

**Conservación de la leche cruda utilizando la
cámara COLD STORE® y el activador del
sistema lactoperoxidasa, STABILAK®**

Juan Fernando Sosa Vargas

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Conservación de la leche cruda utilizando la cámara COLD STORE® y el activador del sistema lactoperoxidasa, STABILAK®

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Juan Fernando Sosa Vargas

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

Conservación de la leche cruda utilizando la cámara COLD STORE® y el activador del sistema lactoperoxidasa STABILAK®

Juan Fernando Sosa Vargas

Resumen. Es necesario probar alternativas de bajo costo que permitan a productores de leche sin acceso a energía eléctrica preservar la calidad de su producto. Se evaluó el efecto de la cámara de enfriamiento COLD STORE® sobre la velocidad de enfriamiento de la leche y el activador del sistema lactoperoxidasa STABILAK® para la prolongación del tiempo de acidificación de la leche en dos producciones lecheras, en zamorano Honduras, en agosto del 2016. El estudio evaluó leche cruda contenida en yogos (jarras de 40 litros) al ambiente y almacenados en la cámara, con el uso o no del activador. Se midió la temperatura y humedad relativa de la cámara y ambiental y la temperatura de la leche en intervalos de media hora de seis am a una pm en tres días. Se realizó la prueba de alcohol estándar utilizada en plantas de procesamiento y centros de recolección, con una concentración de 75% de etanol, como indicador de acidez. La cámara mostró una temperatura dos grados centígrados menos que la temperatura ambiente de 25° C. En las fincas evaluadas hubo un efecto bajo en el uso de la cámara sobre la velocidad de enfriamiento de la leche. El uso del activador fue favorable, ya que con la prueba de alcohol no hubo reacción evidenciando que la acidez no aumento a las cuatro horas después del ordeño no así, la leche no tratada. Bajo las condiciones evaluadas la cámara no mostro el mejor desempeño. Es necesario realizar estudios posteriores para poder tomar decisiones sobre el uso de estas tecnologías en la preservación de leche. Se recomienda; evaluar la cámara en otras épocas del año.

Palabras clave: Acidificación, calidad de leche, sistema de enfriamiento.

ABSTRACT. It's necessary to look for low cost alternatives that allow small milk producers preserve the initial quality of their product. It was evaluated the effect of the COLD STORE® cooling chamber on the cooling rate of raw milk and the activator of the lactoperoxidase system STABILAK® on the prolongation of the acidification time of milk in two dairy farms in Zamorano, Honduras on august 2016. The study evaluated raw milk contained in jars of 40 liters kept at environment temperature and stored in the chamber with the use of the activator. Chamber and ambient temperature and relative humidity were measured and milk temperature too, recorded at half hour intervals since six am to one pm in three days. The standard alcohol test was carried out as an indicator of acidity in the treatments. The chamber showed a temperature of two degrees Celsius less than the ambient temperature of 25 ° C. In two dairy farms a low effect was observed in the use of the chamber on the rate of cooling of the milk. The use of the activator in the alcohol tests was favorable since the acidity of milk was kept showing a negative result of the milk treated with the activator, unlike the milk without this one that presented positive results four hours after milking. Further studies are needed to be able to make decisions about the use of these technologies in the preservation of milk.

Key words: Acidification, milk quality, cooling system

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	13
5. RECOMENDACIONES.....	14
6. LITERATURA CITADA.....	15

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Identificación de los tratamientos, según la disposición de los mismos, fuera o dentro de la cámara de enfriamiento, con o sin STABILAK®.	4
2. Clasificación de la leche según su carga bacteriana.	6
3. Número de veces que se multiplican las bacterias en el tiempo.	7
4. Miles de UFC/ml en leche cruda incubada a tres temperaturas	8
5. Temperatura de la leche en grados centígrados, según los lugares de estudio.	9
6. Tiempo de conservación de leche cruda con STABILAK®, según la temperatura de la leche.	10
7. Resultados de la prueba de alcohol (75%) a diferentes horas, según los tratamientos.	11
Figuras	Página
1. Vista frontal y lateral del COLD STORE®.	3
2. Temperaturas registradas en Finca 1, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.	7
3. Temperaturas registradas en Finca 2, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.	8
4. Temperatura de leche registrada por factor en Finca 1, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.	9
5. Temperatura de leche registrada por factor en Finca 2, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.	10
6. Humedad relativa interna y del ambiente en la Finca 1, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.	12
7. Humedad relativa interna y del ambiente en Finca 2, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.	12

1. INTRODUCCIÓN

La industria de producción de leche ha tenido un aumento aproximadamente del 50% en los últimos 30 años (FAO 2016). La leche es un producto diario en la alimentación humana. Está compuesta de 87% agua y 13% de sólidos como lactosa, grasa y proteínas, y puede consumirse fresca o procesada en sus derivados (Gómez et al. 2005). En la producción lechera, el ordeño se realiza bajo estándares de higiene y usualmente en horas tempranas de la mañana ya que la temperatura y la higiene son los principales factores que influyen la proliferación de bacterias (Hernández 1975). Existen pequeñas producciones lecheras localizadas ruralmente, manejadas con poco conocimiento técnico, falta de tecnología y escasos recursos económicos con necesidad de oportunidades para mejorar su actividad pecuaria.

