



# ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS



Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras  
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal  
Universidad Mayor de San Simón  
Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias  
"Martín Cárdenas"  
Departamento de Fitotecnia

Cochabamba – Bolivia

**Autores:**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS "Martín Cárdenas"**

Decano: Ing. Freddy Espinoza C.

Jefe Dpto. Fitotecnia : Ing. Efrain Zelada

Compilación: Ing. Eduardo Mendoza

Equipo Técnico: Ing. M.S. Eduardo Mendoza

Dr. Phd. Jorge Gonzales

Ing. M. S. Juan Herbas B.

Ing. M.S. Gino Aguirre

Ing. M.S. Marvel Navia

Ing. Rodo Vásquez

Ing. Alberto Aguilar R.

Ing. Emiliana Choque

Ing. Adriana Mejía

**INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGROPECUARIA Y FORESTAL**

Director: Ing. M.S. Carlos Osinaga R.

Coordinador Nacional de Programa Hortalizas: Ing. M.S. Jesús Dávila R.

@ FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS "Martín Cárdenas" 2016.

Dirección: Av. Petrolera Km. 5 Casilla: 4894 Teléfonos: 4762383 – 4333808 Fax: 591 – 4762385

Cochabamba – Bolivia

E-mail: [fitotecnia@agr.umss.edu.bo](mailto:fitotecnia@agr.umss.edu.bo)

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras  
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal  
Universidad Mayor de San Simón  
Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias  
"Martín Cárdenas"  
Departamento de Fitotecnia



## INDICE

Introducción.	5
Desarrollo de la tecnología de cámaras de refrigeración sin energía.	6
Sistema de ollas. Preservación de refrigeración sistema zeer	7
Cámaras de almacenamiento sin energía (zecc).	11
Estudios realizados con los dos sistemas de refrigeración	15

## INTRODUCCION.-

Hoy en día un frigorífico es un electrodoméstico de uso común. Todo el mundo tiene uno en su casa. La realidad es que hay 1300 millones de personas que no tienen electricidad en sus hogares, el 70% de todas ellas en África y América Latina. Para ellos un refrigerador es un lujo inalcanzable. Se calcula que entre el 25% y el 50% de toda la comida que hay en el mundo se estropea por la imposibilidad de mantenerla fresca.

En nuestro propio hogar, el consumo eléctrico de un frigorífico supone el 30% de la factura de la luz. Es el electrodoméstico que más electricidad gasta.

Hay algunas pruebas de que se utilizó el enfriamiento por evaporación ya en el Imperio Antiguo de Egipto, alrededor del 2500 A.C. Algunos frescos o pinturas, muestran esclavos avivando jarras de agua, lo que aumentaría el flujo de aire alrededor de las vasijas porosas y ayudar a la evaporación, enfriar el contenido.

Estos frascos existen aún hoy en día y son llamados "ZEER", de ahí el nombre del enfriador olla.

Muchas ollas de barro fueron descubiertas en la civilización del valle del Indo alrededor de 3000 A.C que probablemente se utilizaba para almacenar, así como la refrigeración por agua similar a la de hoy en día ghara o MATKI utilizado en la India y Pakistán

Un refrigerador olla de barro fresco, es un dispositivo de refrigeración por evaporación que no utiliza electricidad. Se utiliza una olla de barro exterior porosa, llena de arena húmeda, contiene un recipiente interior, dentro del cual se coloca el alimento, la evaporación del líquido exterior extrae calor de la olla interior.

El dispositivo se puede utilizar para enfriar cualquier sustancia. Esta tecnología simple requiere sólo un flujo de aire relativamente seco y una fuente de agua. En el norte de Nigeria rural en la década de 1990 Mohamed Bah Abba desarrolló el Sistema de Pot-in-Pot (Preservación de refrigeración), que consiste en una pequeña olla de barro colocado dentro de una más grande, y el espacio entre los dos llenos, de arena húmeda. El recipiente interior está lleno de frutas, verduras o refrescos y se cubre con un paño húmedo.

