

# OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS SOLARES PARA DESHIDRATACIÓN DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS MEDIANTE SIMULACIÓN DINÁMICA EN TRNSYS

Jorge A. Escobedo-Bretado<sup>1</sup>, Rafael Chávez Torres<sup>2</sup>, Ignacio R. Martín Domínguez<sup>1</sup>

1. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Unidad Durango. Victoria 147 Nte., Zona Centro. 34000 Durango, Dgo. México  
2. Instituto Tecnológico de Jiménez Av. Tecnológico S/N. Ejido Las Luisas, Cd. Jiménez, Chihuahua, México, CP33980.

## Resumen

Se presenta la importancia de la producción de alimentos procesados, principalmente por el método de deshidratación. Se explica brevemente que el proceso de deshidratación ayuda a prolongar la vida de anaquel de productos agrícolas. Se muestra las ventajas de utilizar un software especializado para el diseño y optimización técnico-económico de un deshidratador solar indirecto. Se presentan sistemas propuestos cuyos equipos principales son un sistema de colectores solares, termo-tanque, intercambiadores de calor y una caldera auxiliar como respaldo de energía. Por otra parte, se presentan resultados del comportamiento de temperatura y humedad del aire ambiente así como del aire calentado por los intercambiadores de calor y que entra en contacto con los productos agrícolas a deshidratar. Finalmente se muestra el análisis económico para la decisión de la construcción o no del deshidratador

## Introducción.

Los productos agrícolas deshidratados forman parte de los alimentos procesados más importantes para México. Según la secretaría de economía, el país se encuentra entre los primeros 10 productores a nivel mundial (SE, 2013). Para aumentar el tiempo de anaquel de frutas y verduras, cuya vida tiene períodos cortos de tiempo, siendo además en muchos casos el cultivo de carácter estacionario (Meneses, 2012), es posible aplicarles un proceso de deshidratado. En este proceso se extrae el agua que contiene el alimento por medio de la circulación de aire caliente, este proceso detiene el crecimiento de enzimas y microorganismos que se encargan de deteriorar la fruta. Muchos de estos microorganismos mueren cuando la temperatura en el deshidratador llega a 60°C (Giraldo, 2014). El costo de operación de un deshidratador industrial es relativamente alto, de alrededor de 60 millones de pesos por año, en un proceso de deshidratación de cascara de naranja (Chávez, 2014). Actualmente se han desarrollado deshidratadores solares por convección natural para producciones bajas, de 25 kg (Biorenaces, 2015). En este momento no existe una metodología confiable para diseñar deshidratadores industriales solares rentables debido a las naturaleza cambiante de las variables que intervienen en dichos procesos. Sin embargo, mediante programas de simulación dinámica, es posible desarrollar diseños óptimos de procesos de deshidratación a nivel industrial.



Figura 1. Prospectiva de la producción de alimentos procesados en México (miles de millones de dólares), 2011 – 2020 (SE, 2013).

## Materiales y Métodos.

Para el diseño y optimización de sistemas de deshidratación se emplea el software de simulación TRNSYS. Se crean sistemas de deshidratado solar con equipo termomecánico disponible comercialmente, como el de la figura 2, compuestos de colectores solares, termo-tanque, intercambiadores de calor, bombas y calentador auxiliar. Se desarrollan corridas para observar su comportamiento. Las simulaciones se desarrollan con datos climáticos que se suministraron en forma de TMY (Typical Meteorological Year) obtenidos del software Meteonorm.

