeños productores.

Palabras claves: ambiente, calidad, COLD STORE, humedad relativa, temperatura

Abstract

The objective of this study was to make a comparison of two zero-energy cooling chambers (COLD STORE®) made with roof tiles and charcoal, and the environment outside of them, in order to evaluate the efficiency in wasting post-harvest quality and the deterioration time of tomato fruit (*Solanum lycopersicum*) inside each chamber, under climatic conditions of Zamorano. Three baskets were used per treatment, with an initial average weight of 14.34 kg of tomato (*Solanum lycopersicum*). An evaluation of the quality of the products was carried out at 0, 8 and 15 days. The results obtained showed that no significant differences ($P>0.05$) were found in the variables of weight, diameter, and resistance to penetration. On the other hand, significant differences ($P <0.05$) were found in temperature, where means of 21.28°C, 22.16°C and 23.05°C were obtained for the Charcoal COLD STORE® chamber, roof tile COLD STORE® chamber and the control, respectively. Also, significant differences were obtained in relative humidity ($P<0.05$), finding means of 95.5%, 94.30% and 86.25% in the charcoal COLD STORE® chamber, roof tile COLD STORE® chamber and the control, respectively. These results were reflected in the significant differences ($P<0.05$) that were obtained in the variables of visual quality, maturity, brix degrees and internal temperature of the fruit. Although the COLD STORE® chambers did not show major differences between them, they improved postharvest quality of the fruits compared to the environment, supporting the need to improve and create new technologies for small producers.

Keywords: environment, COLD STORE, quality, relative humidity, temperature

Introducción

Se define postcosecha al periodo de tiempo que va desde la recolección de un producto hortofrutícola, hasta su llegada al consumidor final (Domínguez 2019). De este proceso dependen factores como la calidad y vida anaquel del producto. Un mal manejo postcosecha representa una pérdida económica y una amenaza en la seguridad alimentaria nutricional. Cada año se pierde alrededor del 14% de los alimentos del mundo antes de que lleguen al mercado, siendo las causas principales la manipulación deficiente, el transporte o almacenamiento inadecuados, la falta de capacidad en conservar la cadena de frío y las condiciones atmosféricas extremas (FAO 2020). Debido a ello, se buscan tecnologías para mejorar el almacenamiento postcosecha, específicamente para conservar la cadena de frío, ya que una reducción en la temperatura de los productos después de la cosecha reduce la respiración de las hortalizas, extendiendo así su vida útil y conservando su calidad.

Sin embargo, las tecnologías adaptadas actualmente suelen ser costosas y complejas, dirigidas a empresas que cuentan con los ingresos necesarios para su aplicación. A diferencia de los pequeños productores, quienes son los más afectados con los problemas de postcosecha, ya que es más difícil para ellos tener acceso a los recursos necesarios para su manejo, como la electricidad. Solo en el departamento de Francisco Morazán Honduras, hay un total de 31,806 viviendas sin energía eléctrica (Secretaría de Estado en el Despacho de Energía 2019) .

A raíz de ello, han surgido tecnologías menos costosas, y su funcionamiento es sin necesidad de energía eléctrica. Como las cámaras de enfriamiento cero energía (COLD STORE®), que usan materiales económicos y de fácil adquisición como teja y carbón. Estas funcionan bajo el principio de evaporación, utilizando un material con alta capacidad de absorción de agua, para que cuando el viento exterior ingresa por las paredes de la cámara, permita reducir significativamente la temperatura ambiente interna, alargando la vida de los productos hortícolas después de su cosecha.

La temperatura óptima para la conservación del fruto de tomate es de 14 °C, la cual permite mantener la calidad postcosecha de los frutos (Herrera 2019). Con base en, el objetivo del estudio fue hacer una comparación de dos cámaras de enfriamiento cero energía (COLD STORE®), construidas con

diferentes materiales: teja y carbón, para evaluar la eficiencia y el tiempo de deterioro del producto hortícola dentro de cada cámara en condiciones climáticas de Zamorano.

Materiales y Métodos

Ubicación

El estudio se llevó a cabo en los meses de junio y julio en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el Valle del Yeguaré. Las cámaras de enfriamiento cero energía están ubicadas en el Centro Regional de Innovación para las Hortalizas y Frutas, en la zona de Monte Redondo en Zamorano.

Datos Climatológicos

Durante los 30 días del ensayo, se obtuvieron los siguientes promedios diarios: Velocidad del viento a 2.94 km/h, dirección predominante norte-noreste, una temperatura promedio de 22.5 °C, una humedad relativa de 84.9%, una precipitación de 3.4 mm y una radiación solar de 209.68 w/m².

Estructuras de las Cámaras de Enfriamiento COLD STORE®

Cámara COLD STORE® a Base de Carbón

Es una habitación de madera. Cuenta con una dimensión de 2 m de largo x 1.5 m de ancho, 2.6 m en el punto más alto y 2 m de alto en las paredes, contando con una zona de ventilación de 0.5 m y una de escurrimiento de 0.1 m. Cuenta con doble pared, cubiertas con malla hexagonal galvanizada. Su distanciamiento entre pared interna y externa es de 10 cm. En medio de la doble pared hay 181.4 kg de carbón. El techo está cubierto con hojas de palma.

Cámara COLD STORE® a Base de Teja

Habitación de madera con doble pared, cubiertas con malla hexagonal y con las mismas dimensiones que la cámara COLD STORE® de carbón. En medio de la doble pared se ubican tejas en trozos que son construidas a base de arcilla. Su techo es a base de tejas.

En las dos cámaras COLD STORE® se usan ladrillos para el piso y un sistema de riego con cinta de goteo para mantener las cámaras húmedas, y son abastecidos por reservorios de agua tipo bolsa de polipropileno, y estas son alimentadas a partir de una cisterna.