El deterioro de la leche comienza en las primeras horas después del ordeño con un incremento bacterial, manifestándose principalmente con aumentos de acidez y facilitada por aumentos de temperatura (Hernández 1975). Por esta razón, el tratamiento para preservar la leche debe comenzar desde el momento que la leche sale de la vaca. Actualmente, se utilizan cuartos fríos para reducir la reproducción de bacterias. Sin embargo, esta tecnología usualmente solo es accesible para productores con disponibilidad económica o productores de gran escala (Yuveric 2001).

La pérdida en la calidad de la leche en los lugares de producción se da principalmente por la ausencia de energía eléctrica o la falta de recursos económicos para adquirir un sistema de refrigeración. De esta problemática surge la necesidad de investigar alternativas para pequeños productores, que sean de bajo costo, que utilizan la energía del ambiente y que permitan la preservación de leche cruda en el tiempo transcurrido del ordeño hasta la entrega al comprador.

Ejemplos interesantes de conservación son encontrados con el uso de la cámara de enfriamiento COLD STORE®, la cual es una tecnología viable que utiliza materiales de bajos costos y la temperatura ambiental, para reducir la temperatura y preservar alimentos como hortalizas (Nenguwo 2000). Esta cámara funciona bajo el principio de evaporación utilizando carbón humedecido que permite reducir la temperatura ambiental cuando el viento pasa por los poros, manteniendo bajas temperaturas internas. Normalmente, se puede obtener un diferencial con la temperatura ambiental de entre 5-10° C. Esta tecnología permite alargar la vida del producto a menores costos y con bajo impacto ambiental (Wayua et al. 2012).

Por otra parte, existen otros métodos de conservación, en este caso de leche, haciendo uso de STABILAK®, el cual es un producto que activa el sistema lactoperoxidasa de la leche, actuando como bactericida y bacteriostático. Es considerado un producto natural ya que potencializa las enzimas que ya existen en la leche para actuar sobre las bacterias acidificantes (Sepulveda et al. 2003).

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la capacidad de enfriamiento de la cámara COLD STORE® sobre la leche y la capacidad de preservación de leche cruda usando esta tecnología en combinación con el STABILAK®. La información recolectada tiene como propósito establecer un estudio inicial como base para futuros estudios sobre estas tecnologías aplicadas para pequeños productores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio. El estudio se realizó durante el mes de agosto en el Valle del Yeguaré, localizado a 40 km de Tegucigalpa a una altitud de 720 msnm. Se escogieron dos localidades denominadas, Finca 1 y Finca 2, ambas cuentan con un nivel de tecnificación alto y buenas prácticas de ordeño. Históricamente, la zona registra una temperatura promedio anual de 26° C y una precipitación promedio anual de 1100 mm.

Cámara COLD STORE®. El diseño tiene una estructura de madera de 2 m de largo × 1.5 m de ancho × 2.5 m de alto en la parte superior y 2 m en la parte inferior creando un desnivel. Las paredes llevan una doble malla metálica tipo gallinero de 0.1 m de espesor y el espacio se llena con 400 libras de carbón vegetal. Estas paredes son humedecidas constantemente con un sistema de riego por goteo para disminuir la temperatura y aumentar la humedad relativa dentro de la estructura. Se estimó que la temperatura interna podría ser menor que la temperatura ambiental entre 5-10° C. Esto sucede cuando el aire exterior fluye a través de las paredes húmedas removiendo el vapor de agua que disipa el calor del ambiente (Avecillas 2015).



Figura 1. Vista frontal y lateral del COLD STORE®.

STABILAK®. Es un activador del sistema de defensa encontrado naturalmente en la leche de todos los mamíferos, denominado sistema lactoperoxidasa. El funcionamiento de este producto se basa en la enzima lactoperoxidasa, que funciona oxidando los iones de tiocianato en ácido hipotiocianoso, el cual tiene efecto bacteriostático y bactericida, inhibiendo la reproducción y disminuyendo poblaciones de bacterias en la leche. El producto tiene la capacidad de mantener la calidad inicial en leche cruda por 24 horas después del ordeño, bajo condiciones de climas cálidos (Sepulveda et al. 2003).

Tratamientos. Se utilizaron yogos de 40 litros de capacidad para los tratamientos, los cuales fueron establecidos por su posición y estado, utilizando cámara COLD STORE® y STABILAK® en combinación, utilizando uno de estos o ninguno. Se definió una nomenclatura para identificar los tratamientos, la cual se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Identificación de los tratamientos, según la disposición de los mismos, fuera o dentro de la cámara de enfriamiento, con o sin STABILAK®.