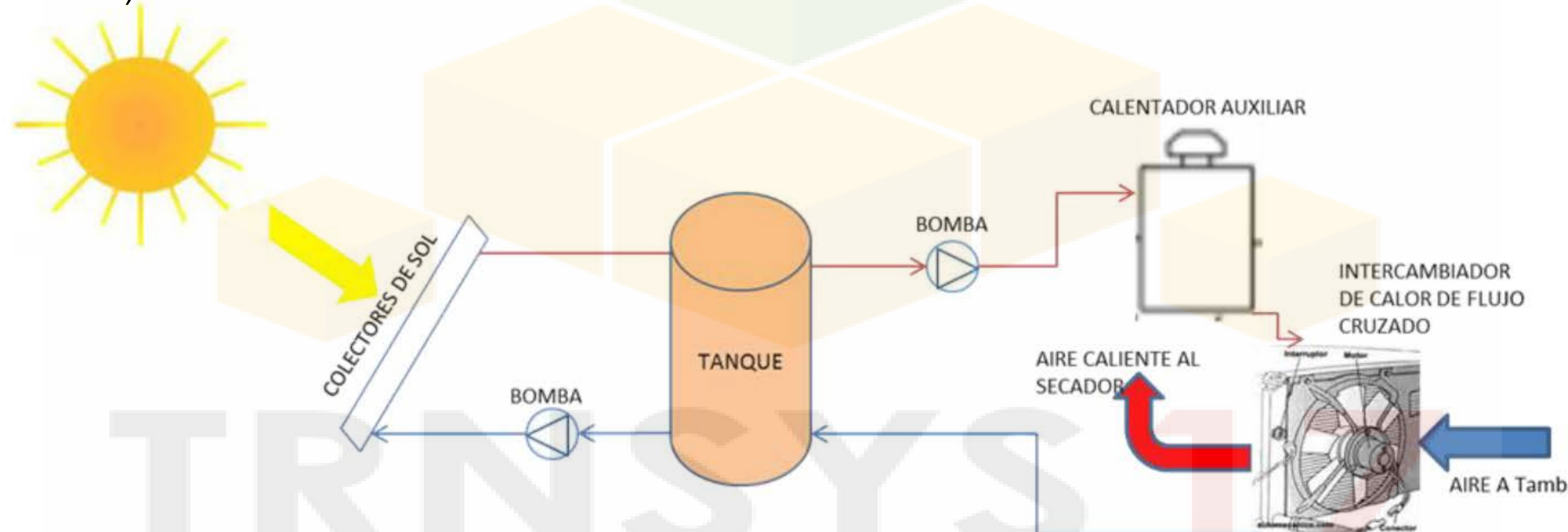


Figura 2. Esquema propuesto de sistemas de deshidratación solar (Chávez, 2014)

Se consideran distintos tipos, dimensiones y cantidades de los equipos antes mencionados y se busca la configuración óptima para la mayor rentabilidad de estos sistemas mediante análisis paramétrico.

## Resultados.

El comportamiento de temperatura y humedad de un sistema de deshidratado solar en un día típico de operación se muestra en la figura 3.