Cultivo en Postcosecha

Para hacer el análisis comparativo, se escogió como cultivo el tomate (*Solanum lycopersicum*). Su tallo es grueso, anguloso y de color verde, midiendo de 2 a 4 cm de ancho. Su hoja es pinnada y compuesta, cubierta de pelos glandulares. Su flor es regular y de color amarillo, agrupándose en tipo racimo. Su fruto es una baya subsférica globosa o alargada, constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas, siendo su color verde en estado inmaduro y rojo en estado maduro (López 2017).

Es una planta herbácea, que se cultiva como anual, por motivos normalmente económicos. Presenta numerosas variedades originarias de América del Sur (Fausto Gorini 2018). Su hábito de crecimiento puede ser determinado o indeterminado. Es un cultivo poco exigente a las condiciones del suelo, sin embargo, se debe tener un buen drenaje y un alto contenido de materia orgánica, siendo el pH óptimo para su producción entre 6 y 6.5. Por otro lado, el tomate prospera mejor en climas secos con temperaturas moderadas, entre 18 y 30°C (INIA 2022).

Se seleccionó el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) debido a que es un fruto climatérico complejo, sensible a la deshidratación, al etileno y los daños mecánicos, requiriendo cuidados especiales (Escalona Contreras et al. 2019).

Diseño del Ensayo

Se utilizó específicamente la variedad de tomate Paraíso, este cultivo se estableció el 10 de marzo en Valle de Ángeles, Francisco Morazán, Honduras, y fue cosechado el 2 de junio del 2022, en la primera repetición. Para la segunda repetición del ensayo, se usó la misma variedad de tomate y localidad, este cultivo fue establecido el 11 de abril del 2022 y cosechado el 17 de junio.

Se utilizaron tres ambientes como tratamientos: COLD STORE® de carbón, COLD STORE® de teja y un control con condiciones ambientales en el área postcosecha del Centro Regional de Innovación (Cuadro 1). En cada tratamiento se colocaron tres cestas de 55.5 × 38 × 32 cm numeradas del 1 al 3 para su fácil identificación, con aproximadamente 14.34 kg de tomate cada una, distribuidos completamente al azar sin ningún tipo de orientación o preferencia.

Cuadro 1

Distribución de los tratamientos

Tratamiento	Cestas
Control (ambiente)	C1/C2/C3
COLD STORE® carbón	C1/C2/C3
COLD STORE® teja	C1/C2/C3

Nota. Número de cestas = 3/Tratamiento

Variables Medidas

Se utilizaron indicadores que se puedan interpretar para identificar la influencia de la temperatura y humedad relativa en la madurez y calidad del fruto a través del tiempo. Todas las variables fueron medidas el día 1, 8 y 15 después de establecidos los tratamientos.

Temperatura y Humedad Relativa

Alrededor de los 30 días de duración del ensayo se tomaron medidas diarias con intervalos de una hora, de temperatura y humedad relativa dentro y fuera de las cámaras COLD STORE®, haciendo uso del dispositivo Data Logger Onset HOBO Pro v2, registrando las mismas por medio del HOBOWare (software).

Peso

Se usó una báscula tipo reloj, para medir el cambio de peso inicial, intermedio y final de los tomates en cada uno de los tratamientos. Reportando el peso en kg.

Calidad del Fruto

Haciendo uso de la escala estándar Likert de 1-9, se clasificó el fruto. Siendo 1 calidad extremadamente mala y 9 de excelente calidad (Cuadro 2). Cada escala posee sus características físicas para su clasificación (Figura 1).

Cuadro 2

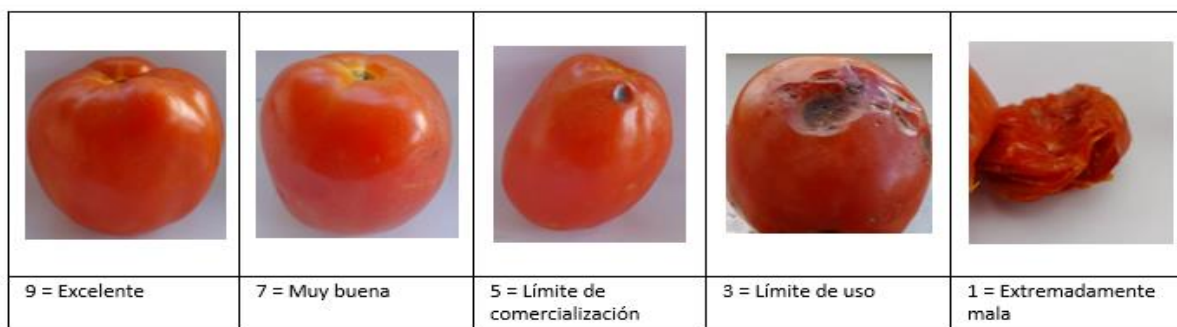
Escala de clasificación de calidad visual para productos postcosecha.

Estado	Calidad visual general para productos postcosecha
1	Excelente, esencialmente no hay síntomas de deterioro
3	Bueno, síntomas leves de deterioro, no inaceptable
5	Justo, el deterioro es evidente, pero no grave, límite de posibilidad de venta (comercialización)
7	Mala, deterioro grave, límite de la capacidad de utilización
9	Extremadamente mala, no se puede utilizar

Nota. Tomado de (Cantwell y Kader 2010).

Figura 1

Categorización de los tomates, según parámetros de calidad visual.