Nomenclatura	Ubicación	Estado de la leche
LCR-DC	Dentro de COLD STORE®	Leche sin tratar
LST-DC	Dentro de COLD STORE®	Leche tratada con STABILAK®
LCR-FC	Fuera de COLD STORE®	Leche sin tratar
LST-FC	Fuera de COLD STORE®	Leche tratada con STABILAK®

Variables a medir. Los indicadores utilizados establecen parámetros que pueden interpretarse para definir el deterioro que sufre la leche a través del tiempo y como consecuencia a cambios de temperatura.

Temperatura de leche: Con un termómetro de lanza se registró la temperatura de la leche después del ordeño. Posteriormente, se distribuyeron los yogos de acuerdo a los tratamientos y se registró la temperatura de cada uno en intervalos de media hora.

Temperatura y humedad relativa interna de la cámara: Las cámaras de enfriamiento se encontraban en completo funcionamiento al momento de colocar los yogos. Utilizando un termómetro e higrómetro digital se registró la temperatura y humedad relativa inicial y posteriormente en intervalos de media hora.

Temperatura y humedad relativa ambiental: Utilizando un termómetro e higrómetro digital se registró la temperatura ambiental y humedad relativa al inicio del tratamiento y posteriormente en intervalos de media hora.

Prueba de alcohol: Se utilizó la prueba de alcohol estándar comúnmente usada por plantas de procesamiento y centros de recolección de leche para obtener un parámetro de la acidez del producto. La prueba consiste en la mezcla de 2 ml de leche y 2 ml de alcohol al 75%. Los resultados son obtenidos de dos a tres minutos después de la mezcla, identificando

visualmente una precipitación de los sólidos en la leche que indica una acidez igual o mayor a 0.18 desfavorable para el consumo y procesamiento.

Diseño Experimental. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Las unidades experimentales estuvieron constituidas por un yogo de 40 litros de leche, respectivo para cada tratamiento.

Análisis Estadístico. Se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) al $P \leq 0.05$ y una separación de medias por un análisis de rangos múltiples de DUNCAN al $P \leq 0.05$. Se realizó un análisis factorial (2x2), compuesto por el uso o no de la cámara COLD STORE® y el uso o no de STABILAK®. Se utilizó el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System SAS® 2011).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La leche desde su producción en el animal, presenta una carga de bacterias baja, que usualmente se aumenta al contacto con la maquina ordeñadora, por las manos de los trabajadores o por prácticas de higiene pobres. En producciones con buenas prácticas de higiene esta carga se encuentra alrededor de 10,000 UFC/ml, unidades formadoras de colonias por mililitro (González et al. 2010). La temperatura es uno de los factores principales que promueven la reproducción de esta carga inicial, degradando la leche en el tiempo disminuyendo su calidad.

Las dos fincas incluidas en el estudio realizan dos ordeños diarios, con un nivel de tecnificación alto, y altos estándares de higiene. La limpieza de la maquinaria y la buena higiene de los trabajadores son controladas durante el tiempo de ordeño, de igual manera la limpieza general de las instalaciones. Estos factores influyen en la contaminación que puede tener la leche durante su obtención. Bajo la clasificación mostrada en el Cuadro 2 la leche utilizada en el estudio presentaba una calidad inicial clase A, por su bajo contenido de bacterias, según los análisis que se realizan al momento de la entrega de la misma a los procesadores.

Cuadro 2. Clasificación de la leche según su carga bacteriana.

Tipo de leche	Clase	UFC/ml
Antes de pasteurizar	A	<400,000
	B	400,000-1,000,000
	C	>1,000,000
Leche pasteurizada		< 50,000

Fuente: Revilla 1996

En el Cuadro 3 se puede observar cómo la temperatura afecta la reproducción de las bacterias. Esto refleja la importancia de reducir la temperatura de la leche lo más pronto posible, una vez esta es extraída de la vaca. En centros de recolección y plantas procesadoras de lácteos, al momento del recibo de la leche, parámetros como contenido de grasa, acidez y carga bacteriana son evaluados. Los resultados obtenidos permiten dar una clasificación a la calidad de la leche. En el Cuadro 2 se puede observar la clasificación de la leche según su carga bacteriana y como se reduce su calidad a medida esta aumenta. El precio pagado por litro de leche se establece con base en la calidad al momento de la entrega. Los ingresos

del productor dependerán de la calidad de higiene en su producción y del buen manejo de transporte (Posas et al. 2013).

Cuadro 3. Número de veces que se multiplican las bacterias en el tiempo.