Es toda una proeza conservar los alimentos sin refrigerador, especialmente cuando se corta la luz o cuando estamos en el campo o para los pequeños productores que se esfuerzan por producir alimentos frescos y perecederos y con la calidad que

obtienen en su proceso productivos, pero no cuentan con sistemas de manejo que les permita mantener la frescura de estos alimentos y por lo tanto por diversas circunstancias y especialmente por no contar con sistemas de refrigeración que les permita mantener y alargar la frescura de alimentos se provocan pérdidas hasta del 50% por deterioro del alimento.

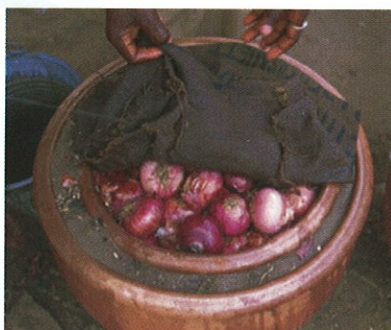
En este documento compartimos un muy buen dato de conservación de alimentos que se llama "Pot in Pot" y es también conocido como "ZEER" y sistemas de almacenamiento sin refrigeración conocido como SISTEMA ZECC.

## **DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA DE CAMARAS DE REFRIGERACION SIN ENERGIA.**

Estos métodos para conservar los alimentos sin electricidad dicen que proviene de Nigeria, donde la mayoría no tiene acceso a los electrodomésticos modernos ni a la electricidad.

La idea para conservar los alimentos sin refrigerador ni electricidad es bastante sencilla. La idea es mantener la temperatura estable a través de un simple método de enfriamiento por evaporación:

La Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales de la UMSS y departamento de Fitotecnia ha desarrollado, implementado y evaluados dos técnicas para conservar alimentos frescos sin refrigeración conocidas como SISTEMA ZEER Y SISTEMA ZECC



## SISTEMA DE OLLAS. PRESERVACION DE REFRIGERACION SISTEMA ZEER

Pero algo tan primordial para almacenar nuestros alimentos en todo occidente, es todavía un lujo en sociedades y culturas de diferentes partes del globo. En algunos países, y especialmente en regiones rurales de Bolivia los refrigeradores son un bien poco habitual. Algo que tiene consecuencias en la calidad de los alimentos que se consumen, especialmente las frutas y hortalizas.

Se calcula que en nuestros días en torno al 21% de la población rural de Bolivia carece de acceso a la electricidad, algo básico para que funcione un refrigerador. Lugares donde la conservación y distribución de alimentos frescos se hace imposible salvo a una escala marcadamente local. Esto provoca que el 45% de los cultivos cosechados en el continente africano se eche a perder antes de llegar al consumidor.

Se trata de un método ancestral de refrigeración de alimentos para familias campesinas para poder conservar sus alimentos en estado fresco por mucho más días y que está documentado que ya se utilizaba en el antiguo Egipto, donde los recipientes de barro eran cubiertos de arena mojada.

Según las experiencias realizadas en la facultad en la conservación bajo este sistema de ollas, los alimentos que a temperatura ambiente duran dos o tres días en nuestras condiciones climáticas secos con altas temperaturas puedan conservarse incluso hasta dos semanas. Y la cantidad de agua que requiera es bastante bajo. Apenas un litro de agua es suficiente para que las ollas o macetas estén refrigeradas durante al menos dos días.

El tamaño no es muy grande, aunque si nos esmeramos podremos encontrar alguna manera de aumentarlo. Pero sí seguimos al pie de la letra estos consejos seguramente te darás cuenta que en realidad no estamos hablando de una super heladera, sino más bien de una mini-fresquera casera.

Este sistema puede incrementar el periodo de conservación de alimentos frescos como frutas y hortalizas y que estarán disponibles por lo menos 2 semanas para las familias campesina, puede de alguna manera promover el aumento de las ganancias de las ventas de alimentos: Como no hay prisa para vender alimentos para evitar su deterioro, los agricultores son capaces de vender sus productos en la demanda y pueden alcanzar precios más altos.