Madurez del Fruto

En el Cuadro 3, se muestra la escala utilizada de madurez para el tomate por medio del color, siendo 1 verde maduro y 6 rojo en más de un 90%. Cada escala posee sus características físicas para su clasificación (Figura 2).

Cuadro 3

Escala de clasificación de madurez por color para el tomate.


Estado	Color de fruto
1	Verde Maduro: la superficie total del fruto es verde, variando el tono de verde según el cultivar
2	Rompiendo: aparición de otro color, además del verde de fondo, en no más del 10% de la superficie del fruto
3	Pintón: entre un 10 a 30% de la superficie del fruto, presenta color amarillo pálido, rosado, rojo o una combinación de ambos
4	Rosado: entre un 30 a 60% de la superficie, mostrando color rosado o rojo
5	Rojo claro: entre 60 a 90% de la superficie de color rojo

Estado	Color de fruto
6	Rojo: más del 90% de color rojo

Nota: Tomado de (Cantwell y Kader 2010).

Figura 2

Escala de clasificación de madurez para el tomate

					
1 = Verde Maduro	2 = Rompiendo	3 = Pintón	4 = Rosado	5 = Rojo claro	6 = Rojo

Diámetro del Fruto

Con el uso de un pie de rey digital, se hicieron las mediciones respectivas por fruto en cada una de las cestas con tomates por tratamiento. En el Cuadro 4, se visualizan los criterios de clasificación entre pequeño, mediano y grande.

Cuadro 4

Clasificación por tamaño (en mm) del fruto de tomate

Clasificación	Medida (mm)
Pequeño	De 55 mm a 57 mm
Mediano	De 57 mm a 64 mm
Grande	De 65 mm a 71 mm

Nota. Adaptado de (Nassiri Mehdi 2021).

Grados Brix

Para medir la cantidad de azúcares presentes en los frutos de tomate, se utilizó un refractómetro manual.

Resistencia a la Penetración

Se evaluó por medio de un potenciómetro, marcando los datos en kilogramos de presión por cm².

Temperatura Interna del Fruto

Haciendo uso de un termómetro de sonda de aguja, se midió la temperatura interna de cada fruto, considerando una muestra de cada una de las cámaras.

Diseño Experimental

Se implementó un diseño de bloques completamente al azar, con una prueba ANDEVA de un solo factor. Se evaluaron tres tratamientos; tomates almacenados en cámara de enfriamiento COLD STORE® de carbón, tomates almacenados en cámara de enfriamiento COLD STORE® de teja, y un control, donde los tomates permanecieron en condiciones ambientales en el área postcosecha del Centro Regional de Innovación. Cada uno con tres réplicas, con un total de nueve unidades experimentales y 9 variables a medir: Temperatura, humedad relativa, peso, calidad visual, madurez del fruto, diámetro del fruto, grados brix, resistencia a la penetración y temperatura interna del fruto.

Resultados y Discusión

Temperatura Dentro y Fuera de las Cámaras COLD STORE®

En el Cuadro 5 se presentan los resultados en cuanto a la temperatura de almacenamiento en los 3 tratamientos, agregando el análisis del ambiente fuera del área de postcosecha. Las cámaras COLD STORE® no presentaron diferencias entre sí, al igual que el área de postcosecha y el ambiente fuera de esta. También, no hubo diferencias significativas estadísticamente entre la cámara COLD STORE® de teja y el ambiente. Sin embargo, en el área postcosecha hubo un incremento de 1.26 °C en comparación a la cámara COLD STORE® de carbón a los 8 días, y de 2.28 °C a los 15 días. Y un incremento de 0.83 °C en comparación a la cámara COLD STORE® de teja a los 8 días, y de 1.93 °C a los 15 días.

Cuadro 5

Temperatura interna y externa de las cámaras COLD STORE® en grados centígrados.

Tratamiento	8 días	CV%	15 días	CV%
COLD STORE® de carbón	21.79±0.50 ^a	2.33	20.77±0.31 ^a	1.53
COLD STORE® de teja	22.22±0.88 ^{ab}	3.97	21.12±0.60 ^{ab}	2.87
Ambiente	23.33±0.32 ^{bc}	1.39	22.55±0.21 ^{bc}	0.94
Área postcosecha (control)	23.05±0.07 ^c	1.50	23.05±0.70 ^c	0.30

Nota. ^{abc}= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Este aumento de temperatura fuera de las cámaras COLD STORE® provocaría una maduración más rápida en las cestas ubicadas en el área postcosecha. El tomate es un fruto climatérico que posee un alza de producción de etileno, lo que provoca una maduración acelerada, por lo que se recomienda que al ser cosechado se mantenga en temperaturas frías para reducir esa alza en la producción de etileno (Escalona Contreras et al. 2019).

Estos resultados concuerdan con los encontrados en un estudio realizado con la cámara COLD STORE® de carbón, donde el control mostró picos más altos de temperatura que van de 26 °C a 30 °C, y la cámara COLD STORE® de 19 °C a 22 °C (Avecillas 2015).

Humedad Relativa Dentro y Fuera de las Cámaras COLD STORE®

En el Cuadro 6 se presentan los resultados en cuanto al porcentaje de humedad relativa (HR) en los 3 tratamientos, agregando el análisis del ambiente fuera del área postcosecha. Las cámaras COLD STORE® no presentaron diferencias entre sí, y se encontró el mismo resultado al comparar el área postcosecha con el ambiente fuera de esta. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre la cámara COLD STORE® de teja con el ambiente y el área postcosecha a los 8 días, pero sí mostró diferencias con respecto al ambiente a los 15 días. Por otro lado, la HR en el área postcosecha y el ambiente tuvieron valores por debajo de 90%, por lo que muestran diferencias significativas con respecto a la cámara COLD STORE® de carbón.