Carga Bacteriana inicial (UFC/ml)	Tiempo (h)	Temperatura de incubación (° C)					
		4.5		10		16	
		24	48	24	48	24	48
4,000		1	1	3	30	372	8000
40,000		2	3	5	21	113	2540
140,000		2	4	8	100	180	4300

Fuente: Revilla 1996

En la Figura 2 se puede observar la temperatura inicial interna de la cámara y ambiental en la Finca 1 que fue de 21.2° C para ambos respectivamente. La temperatura ambiental aumentó a 27.3° C a la 13:00 pm y dentro de la cámara a 24.7° C. La Figura 3 muestra la temperatura ambiental registrada en la Finca 2 durante el estudio, la cual fue de 22.8° C a las 6:00 am, hora en que fueron colocados los tratamientos y de 27.3° C a la 13:00 pm. La temperatura interna de la cámara COLD STORE® fue de 22.6° C a las 6:00 am y de 23.5° C a la 13:00 pm. Se puede observar una mayor diferencia entre la temperatura ambiental y la interna a las 10:00 am y 11:00am en ambas fincas, respectivamente.

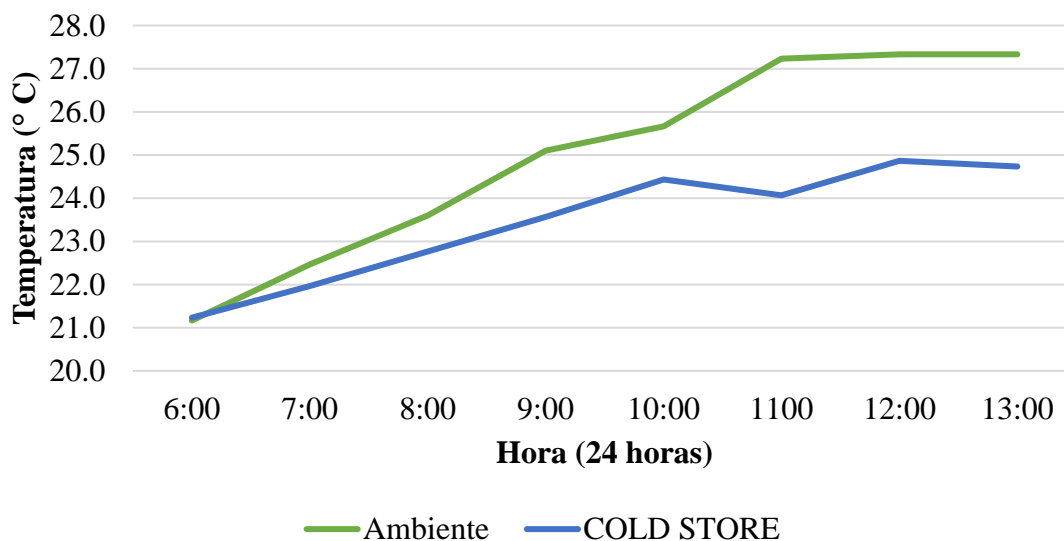


Figura 2. Temperaturas registradas en Finca 1, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.

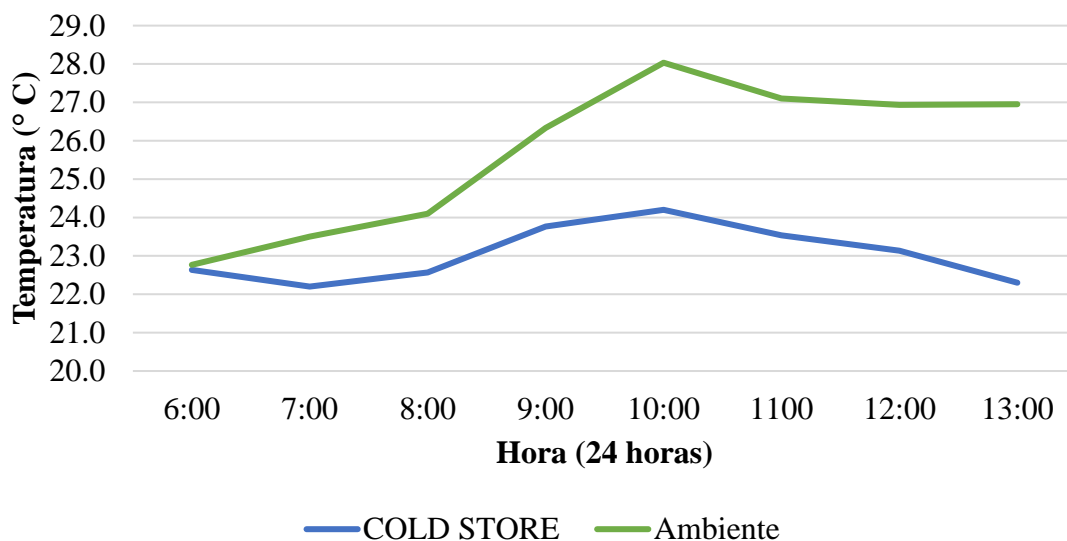


Figura 3. Temperaturas registradas en Finca 2, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.