El aumento de las oportunidades para las mujeres: Las mujeres pueden vender alimentos directamente desde sus hogares, disminuyendo su dependencia de sus

maridos como proveedores únicos. Además, debido a las niñas tradicionalmente toman alimentos al mercado para vender, y porque la comida en el ZEER se mantiene fresco el tiempo suficiente que puedan salir al mercado una vez a la semana en lugar de una vez al día, hay más tiempo para asistir a la escuela.

Oportunidades de empleo rural: Los agricultores son capaces de mantenerse a sí mismos con sus mayores ganancias en el mercado, la disminución del movimiento en las ciudades. Además, la creación de las ollas a sí mismos genera oportunidades de trabajo.

Aumento de la variedad de la dieta porque se dispone de alimentos durante más tiempo en el año.

A continuación se detalla la construcción de este sistema de refrigeración sin energía mediante la utilización de ollas de cerámica.

## **CONSTRUCCIÓN FUNCIONAMIENTO DE UN ENFRIADOR DE OLLA DE BARRO**

Un ZEER se construye mediante la colocación de una vasija de barro dentro de una olla de barro más grande con arena húmeda en medio de las ollas y un paño húmedo en la parte superior.

El dispositivo se enfría a medida que se evapora el agua, lo que permite la refrigeración en el clima caliente y seco. Debe ser colocado en un lugar seco, ventilado a que el agua se evapore de manera efectiva hacia el exterior...

Si hay una capa de separación impermeable entre el alimento y las macetas porosas, el agua no potable como agua de mar puede ser utilizada para conducir el proceso de enfriamiento, sin contaminar el alimento. Esto es útil en zonas áridas cerca de la costa donde el agua potable es un bien limitado, y se puede lograr mediante el uso de una olla que tiene esmalte resistente al agua o cemento, se aplica a la pared interior donde se almacena los alimentos perecederos.

Un funcionamiento prolongado es posible si las ollas son capaces de extraer agua de un recipiente de almacenamiento, tal como un frasco hermético invertida, o si las ollas se colocan en una piscina de agua baja. Una correa se puede utilizar para atar el recipiente interior hacia abajo en lugar de utilizar arena para evitar que se flotante.



## Eficacia

La eficacia de la refrigeración por evaporación varía con la temperatura, humedad y flujo de aire. Dado un flujo constante de aire fresco y seco, el recipiente interior puede alcanzar temperaturas tan bajas como  $4,4^{\circ}\text{C}$ , que es la temperatura por debajo de las cuales ("temperatura media") bacterias mesófilas tales como bacterias de la putrefacción de los alimentos tienen significativamente retraso en el crecimiento.

## Impacto

Pot-in-pot de refrigeración ha tenido múltiples impactos positivos en la población que los utiliza solamente de la capacidad para mantener los alimentos frescos durante períodos más largos de tiempo y la disminución de los casos de enfermedades relacionadas con los alimentos.

"Consiste en colocar una vasija dentro de otra más grande y llenar el espacio entre ellas con arena mojada y cubrir la parte superior de ellas con un paño húmedo"

Cuando el agua se evapora, se extrae el calor de la vasija interior, lo cual ayuda a mantener su temperatura interna. Como pueden ver es un proceso natural.

Para hacer una nevera sin enchufes vamos a necesitar dos macetas de barro, arena, agua y un trapo mojado. A continuación podrás ver una imagen donde te mostramos de forma clara las instrucciones para poner a punto nuestra nevera nueva. Con atención, entusiasmo y predisposición podremos lograr nuestro objetivo de la nevera de supervivencia. Si ponemos empeño sin dudas será un elemento indispensable para tu supervivencia.

## Materiales:

- 2 vasijas de barro sin cubierta de barniz ni pintura, de tamaños diferentes. El diámetro de la vasija grande debe ser unos 4-6 cm mayor al de la vasija pequeña.
- Arena gruesa para rellenar el espacio entre las dos vasijas (la arena de playa o de río es ideal)
- 1 tapa de barro o una tela de algodón para cubrir.
- Un trocito de arcilla o plastilina, para cubrir los hoyos de las vasijas, en caso de que los tuvieran.