Cuadro 6

Porcentaje de humedad relativa interna y externa de las cámaras COLD STORE®

Tratamiento	8 días	CV%	15 días	CV%
COLD STORE® de carbón	95.23±2.49 ^a	2.62	95.81±2.53 ^a	2.64
COLD STORE® de teja	93.67±2.48 ^{ab}	2.65	94.94±3.11 ^{ab}	3.31
Ambiente	86.80±1.69 ^b	1.95	88.56±6.09 ^{bc}	6.88
Área postcosecha (control)	86.90±4.39 ^b	2.13	85.60±4.39 ^c	5.12

Nota. ^{abc}= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$).

La HR por debajo de 90% en ambiente y postcosecha provocaría la madurez acelerada en los frutos, ya que durante la etapa de madurez del tomate (*Solanum lycopersicum*), las condiciones óptimas de HR van de 90 a 95% para reducir el movimiento de humedad en el interior del fruto (Fornaris 2016).

Estos resultados coinciden con los obtenidos en un estudio de conservación de leche utilizando la cámara COLD STORE® de carbón, donde esta presentó una HR de 93 a 98% (Sosa Vargas 2016).

Calidad del Fruto

En los Cuadros 7, 8 y 9 se observan los resultados con respecto a la escala en calidad de fruto para los días 0, 8 y 15 respectivamente, siendo 9 = Excelente calidad y 1 = Extremadamente mala calidad.

Enfocado al Cuadro 7 donde se analiza el estudio a los 8 días, se destaca que no hubo diferencia significativa entre la calidad postcosecha al momento de almacenar los frutos en cada uno de los tratamientos. Por otro lado, en el Cuadro 8 no se observan diferencias significativas en escala 1 (Extremadamente mala), 3 (Límite de uso) y 9 (Excelente) entre tratamientos. Sin embargo, en escala 7 (Muy buena) notamos diferencias significativas entre las cámaras COLD STORE® de carbón y el tratamiento control, obteniendo cantidades más bajas en las cámaras COLD STORE®. En escala 5 (Límite en comercialización), se observan diferencias significativas entre el control y la cámara COLD STORE de teja en comparación a la cámara COLD STORE® de carbón, esta última con menos cantidad de frutos en calidad 5 (Limite en comercialización).

En el Cuadro 9 se reflejan los resultados a los 15 días, no se obtuvieron diferencias significativas en escala 9 (Excelente) entre los tratamientos. En contraste, podemos observar que hay una diferencia significativa entre las cámaras COLD STORE® y el control, donde este último posee mayor cantidad de frutos en escala 7 (Muy buena). Por otro lado, en escala 5 (Límite en comercialización) existe diferencia significativa entre el control y la cámara COLD STORE® de carbón en comparación a la cámara COLD STORE® de teja, esta última con menos cantidad de frutos en dicha escala. También, se encontraron diferencias significativas en las escalas 3 (Límite de uso) y 1 (Extremadamente mala) entre las dos cámaras COLD STORE® con respecto al control, el cual posee mayor cantidad de frutos en dicha escala.

Cuadro 7

Número de frutos y su calidad al día 1 del estudio.

Tratamiento (1 día)	Excelente	Muy buena	Límite de comercialización	Límite de uso	Extremadamente mala
	9	7	5	3	1
Control	270.5±7.7 ^a	52.00±1.41 ^a	22.50±0.7 ^a	2±0 ^a	0±0 ^a
CV%	2.87	2.71	3.14	0	0
Cámara COLD STORE® de carbón	278±2.28 ^a	50.5±0.7 ^a	21.5±2.12 ^a	1.5±0.7 ^a	0±0 ^a
CV%	1.01	1.40	9.86	29.4	0
COLD STORE® de teja	272.5±3.53 ^a	54.5±0.7 ^a	21.5±0.07 ^a	1.5±0.7 ^a	0±0 ^a
CV%	1.29	1.29	3.28	30.1	0

Nota. ^a= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Cuadro 8

Número de frutos y su calidad a los 8 días del estudio.

Tratamiento (8 días)	Excelente	Muy buena	Límite de comercialización	Límite de uso	Extremadamente mala
	9	7	5	3	1
Control	195±1.41 ^a	65.00±3.53 ^a	25.50±6.36 ^{ab}	9.5±0.70 ^a	66±1.41 ^a
CV%	0.72	5.39	24.95	7.44	2.14
Cámara COLD STORE® de carbón	215±21.21 ^a	33.5±4.94 ^b	24.5±2.12 ^a	6.5±2.12 ^a	56.5±12.02 ^a
CV%	9.86	14.77	8.65	32.63	21.27
COLD STORE® de teja	211±19.79 ^a	42.5±3.5 ^b	34±2.82 ^b	8.5±2.12 ^a	66±9.89 ^a
CV%	9.38	8.31	8.31	24.95	14.99

Nota. ^{ab}= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Cuadro 9

Número de frutos y su calidad a los 15 días del estudio.

Tratamiento (15 días)	Excelente	Muy buena	Límite de comercialización	Límite de uso	Extremadamente mala
	9	7	5	3	1
Control	102±1.41 ^a	57.00±4.24 ^a	64.5±2.12 ^a	35±1.41 ^a	117±1.41 ^a
CV%	1.38	7.44	3.28	4.04	1.2
Cámara COLD STORE® de carbón	114±8.48 ^a	54±1.41 ^a	28.5±9.19 ^b	28.5±3.53 ^b	90.5±6.36 ^b
CV%	7.44	2.6	32.25	12.40	7.03
COLD STORE® de teja	108±8.48 ^a	64.5±3.5 ^b	23.5±9.19 ^b	29±7.07 ^b	84.5±27.61 ^b
CV%	7.85	5.48	39.11	24.38	27.61

Nota. ^{ab}= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Estos resultados son similares a los obtenidos en un estudio sobre la calidad postcosecha del tomate mantenido a diferentes temperaturas, donde a 21°C los cambios en la calidad visual se presentaron al décimo día y en temperaturas más bajas de 5°C hasta los 20 días (Hayriye Fatma y Sabir 2018).