La leche cruda almacenada a 15° C tendrá una calidad clase A durante las primeras seis horas de almacenamiento, cambiando a clase B a las 9 horas y a clase C a las 24 horas. Leche almacenada a 25° C, será clasificada como clase A en las primeras seis horas de almacenamiento, cambiando a clase C a las nueve horas. Leche almacenada a 35° C, se clasificará como clase A en las primeras tres horas de almacenamiento, cambiando a clase C a las seis horas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Miles de UFC/ml en leche cruda incubada a tres diferentes temperaturas.

Horas de incubación	Temperatura (° C)		
	15	25	35
0	9	9	9
3	10	18	30
6	25	170	12000
9	46	1000	35000
24	5000	57000	800000

Fuente: Revilla 1996

La temperatura de la leche en el tiempo, después del ordeño, afectó la calidad inicial obtenida en ambas fincas. Para mantener la calidad clase A en la leche, durante el tiempo que duró el estudio se debió haber alcanzado temperaturas alrededor de los 15° C en los

tratamientos, pues esta temperatura es la ideal para disminuir la reproducción de bacterias en la leche, evitando penalización en el precio.

La temperatura alcanzada en los tratamientos puede dar una estimación de la carga bacteriana contenida en cada uno respectivamente. En ambas fincas la temperatura de la leche se mantuvo por encima de 30° C durante el estudio (Cuadro 5). Esta temperatura provocaría la pérdida en la calidad de la leche dentro de las primeras 4-6 horas después del ordeño.

Cuadro 5. Temperatura de la leche en grados centígrados, según los lugares de estudio.

Tratamientos	Lugares	
	Finca 1	Finca 2
LCR-DC	31.19	31.37
LST-DC	30.79	31.12
LCR-FC	31.32	31.16
LST-FC	31.18	30.82

En la Finca 1, dentro y fuera de la cámara se registró una temperatura promedio de 31.26° C y 31° C respectivamente. La leche en ambos casos mostro una reducción en temperatura similar y uniforme lo que demuestra que el efecto de la cámara sobre la velocidad de enfriamiento de la leche (Figura 4).

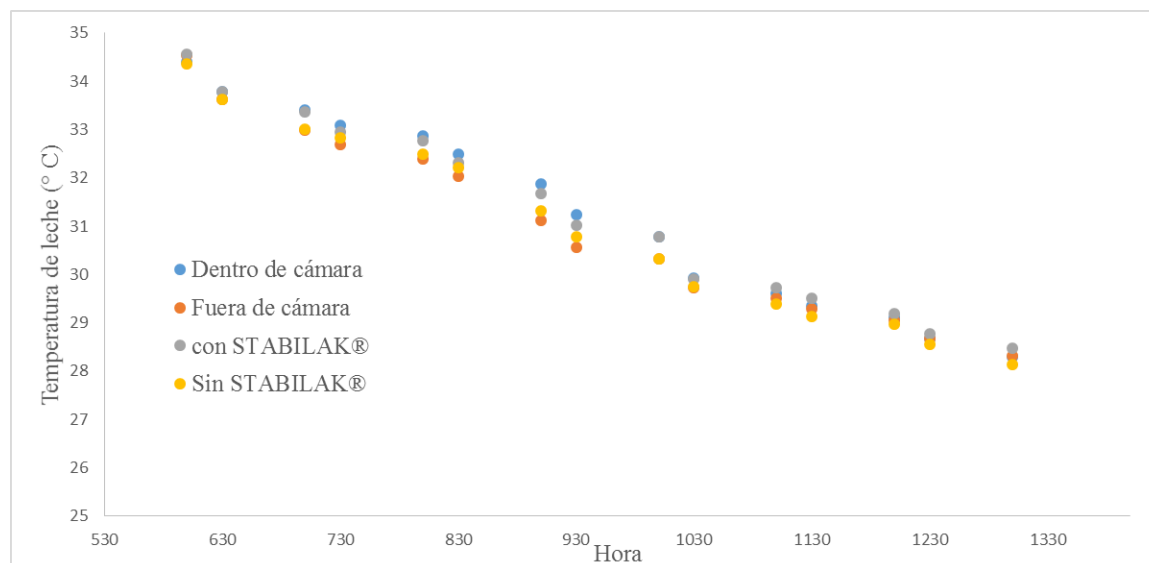


Figura 4. Temperatura de leche registrada por factor en Finca 1, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.

En la Finca 2, según los factores en el tiempo, dentro y fuera de la cámara se registró una temperatura promedio de 31.25° C y 31° C respectivamente. La leche en ambos casos mostró una reducción en temperatura similar y uniforme lo que demuestra que el efecto de la cámara sobre la velocidad de enfriamiento de la leche fue bajo en la Finca 2, (Figura 5).