- Construcción (5-10 minutos, si se tienen todos los materiales):
- Tapar los orificios de las vasijas con la arcilla o plastilina
- Colocar 1-2 cm de arena en el fondo de la vasija grande- Introducir la vasija pequeña en la grande, sobre la arena
- Llenar el espacio entre las dos vasijas con arena (dejar unos dos cm sin llenar completamente)\* la vasija pequeña debe quedar a un nivel más bajo que la vasija grande.



### Utilización:

Humedecer el arena con agua (la primera vez se requieren varias tazas para humedecer toda la arena)

### Poner alimentos a refrigerar dentro de la vasija pequeña

Tapar con una tapa de barro o con una tela de algodón húmeda.\* La arena debe mantenerse húmeda, por lo que se debe agregar agua constantemente de acuerdo al clima. No ponga demasiada agua porque podría filtrar hacia el piso.

### Mantenimiento:

Limpiar semanalmente o según se requiera con un trapo seco o húmedo bien exprimido- Mantener la arena húmeda

### **Opcional:**

Se puede colocar sal al interior de la arena para mantener más tiempo la humedad entre las vasijas u ollas y en algunos casos se puede colocar también un poco de bicarbonato sobre una tapa pequeña al fondo de la vasija pequeña cubierta con una canasta plástica con orificios para evitar la humedad interior y posibles olores.

### **Cómo funciona:**

La evaporación del agua ocurre por el contacto de la superficie húmeda con el aire seco. El proceso de evaporación despoja de calor a la superficie húmeda, enfriando la vasija interior. Se debe mantener húmeda la arena para asegurar una constante evaporación. Este proceso es similar al que ocurre cuando bebemos agua en un día caluroso: la transpiración mantiene al cuerpo refrigerado, por lo que en temperaturas mayores necesitamos ingerir agua con mayor frecuencia.

## **CAMARAS DE ALMACENAMIENTO SIN ENERGÍA (ZECC)**

### **Introducción.-**

Debido a la falta de formas de almacenamiento en frío una cantidad sustancial de frutas y hortalizas, verduras, se pierden después y durante la cosecha debido a la falta de almacenamiento refrigerado en fincas.

La refrigeración de energía intensiva, es cara, no es fácil de instalar y ejecutar en el área rural y no es siempre favorable al medio ambiente.

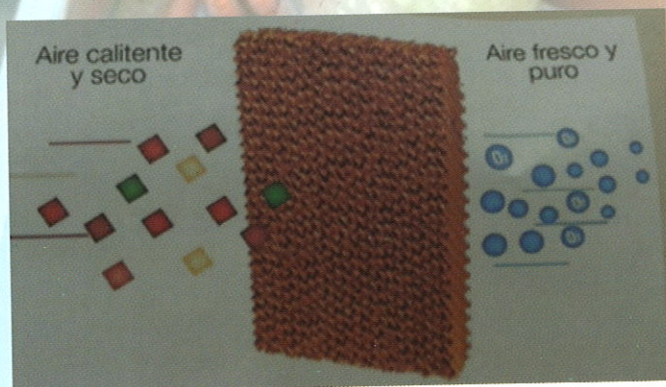
Considerando el agua crisis energética y la falta de esfuerzos para las instalaciones de almacenamiento en frío hemos desarrollado tecnologías para trabajar en cámaras frías de baja energía y sobre todo bajo costo.

### **Concepto de enfriamiento por evaporación.-**

El enfriamiento por evaporación ocurre cuando el aire, que no está ya saturado con agua, pasa por encima de una superficie húmeda lo cual tiene un efecto de enfriamiento

El agua se evapora en el aire elevando su humedad, produce el enfriamiento de la cámara.