Se puede observar que al tener una menor temperatura como lo es en las cámaras COLD STORE®, se conserva la calidad visual de los frutos de tomate. Sin embargo, esta puede verse afectada por una alta humedad relativa, dando lugar a la proliferación de hongos (Figura 3) y atrayendo a insectos y moluscos (Figura 4), quienes pueden dañar la calidad visual de los productos postcosecha.

Figura 3

Frutos con daños por hongos y humedad predominante en cámaras COLD STORE®.



Figura 4

Presencia de babosa de jardín (*Arion hortensis*) y cucarachas (*Periplaneta americana*) en cámara COLD STORE® de carbón.



Madurez del Fruto

En los Cuadros 10, 11 y 12 se pueden visualizar los resultados obtenidos con relación a la madurez del fruto a los 0, 8 y 15 días respectivamente. Siendo 1 = Verde Maduro y 6 = Rojo.

Enfocado en el Cuadro 10, se especifica el estado de madurez del fruto al día uno del estudio, donde no se reflejan diferencias significativas entre tratamientos.

Por otro lado, en el Cuadro 11 donde se analiza la madurez del fruto a los 8 días del estudio, se muestran diferencias significativas entre las cámaras COLD STORE® y el control en escala 2 (Rompiendo), este último sin ningún fruto en dicha escala. Esta misma condición sucede en escala 3 (Pintón) y 4 (Rosado), donde las cámaras COLD STORE® presentan mayor cantidad de frutos en esas escalas de madurez. También, se destaca la diferencia significativa entre la cámara COLD STORE® de carbón en comparación a los otros dos tratamientos, ésta teniendo una mayor cantidad de frutos en escala 5 (Rojo claro).

En el Cuadro 12 se puede observar la madurez de fruto a los 15 días del estudio, donde hubo diferencias significativas entre las cámaras COLD STORE® y el control, estas con una mayor cantidad de frutos en escala 5 (Rojo claro). También, se destaca la diferencia significativa entre el control y la cámara COLD STORE® de teja, con menor cantidad de frutos en escala 6 (Rojo).

Cuadro 10

Cantidad de frutos y su grado de madurez al día 1 del estudio.

Tratamiento (1 día)	Verde maduro	Rompiendo	Pintón	Rosado	Rojo claro	Rojo
	1	2	3	4	5	6
Control	13.5±0.7 ^a	52±1.41 ^a	182.5±0.7 ^a	34±1.41 ^a	43.5±0.7 ^a	3±1.41 ^a
CV%	5.23	2.71	0.38	4.15	1.62	40.3
Cámara COLD STORE® de carbón	13.5±2.12 ^a	52±1.2 ^a	183±1.4 ^a	35.5±2.12 ^a	43.5±0.7 ^a	4.5±0.7 ^a
CV%	15.7	2.3	2.65	5.97	1.62	15.71
COLD STORE® de teja	12±1.41 ^a	52±1.41 ^a	182±2.82 ^a	32.5±2.12 ^a	44±2.82 ^a	2.5±0.7 ^a
CV%	11.78	2.71	1.55	6.52	6.42	28.28

Nota. ^a= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Cuadro 11

Cantidad de frutos y su grado de madurez a los 8 días del estudio.

Tratamiento (8 días)	Verde maduro	Rompiendo	Pintón	Rosado	Rojo claro	Rojo
	1	2	3	4	5	6
Control	0±0 ^a	0±0 ^a	2.5±0.7 ^a	110.5±0.7 ^a	175.5±2.12 ^a	50.5±2.12 ^a
CV%	0	0	28.28	0.63	1.20	4.2
Cámara COLD STORE® de carbón	0±0 ^a	4.5±0.7 ^b	9.5±2.12 ^b	118±4.24 ^b	185.5±3.53 ^b	28.5±9.19 ^b
CV%	0	15.7	22.32	3.59	1.90	32.25
COLD STORE® de teja	0±0 ^a	3.5±0.7 ^b	8±2.82 ^b	115.5±4.94 ^b	181±4.24 ^{ab}	32±9.89 ^b
CV%	0	20.20	35.35	4.28	2.34	30.1

Nota. ^{ab}= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Cuadro 12

Cantidad de frutos y su grado de madurez a los 15 días de estudio.

Tratamiento (15 días)	Verde maduro	Rompiendo	Pintón	Rosado	Rojo claro	Rojo
	1	2	3	4	5	6
Control	0±0 ^a	0±0 ^a	0±0 ^a	0±0 ^a	49.5±0.7 ^a	296.5±0.7 ^a
CV%	0	0	0	0	1.20	4.2
Cámara COLD STORE® de carbón	0±0 ^a	0±0 ^a	0±0 ^a	0±0 ^a	72.5±6.36 ^b	268.5±16.26 ^b
CV%	0	0	0	0	1.90	32.25
COLD STORE® de teja	0±0 ^a	0±0 ^a	0±0 ^a	0±0 ^a	68.5±7.77 ^b	270±24.04 ^{ab}
CV%	0	0	0	0	11.35	8.9

Nota. ^{ab}= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Los resultados coinciden con los encontrados en un estudio sobre los cambios de color y antioxidantes de tomates en postcosecha, donde los frutos almacenados a 30 °C evolucionaron de manera más rápida al color rojo que los almacenados a 15 °C (Zoltán et al. 2010).