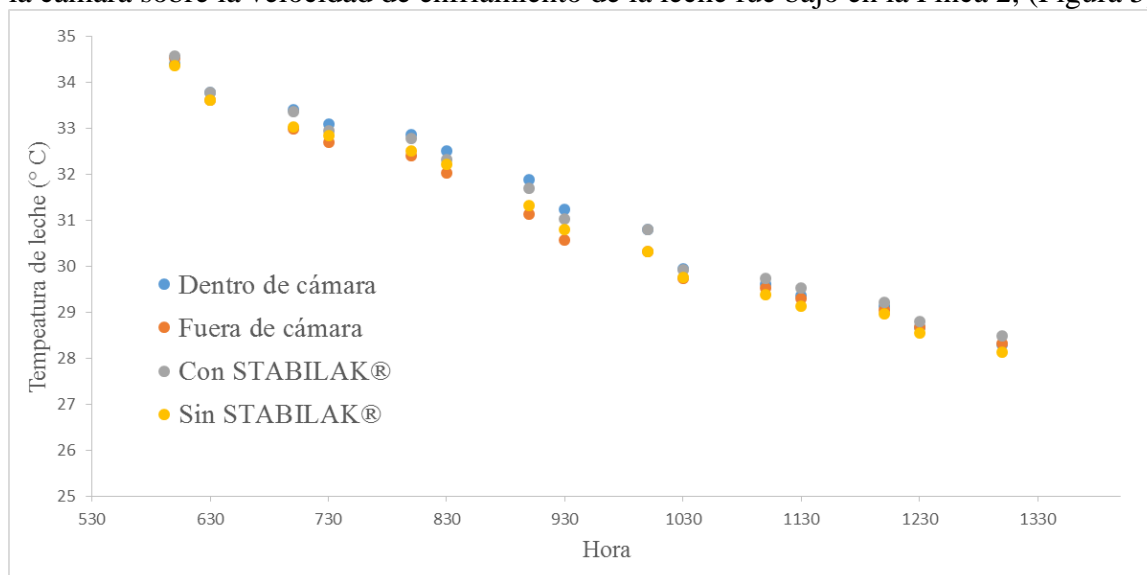


Figura 5. Temperatura de leche registrada por factor en Finca 2, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.

El efecto bactericida y bacteriostático de STABILAK® ha sido evaluado para la preservación de la leche cruda y la leche pasteurizada. Conservando la calidad higiénica inicial de la leche, este producto ha ofrecido un método efectivo a productores que no tienen acceso a refrigerar la leche de manera inmediata (Ponce et al. 2004). La eficiencia de STABILAK® es afectada por la carga inicial de la leche y las condiciones de mantenimiento.

Con las temperaturas obtenidas en este estudio y según la literatura se puede determinar que el activador del sistema lactoperoxidasa STABILAK® hubiera tenido la capacidad de conservar la leche por un tiempo aproximado de 8 – 36 horas, si la toma de datos se hubiera extendido a más de seis horas. Tiempo ideal al que un productor podría optar para la preservación de la calidad de su leche en la espera de la entrega en centros de recolección y enfriamiento (Cuadro 6).

Cuadro 6. Tiempo de conservación de leche cruda con STABILAK®, según la temperatura de la leche

Temperatura (° C)	Tiempo de conservación (horas)
36 – 32	8 – 24
32 – 23	8 – 36
22 – 16	16 – 44
15 – 10	16 – 48
8 – 4	48 – 120

Fuente: (Ponce P et al. 2005)

Los microorganismos contenidos en la leche provocan cambios físicos y químicos, estos cambios fluctúan con relación a la cantidad de microorganismos existentes. Uno de los principales cambios que se produce es la acidificación de la leche. Este proceso es afectado por diferentes reacciones, siendo una de las principales la fermentación láctica. La lactosa es separada en glucosa y galactosa, las cuales son posteriormente fermentadas para producir ácido láctico. (Celis M, Juarez D 2009).

Los resultados obtenidos en la prueba de alcohol muestran para la Finca 1 un resultado positivo para el tratamiento de leche cruda fuera de la cámara a las 10:00am, cuatro horas después de la colocación de la leche. El tratamiento de leche cruda dentro de la cámara dio un resultado positivo a las 12:00m, 6 horas después de su colocación. Para la Finca 2 se obtuvieron resultados negativos para los cuatro tratamientos en las cuatro diferentes horas. Resultados positivos a la prueba de alcohol reflejan la inestabilidad de la leche durante tratamientos de calor, (cuadro 7).

Cuadro 7. Resultados de la prueba de alcohol (75%) a diferentes horas, según los tratamientos.