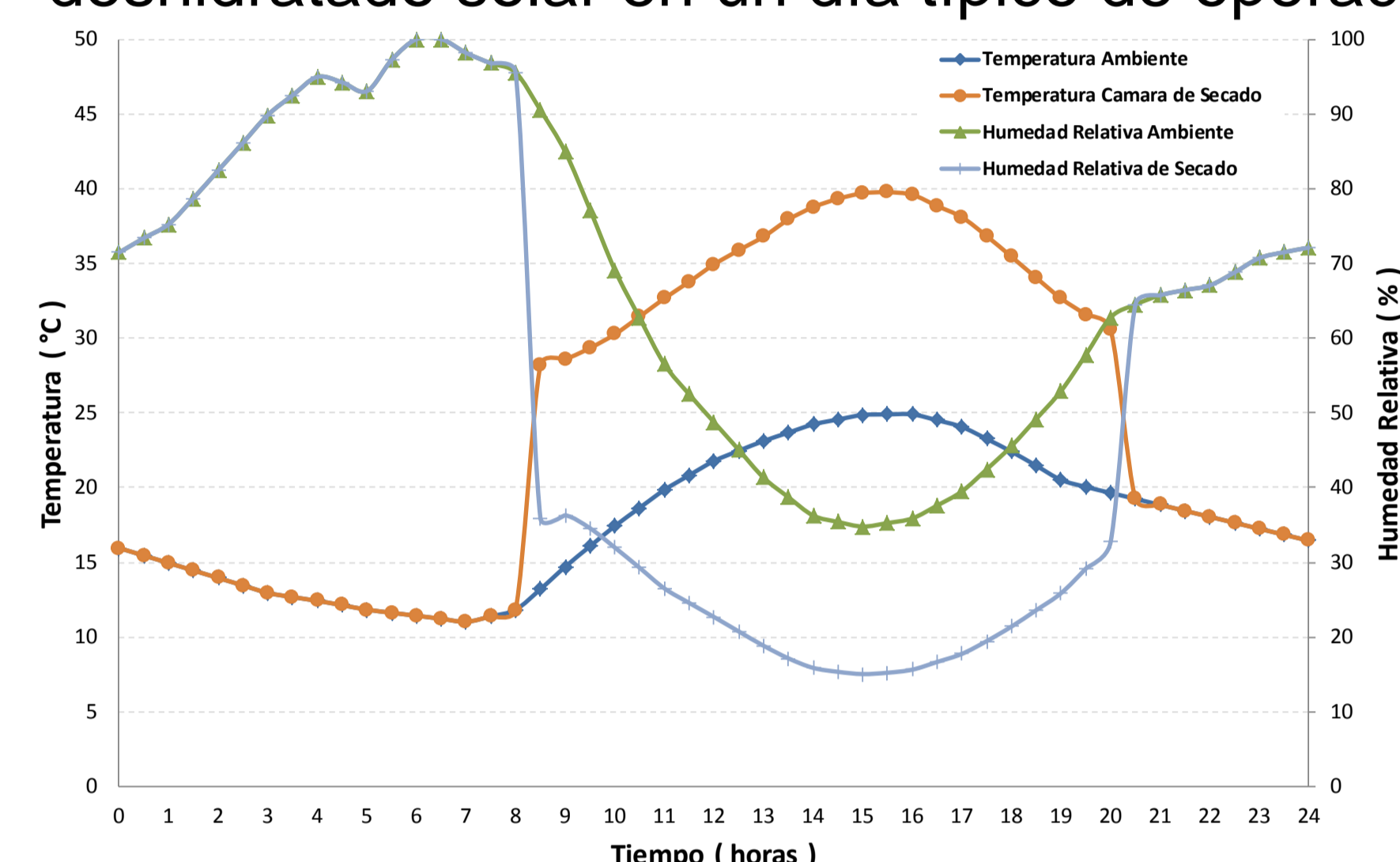


Figura 3. Temperatura y humedad de un sistema de deshidratado

En un proyecto para la construcción de un sistema de deshidratación a 20 años, con un aumento anual en el costo gas del 10 % anual y con una inflación promedio anual de 4 %, se pueden generar resultados como el mostrado en la figura 4 a). La figura muestra que el menor costo del proyecto es de \$ 1,250,000 correspondiente a utilizar 35 colectores