Peso Inicial y Final

En el Cuadro 13 se observan los resultados con respecto al peso de cada cesta por tratamiento. A pesar de que se mostrara una significativa reducción con respecto al tiempo, no se observan diferencias significativas entre tratamiento.

Cuadro 13

Peso inicial y final en kg de las cestas en cada tratamiento

Tratamiento	Día 1	CV%	Día 8	CV%	Día 15	CV%
Control	14.56±3.29 ^a	10.25	13.43±3.37 ^a	11.38	11.21±8.44 ^a	34.14
COLD STORE® de carbón	14.55±2.49 ^a	7.7	13.63±2.99 ^a	9.97	11.39±7.17 ^a	28.53
COLD STORE® de teja	13.90±3.06 ^a	9.98	13.14±3.36 ^a	11.61	10.86±8.55 ^a	35.72

Nota. ^a= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

El principal componente de las hortalizas es el agua, y la pérdida de esta ocasiona la aparición de síntomas de marchitamiento, por lo que una pérdida de peso mayor indica una madurez avanzada. Además, se realizó un descarte de tomates con alto grado de pudrición en cada una de las cámaras.

Estos resultados concuerdan con los encontrados en un estudio del efecto de las condiciones de almacenamiento en la calidad de tomate, donde se encontró una pérdida de peso del 16.6% en tomates almacenados a 22 °C en un periodo de 12 días (Pathare et al. 2020).

Diámetro del Fruto

En el Cuadro 14 se reflejan los resultados obtenidos con respecto al diámetro del fruto. No se muestran diferencias significativas entre tratamiento ni en el tiempo.

Cuadro 14

Diámetro de los frutos en mm a los 1, 8 y 15 días.

Tratamiento	Día 1	CV%	Día 8	CV%	Día 15	CV%
Control	57.05±3.45 ^a	6.04	54.39±1.81 ^a	3.34	54.28±1.97 ^a	3.64
COLD STORE® de carbón	58.29±8.69 ^a	14.92	57.15±1.46 ^a	2.56	56.78±1.98 ^a	3.5
COLD STORE® de teja	58.35±1.74 ^a	2.99	54.83±0.18 ^a	0.33	54.80±0.14 ^a	0.27

Nota. ^a= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Este resultado pudo ser provocado debido a que hubo una distribución al azar de los frutos, sin hacer distinción por su tamaño en cada uno de los tratamientos.

Grados Brix del Fruto

En el Cuadro 15 se observan los resultados obtenidos de grados brix de los frutos en cada uno de los tratamientos. No hay diferencias significativas al día 1 entre tratamientos, esto adjudicado al hecho de que se cosecharon el mismo día y en las mismas condiciones. De igual forma, a los 8 días no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos COLD STORE® de carbón y COLD STORE® de teja. Sin embargo, si hubo diferencias entre estos dos tratamientos y el control, con una mayor cantidad de °Brix en este. En el día 15, no hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos.

Cuadro 15

Grados brix de los frutos a los 1, 8 y 15 días en cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Día 1	CV%	Día 8	CV%	Día 15	CV%
Control	3.24±0.01 ^a	0.43	3.92±0.03 ^a	0.9	4.00±0.00 ^a	0
COLD STORE® de carbón	3.25±0.14 ^a	4.39	3.74±0.01 ^b	0.37	3.92±0.03 ^a	0.90
COLD STORE® de teja	3.24±0.07 ^a	2.23	3.72±0.03 ^b	0.94	3.97±0.01 ^a	0.35

Nota. ^a^b= letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Estos resultados coinciden con los realizados en un estudio sobre la calidad química y nutricional del tomate durante el transporte y almacenamiento postcosecha, donde en el almacenamiento con temperatura de 22°C, del día 8 al día 12 del estudio hubo un incremento en

grados brix de 4.4 a 4.8, a diferencia del almacenamiento a 10 °C donde el cambio fue de 4.3 a 4.6 (Al Dairi 2021).

Resistencia a la Penetración.

En el Cuadro 16 se observan los resultados obtenidos con relación a la resistencia a la penetración en los 3 tratamientos, a pesar de que existe diferencia significativa entre los días, no hay una diferencia significativa estadísticamente entre tratamiento.

Cuadro 16

Resistencia a la penetración en kg/cm² de los frutos a los 1, 8 y 15 días

Tratamiento	Día 1	CV%	Día 8	CV%	Día 15	CV%
Control	1.99±0.43 ^a	22.30	0.47±0.02 ^a	6.01	0.25±0.09 ^a	36.04
COLD STORE® de carbón	1.89±0.88 ^a	46.64	1.14±0.07 ^a	6.79	0.49±0.15 ^a	31.74
COLD STORE® de teja	1.90±0.43 ^a	22.64	0.91±0.16 ^a	17.77	0.37±0.014 ^a	11.46

Nota. ^a= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Los resultados difieren con los encontrados en un estudio sobre el efecto del transporte y almacenamiento postcosecha sobre el color, firmeza y calidad del tomate, donde hubo una diferencia significativa (p = 0.0012) con respecto a la influencia de la temperatura en la firmeza del tomate, ya que en un almacenamiento de 22°C la firmeza se redujo 58.39% a diferencia del almacenamiento a 10°C que fue de 37.12% (Al Dairi y Pankaj B. Pathare, Rashid Al-Yahyai 2021).

Temperatura Interna del Fruto

En el Cuadro 17 se muestran los resultados obtenidos con respecto a la temperatura interna del fruto. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el día 1. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos al día 8 del estudio, obteniendo la más baja en la cámara COLD STORE® de carbón. Por otro lado, no se observaron diferencias significativas entre las cámaras COLD STORE® al día 15, pero si hubo diferencias significativas entre estas y el control.