Lugar	Tratamiento	Hora			
		6:00	8:00	10:00	12:00
Finca 1	LCR-DC	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo
	LST-DC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	LCR-FC	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo
	LST-FC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Finca 2	LCR-DC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	LST-DC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	LCR-FC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
	LST-FC	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

La cámara se vio afectada en su eficiencia de enfriamiento debido al bajo nivel de intercambio de gases (vapor de agua), por los altos porcentajes de humedad relativa ambiental que se registraron durante el estudio. Resultados obtenidos por Avecillas (2015), muestran como la cámara COLD STORE® tuvo una diferencia en su temperatura interna, comparada con la temperatura ambiente, de 9-10° C. La humedad relativa interior varió entre 93% - 98%, comparada con la humedad relativa ambiental que se situó por debajo de 50% durante el estudio (Avecillas 2015).

La diferencia de humedad relativa interna de la cámara y del ambiente se mantuvo constante durante las horas del estudio en la Finca 1 (Figura 6). Esto difirió en la Finca 2, donde se obtuvo una diferencia de humedad relativa a las 10:00 am de 21%, siendo esta la mayor registrada durante el estudio según la Figura 7. Estos resultados concuerdan con Shitanda

D et al. (2011) en un estudio realizado para evaluar el desempeño de una cámara de tamaño mediano instalada en campo.

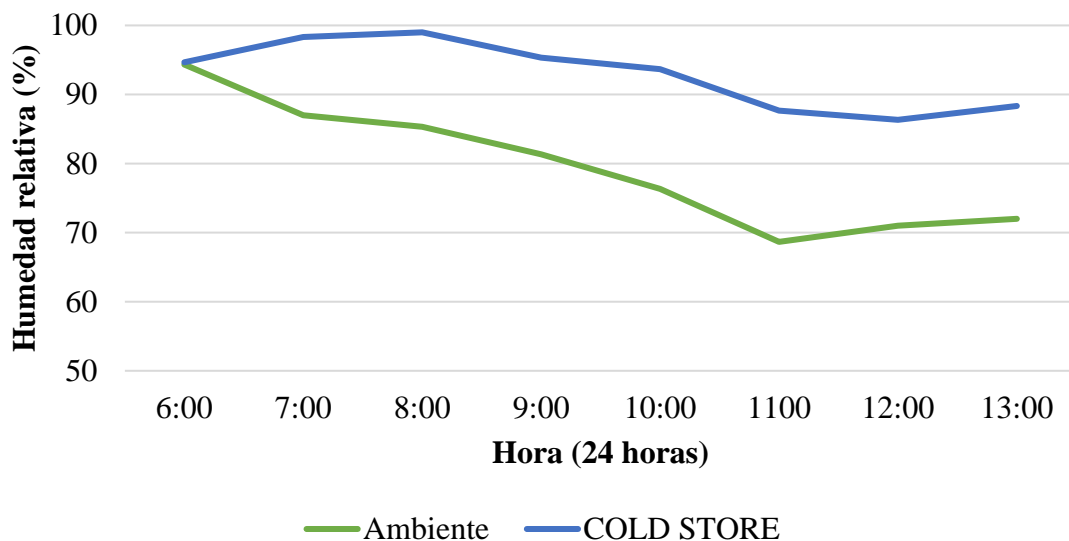


Figura 6. Humedad relativa interna y del ambiente en la Finca 1, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.

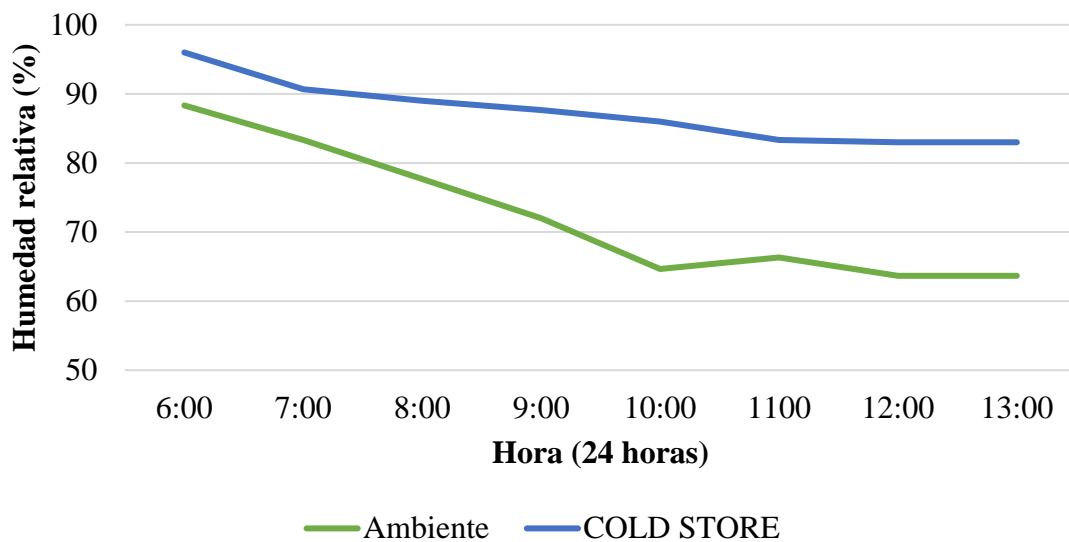


Figura 7. Humedad relativa interna y del ambiente en Finca 2, Valle de Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras.