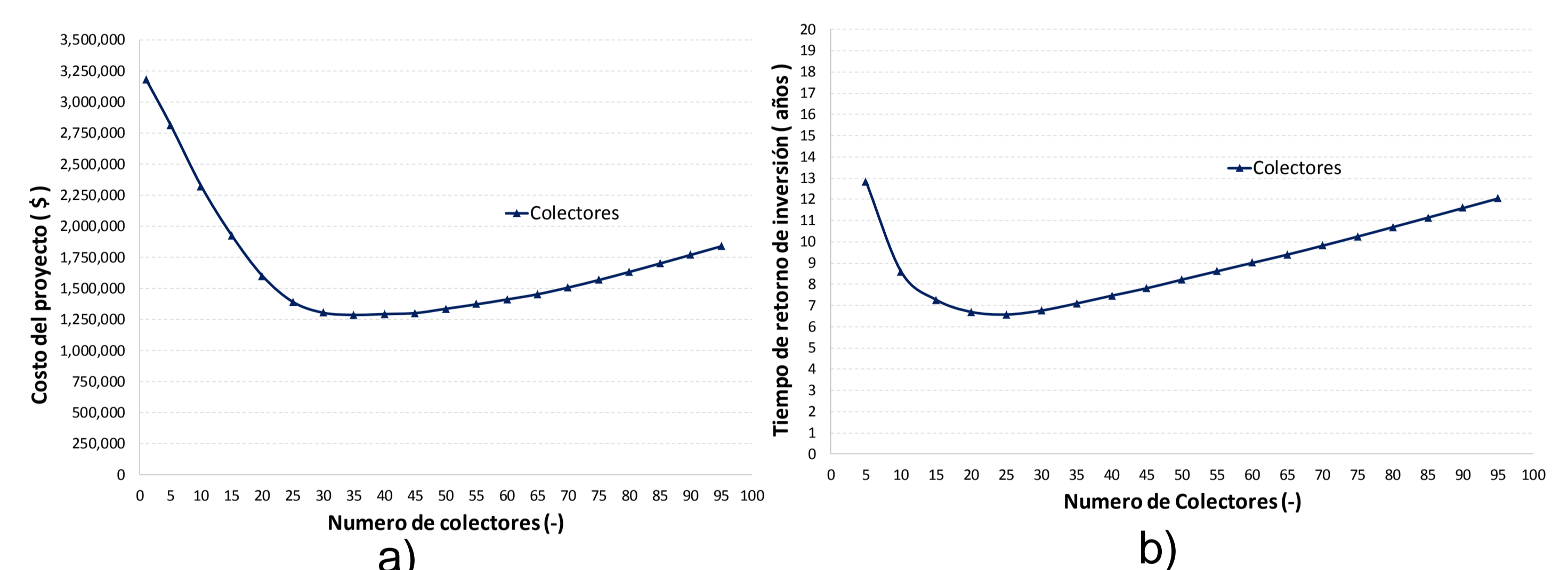


Figura 4. Análisis económico para un proyecto de sistema de deshidratado a 20 años

La figura 4 a), no muestra información suficiente para la decisión de la construcción del sistema de deshidratado. Sin embargo, la figura 4 b), mostrando el tiempo de retorno de la inversión, si lo muestra.

## Conclusiones.

Con la ayuda de un software especializado es posible determinar la configuración óptima de un sistema de deshidratación solar. La incertidumbre del funcionamiento del sistema simulado es relativamente baja al utilizar equipo cuyo funcionamiento es bien conocido.

## Literatura.

Giraldo Sepúlveda, E. J. (2014). Control de temperatura y humedad relativa para un deshidratador solar de frutas.  
Meneses González, I. (2012). Desarrollo e implantación de un sistema appcc en una industria de fabricación de mermelada de fresa  
Secretaría de economía. (2013). Alimentos procesados, unidad de inteligencia de negocios. ProMéxico, Inversión y Comercio.  
Chávez Torres, R. (2014). Mediante simulación dinámica, analizar la factibilidad técnica y económica de incluir energía solar térmica en el proceso de calentamiento de aire para un secador de cascara de naranja.

## Agradecimientos.

Se agradece el apoyo económico recibido por parte del: Centro Mexicano de Innovación en Energía Solar (CeMIE-Sol), a través del Proyecto: P13 "Laboratorios de pruebas para baja y media temperatura, laboratorio para el diseño e integración de sistemas termo solares asistido por computadora" Pertenciente a la Convocatoria 2013-02, del: FONDO SECTORIAL CONACYT - SENER - SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA. Para el desarrollo y presentación de éste trabajo.