Cuadro 17

Temperatura interna en °C del fruto a lo largo del estudio en cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Día 1	CV%	Día 8	CV%	Día 15	CV%
Control	25.38±0.05 ^a	0.22	25.85±0.35 ^a	1.36	25.65±0.35 ^a	1.36
COLD STORE [®] de carbón	25.25±0.11 ^a	0.44	22.75±0.63 ^b	2.79	24.5±0.42 ^b	1.73
COLD STORE [®] de teja	25.18±0.07 ^a	0.28	24.37±0.45 ^c	1.88	24.4±0.14 ^b	0.57

Nota. ^{abc}= Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

Este resultado difiere con los encontrados en un estudio sobre la influencia del estrés por altas temperaturas en la calidad postcosecha de cultivos de tomate procesado y no procesado, donde no se encontraron diferencias significativas con respecto a la temperatura interna del fruto expuesto a temperaturas de 29°C y 20°C, sin embargo se demostró que la temperatura interna del fruto disminuye más rápido en temperaturas más bajas al momento de su almacenamiento (Mohammed 1996).

Este enfriamiento rápido de los productos frescos desde la temperatura al momento de su cosecha hasta su almacenamiento es llamado preenfriamiento. Es una operación importante en el área de postcosecha, su objetivo es eliminar la temperatura de campo, aumentando su vida útil, ya que esta reduce la tasa de respiración y todas las reacciones bioquímicas de los productos recién cosechados (Shamsher Ahmad y Wasim Siddiqui 2015).

Conclusiones

En las cámaras de enfriamiento cero energía a diferencia del tratamiento control, se dio una mayor disminución en la temperatura interna, así como un incremento de humedad relativa, estos factores ayudaron a mantener la calidad y color de los frutos de tomate. Sin embargo, estas condiciones fueron óptimas para el desarrollo de hongos y para atraer moluscos e insectos como cucarachas.

En términos generales, no se pueden tomar decisiones sobre cuál cámara COLD STORE® es más eficiente, pues las dos mostraron comportamientos similares en reducir temperatura y aumentar humedad relativa. Sin embargo, la madurez en la cámara COLD STORE® de carbón fue menos apresurada. Además, la cámara COLD STORE® de teja presentó mayores similitudes al tratamiento control a lo largo de todo el estudio.

Tanto la cámara COLD STORE® de carbón como la cámara COLD STORE® de teja, mostraron un efecto importante en las variables de calidad del fruto, disminuyendo la velocidad del incremento de grados brix, el aumento de temperatura interna del fruto y la pérdida de peso del fruto, a comparación del control en el área de postcosecha.

Recomendaciones

Las cámaras COLD STORE® pueden ser implementadas por pequeños productores que habiten en zonas donde no haya energía eléctrica y necesiten mantener la calidad postcosecha de sus productos para su comercialización.

La capacidad de enfriamiento de las cámaras COLD STORE® están influenciadas por la circulación del aire, por lo que implementar las tecnologías en zonas que favorezcan el movimiento de masas de aire es ideal, es decir en zonas con baja humedad relativa y altas temperaturas ambientales.

Es posible mejorar la estructura de la cámara COLD STORE® de carbón, utilizando un material más permeable para el techo, de esta manera se evita que en invierno ingrese humedad, la cual provoca la presencia de plagas y hongos.

Se debe hacer un monitoreo constante del sistema de riego, ya que sus goteros pueden obstruirse y afectar en la eficiencia de las cámaras COLD STORE®.

Es necesario evaluar las tecnologías en un contexto real, es decir de cara a los pequeños productores. De esta manera tendrán la oportunidad de asegurarse que, en sus condiciones ambientales, es necesario hacer uso de las cámaras COLD STORE® para reducir pérdidas postcosecha.

Es importante desarrollar el estudio en época seca para conocer el comportamiento de la fruta en altas temperaturas vs las cámaras de enfriamiento.

Es de vital importancia innovar, mejorar y crear nuevas tecnologías postcosecha para pequeños y medianos productores, pues son quienes más afectados se ven al momento de conservar la cadena de frío de los productos hortícolas, de esta manera se reducirían significativamente los desperdicios de estos productos después de su cosecha.