4. CONCLUSIONES

- La cámara COLD STORE® no mostró su mayor desempeño durante el estudio debido a la HR del ambiente en ambas fincas.
- El efecto de la cámara COLD STORE® sobre la reducción de temperatura de la leche fue bajo. Los cuatro tratamientos mostraron un comportamiento similar y uniforme en el cambio de temperatura durante el tiempo de estudio.
- El activador del sistema lactoperoxidasa, STABILAK®, con las temperaturas registradas por la leche, presenta un tiempo efectivo en la preservación de la calidad de la leche mínimo de seis horas.
- Con la información recolectada, no se pueden tomar decisiones sobre si el uso de la cámara COLD STORE® puede ser una opción viable para influenciar el tiempo de enfriamiento de la leche.

5. RECOMENDACIONES

- Para poder lograr obtener el mejor desempeño de esta, se recomienda la evaluación de la cámara COLD STORE® en lugares de ambientes secos o en época de verano.
- Se recomienda evaluar la cámara COLD STORE® combinada con métodos de enfriamiento por inmersión en agua.
- Utilizar el activador del sistema lactoperoxidasa STABILAK®, para productores sin acceso a tecnologías de enfriamiento.
- Mantener altos estándares de higiene y buenas prácticas de ordeño para obtener una calidad inicial alta del producto.

6. LITERATURA CITADA

- Avecillas L. 2015. Análisis comparativo de dos tecnologías de enfriamiento evaporativo cero energía, dirigido a pequeños productores hortofrutícolas [Tesis]. Escuela agrícola panamericana, Zamorano-Honduras 39 p.
- Celis M, Juarez D. 2009. Microbiología de la leche. Seminarios de procesos fundamentales Fisico-Químicos y microbiológicos. Bahía Blanca. Edutecne.
- FAO (Food and agriculture organization).2016. Producción lechera [internet].25 de mayo 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/es/#.V05gfDXhDIW>
- Gómez A, Bedoya O, 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista lasallista de investigación. 2016; Volumen(2). <http://www.redalyc.org/pdf/695/69520107.pdf>
- González G, Sánchez B, Vázquez R. 2010. Calidad de la leche cruda. Primer foro sobre ganadería lechera de la zona alta de Veracruz. Bolivia; [consultado ago 19]. http://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDEL_ALECHECRUDA.pdf
- Hernández J. 1975. La refrigeración de la leche [internet]. Madrid: Ministerio de agricultura. [consultado 2016 ago 23]. http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1975_04-05.pdf
- Nenguwo N. Appropriate Technology COLD STORE® construction and Review of Post-harvest Transport and Handling Practices for Export of Fresh Produce from Rwanda. 2000. USAID. Washington D.C 39 p.
- Ponce C.P, Armenteros A.M, villoch C, Montes de Oca N, Carreras J. 2004. Evaluación de riesgos microbiológicos y químicos de la activación del sistema lactoperoxidasa. Reporte técnico de vigilancia. Septiembre-Octubre. La Habana, Cuba. CENLAC.
- Posas F, Rodriguez I, Osorio L, Vazquez M. 2013. Control de calidad en Centros de Recolección y Enfriamiento de Leche (CREL). [consultado 2016 oct 15]. 1-24.

content/uploads/2014/06/control_de_calidad_en_centros_de_recoleccion_y_enfriamiento_de_leche.pdf

Revilla A. 1996. Microbiología de la leche. Ercilia romero. Tecnología de la leche. 3 ed. Honduras. Zamorano Academic Press. P. 37-60.

Sepúlveda N, Muñoz A, Jara R. 2003. Evaluación de un activador del sistema lactoperoxidasa en leche sin refrigerar recolectada de pequeños productores. FCV-LUZ. Volumen 8. 12-17.

Shitanda D, Oluoch O.K, Pascall A.M. 2011. Performance evaluation of a medium size charcoal cooler installed in the field temporary storage of horticultural produce [Tesis]. Biomechanical and Environmental Engineering Department, Faculty of Engineering, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology. 12 p.

Wayua F, Okoth M, Wangoh J.2012. Design and performance assesment of a low cost evaporative cooler for storage of camel milk in arid pastoral areas of Kenya [internet]. 24 de mayo 2016. Disponible en: https://www.uonbi.ac.ke/john.wangoh/files/2012_-_design_and_performance_assessment_of_a_low_cost_evaporative_cooler.pdf

Yuveric A. 2001. Factores que afectan la viabilidad de pequeños agricultores [internet]. Bolivia [consultado 2016 ago 25]. <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s0l.htm>.[®]