La eficiencia del enfriador evaporativo depende de la humedad del aire circundante



## CONSTRUCCION.

- 1.- Hacer un piso de ladrillo



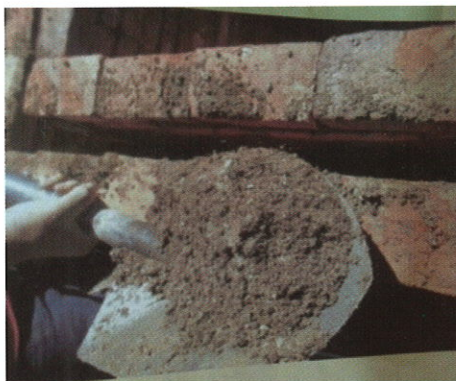
- 2.- Sobre el piso elevar una doble pared de ladrillos, la altura de la doble pared, dependiendo del tamaño de la ZECC. En este caso es de 70 cm. Con una cavidad de 7.5 cm entre las paredes.



- 3.- Asegurar una fuente de agua cerca la ZECC para mojar y mantener los ladrillos húmedos



- 4.- Llenar los espacios de cavidad con arena.



- 5.- Hacer una tapa para la cámara.



## 6.- Poner un techo para la cámara.



### OPERACIÓN.-

- Mantener la arena, ladrillos y la tapa de la cámara mojados con agua
- Mojar los ladrillos una vez por la mañana y otra en la tarde.
- Guardar las frutas y vegetales en cajas perforadas que permitan la circulación de aire.
- La cámara tiene una vida útil de 3 años, posteriormente se recomienda cambiar los ladrillos.

### VENTAJAS

- Puede ser construida por cualquier persona
- No se necesita energía mecánica o eléctrica
- Puede reducir la temperatura en 10 a 15 pc en relación a la temperatura ambiente
- Mantiene cerca al 90 % de humedad relativa del aire que circunda al producto dentro la cámara

- Le permite al productor de pequeña escala almacenar su producción por algunos días y tener un poco más de poder de negociación.

### PRECAUCIONES

- Tratar de ubicar la cámara en un lugar con circulación de aire y que este un poco elevado para evitar inundación con agua.
- Utilizar ladrillos en buen estado y con buena porosidad
- La arena debería estar limpia sin restos orgánicos
- Mantener los ladrillos saturados con agua, Utilizar un techo para evitar la exposición directa al sol.
- Prevenir que caigan gotas de agua sobre el producto.
- Mantener la cámara limpia y desinfectarla periódicamente.

### ESTUDIOS REALIZADOS CON LOS DOS SISTEMAS DE REFRIGERACION

Se realizaron experiencias en conservación de tomate producido en la región de Mizque durante tres temporadas gestiones 2015 y 2016, trabajo que fueron ejecutadas mediante la participación y coordinación del proyecto GIZ de Alemania alumnos de la materia de Manejo pos cosecha de del departamento de fitotecnia de la Facultad de ciencias Agrícolas y Pecuarias de la UMSS.

El tomate es considerado un producto perecedero cuando este se encuentra con un estado de madurez organoléptica dura solo 3 días en condiciones ambientales ahora con este trabajo evaluado pueden llegar a conservarse hasta de 20 días o semanas, si es que se logra mantener húmeda la arena la mayor cantidad de tiempo posible e idealmente en zonas oscuras o con sombra. Además se ejecutaron 2 temas de tesis para conservar Chirimoya con dos variedades un solo estado de madurez, y trabajos de conservación de lechuga fresca.

A continuación se detalla los resultados obtenidos en términos de tiempo, posteriormente se presentaran trabajos de investigación con datos estadísticos y mediciones con equipos de manejo pos cosecha para evaluar estadísticamente el comportamiento del tomate en el sistema ZEER, sistema ZECC comparados con refrigeración normal y productos sometidos al medio ambiente.

**Cuadro 1 Resultados obtenidos en las tres experiencias ejecutadas con tomate en estado de madure organoléptica.**

ALIMENTO	DURACION DIAS	DURACION DIAS	DURACION DIAS
	MEDIO AMBIENTE	OLLAS (ZEER)	ZECC
TOMATE	4 DIAS	15 DIAS	20 DIAS
LECHUGA	2 DIAS	10 DIAS	10 DIAS
CHIRIMOYA	6 DIAS	35 DIAS	35 DIAS

Fuente. Eduardo Mendoza trabajos de investigación alumnos de manejo pos cosecha. Gestión 2015 y 2016.