Referencias

- Shamsher Ahmad M, Wasim Siddiqui M. 2015. Factors Affecting Postharvest Quality of Fresh Fruits. 1st ed. India: [publisher unknown]. 14 vol. ISBN: 978-3-319-21196-1 . https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-21197-8_2.
- Al Dairi M. 2021. Chemical and nutritional quality changes of tomato during postharvest transportation and storage. Saudi Society of Agricultural Sciences; [consultado el 10 de ago. de 2022]. 20:401–408. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1658077X2100059X?token=B813EB0E347888CFA30C3202F2943E85099BCCC76BBD966FB78C96822FDE3AD9A52F5D90AB97B9EBC9AF1B5F99D0859A&originRegion=us-east-1&originCreation=20220704092550>.
- Al Dairi M, Pankaj B. Pathare, Rashid Al-Yahyai. 2021. Effect of Postharvest Transport and Storage on Color and Firmness Quality of Tomato. Horticulturae; [consultado el 10 de ago. de 2022]. 7. <https://squ.pure.elsevier.com/en/publications/effect-of-postharvest-transport-and-storage-on-color-and-firmness>.
- Avecillas Ureña LC. 2015. Análisis comparativo de dos tecnologías de enfriamiento evaporativo cero energía, dirigido a pequeños productores hortofrutícolas [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado 10.08.22]. https://horticulture.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk1816/files/extension_material_files/Comparative%20analysis%20of%20two%20Cooling%20chambers%20zero%20energy%20for%20%20small-scale%20horticultural%20farmers.pdf.
- Cantwell M, Kader A. 2010. Produce Quality Rating Scales And Color Charts. 2ª ed. California: [sin editorial] ; [consultado el 11 de ago. de 2022]. https://postharvest.ucdavis.edu/Bookstore/Produce_Quality_Rating_Scales_-_Color_Charts/.
- Dominguez CC. 2019. Tecnología Poscosecha: Cítricos y cultivos emergentes en la comunidad valenciana. España: [sin editorial].
- Escalona Contreras VH, San Martín JC, Gonzales Olivares A. 2019. Manejo Postcosecha de tomates y pimientos frescos y de IV gama. Chile: Universidad de Chile (Serie Ciencias Agronómicas). ISBN: 978-956-19-1141-3. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/175675/Manejo-postcosecha-de-tomates-y-pimientos-fresco.pdf?sequence=1>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. La pérdida y el desperdicio de alimentos deben reducirse a fin de aumentar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad del medio ambiente. [sin lugar]: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1310444/icode/>.
- Fausto Gorini. 2018. Guía completa del cultivo del tomate. España: Editorial De Vecchi. ISBN: 978-1-68325-585-7; [consultado el 11 de ago. de 2022]. https://books.google.hn/books?hl=es&lr=&id=_g5dDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=cultivo+del+tomate&ots=41VUEEITNS&sig=MuaBvr6AGQH4Rn2amoCjLkWi0zk&redir_esc=y.
- Fornaris J. G. 2016. Cosecha y manejo postcosecha de tomate. Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico; [actualizado 2016; consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/TOMATE-Cosecha-y-Manejo-Postcosecha-v2007.pdf>.
- Hayriye Fatma K, Sabir KF. 2018. Chitosan coating for extending postharvest quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) maintained at different storage temperatures. Agriculture and

- Food (AIMS); [consultado el 10 de ago. de 2022]. 3(2):97–108. <http://www.aimspress.com/fileOther/PDF/agriculture/agrfood-03-02-097.pdf>.
- Herrera Delgado CA. 2019. Efecto de tratamiento químico y térmico en la conservación post cosecha del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) [Tesis]. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3359/EFFECTO%20DE%20TRATAMIENTO%20QU%c3%8dMICO%20Y%20T%c3%89RMICO%20EN%20LA%20CONSERVACI%c3%93N%20POST%20COSECHA%20DEL%20TOMATE%20%28Solanum%20lycop.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [INIA] Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 2022. Manual de cultivo del tomate al aire libre. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile). Boletín INIA Informe no. 376; [consultado el 21 de jun. de 2022]. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29488>.
- López Marín LM. 2017. Manual Técnico del cultivo del tomate: *Solanum lycopersicum*. Costa Rica: INTA. ISBN: 978-9968-586-27-6. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/3143>.
- Mohammed M. 1996. Influence of High Temperature Stress on Postharvest quality of processing and Non-Processing tomato cultivars. Wiley Online Library. 19(1):41–55. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4557.1996.tb00404.x>.
- Nassiri Mehdi S. 2021. Fuzzy logic classification of mature tomatoes based on physical properties fusion. Information Processing in Agriculture; [consultado el 10 de ago. de 2022]. 1. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214317321000755?token=90DEA60E87A327702EBED76A20F832017BC3D1FB3D4563C544F5E3864B68B94633FB616BA715FCDEF49467EE2F0A06&originRegion=us-east-1&originCreation=20220704205803>.
- Pathare PB, Al Dairi M, Al-Mahdouri A. 2020. Effect of Storage Conditions on Postharvest Quality of Tomatoes: A Case Study at Market-Level. Journal of Agricultural and Marine Sciences. 26(1):13–20. <https://journals.squ.edu.om/index.php/jams/article/view/3577>. doi:10.24200/jams.vol26iss1pp13-20.
- Secretaría de Estado en el Despacho de Energía. 2019. Índice de cobertura y acceso a la electricidad en Honduras. 1ª ed. Honduras: Dirección General de Electricidad y Merados. 65 p; [consultado el 9 de jun. de 2022]. https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver_documento.php?uid=ODQ1NzQ3ODkzNDc2MzQ4NzEyNDYxOTg3MjM0Mg==.
- Shamsher Ahmad M, Wasim Siddiqui M. 2015. Factors Affecting Postharvest Quality of Fresh Fruits. 1ª ed. India: [sin editorial]. 14 vol. ISBN: 978-3-319-21196-1. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-21197-8_2.
- Sosa Vargas JF. nov. 2016. Conservación de la leche cruda utilizando la cámara COLD STORE y el activador del sistema lactoperoxidasa, STABILAK [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 21 p. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b985f0db-1fc6-417b-922c-aba5a1284887/content>.
- Zoltán P, Helyes L, Lugasi A. 2010. Color Changes and Antioxidant Content of Vine and Postharvest-ripened Tomato Fruits. HortScience; [consultado el 11 de ago. de 2022]. 45(3):466–468. <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/45/3/article-p466.xml>.

Anexos

Anexo A

Costo de los materiales y mano de obra de la cámara COLD STORE®.

COSTOS COLD STORE				
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo/unidad Lempiras	Costos
Carbón U. Forestales	120	Libra	10.00	1,200.00
Carbón venta externa	300	Libra	3.33	1,000.00
Mano de obra y materiales	-	Contrato	-	5,000.00
Total lempiras				7,200.00
Total dólares				342.86

Anexo B

Estructura de la cámara COLD STORE® de teja (A) y COLD STORE® de carbón (B).

A.



B.

