



El Instituto de Energías Renovables de la
Universidad Nacional Autónoma de México

otorga el presente

RECONOCIMIENTO

a

Itzel Alejandra Palacios García.
María Teresa Alarcón Herrera.

por su participación en el

2º Simposio Internacional sobre Energía Renovables y Sustentabilidad

los días 21, 22 y 23 de marzo de 2013

con el trabajo

*Factibilidad del secado solar de la biomasa microalgal para la producción
de biodiésel.*

Temixco, Morelos a 23 de marzo de 2013

Dr. Alipio G. Calles Martínez
Coordinador General del Aiest

Dra. Julia Tagüeña Parga
Encargada del Despacho de Asuntos
Administrativos de la
Dirección del IER

Dr. Edgar R. Santoyo Gutiérrez
Comité Organizador

2012

AÑO INTERNACIONAL DE LA
ENERGÍA SOSTENIBLE
PARA TODOS

FACTIBILIDAD DEL SECADO SOLAR DE LA BIOMASA MICROALGAL PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL

Itzel Alejandra Palacios García, Ignacio R. Martín Domínguez, María Teresa Alarcón Herrera.
Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C., Chihuahua, México.
itzel.palacios@cimav.edu.mx

Resumen

Las energías renovables son una importante alternativa para disminuir el consumo de combustibles fósiles. El aprovechamiento de productos naturales o residuos vegetales para generar energía es cada vez más común para producir combustibles biodegradables renovables como el biodiésel. La producción de biodiésel de lípidos microalgales es una tecnología altamente prometedora, dadas las ventajas que ofrece en contraste con las plantas oleaginosas. Uno de los puntos críticos en la extracción de lípidos para la producción de biodiésel es el secado de la biomasa microalgal. El equipo de deshidratación mecánico en si mismo puede consumir una gran cantidad de energía. Una alternativa a este problema es el secado solar de la biomasa microalgal, ya que las zonas áridas y semiáridas del norte de México se presentan como un escenario potencial para el desarrollo de esta dada la alta incidencia solar que se tiene en el norte del país. El objetivo de este trabajo es analizar la factibilidad del uso del secado solar, mediante un análisis de ciclo de vida del proceso de secado convencional y el secado solar.

Introducción

El aprovechamiento de productos naturales o residuos vegetales para generar energía es cada vez más común para producir combustibles biodegradables renovables como el biodiésel. Sin embargo, su precio en promedio en el mercado es el doble del precio del diesel fósil (Balat y Balat, 2008; Canakci y Sanli, 2008).

Los biocombustibles como el biodiesel a partir de microalgas son una opción atractiva (Zhang *et al.*, 2010). Dentro del proceso productivo de microalgas, la etapa de cosecha resulta crítica para la viabilidad del sistema, debido al elevado consumo energético que requiere separar la biomasa del medio de cultivo (Sander and Murthy 2010; Campbell et al. 2009; Oilgae 2009; Li et al. 2008). Los métodos que han sido utilizados son el secado al sol, el secado por aspersión, tambor de secado, entre otros (Jaramillo, 2011). En la figura 1, se presenta una comparación de los requerimientos de energía de la producción de biodiesel en cada etapa de varios autores.

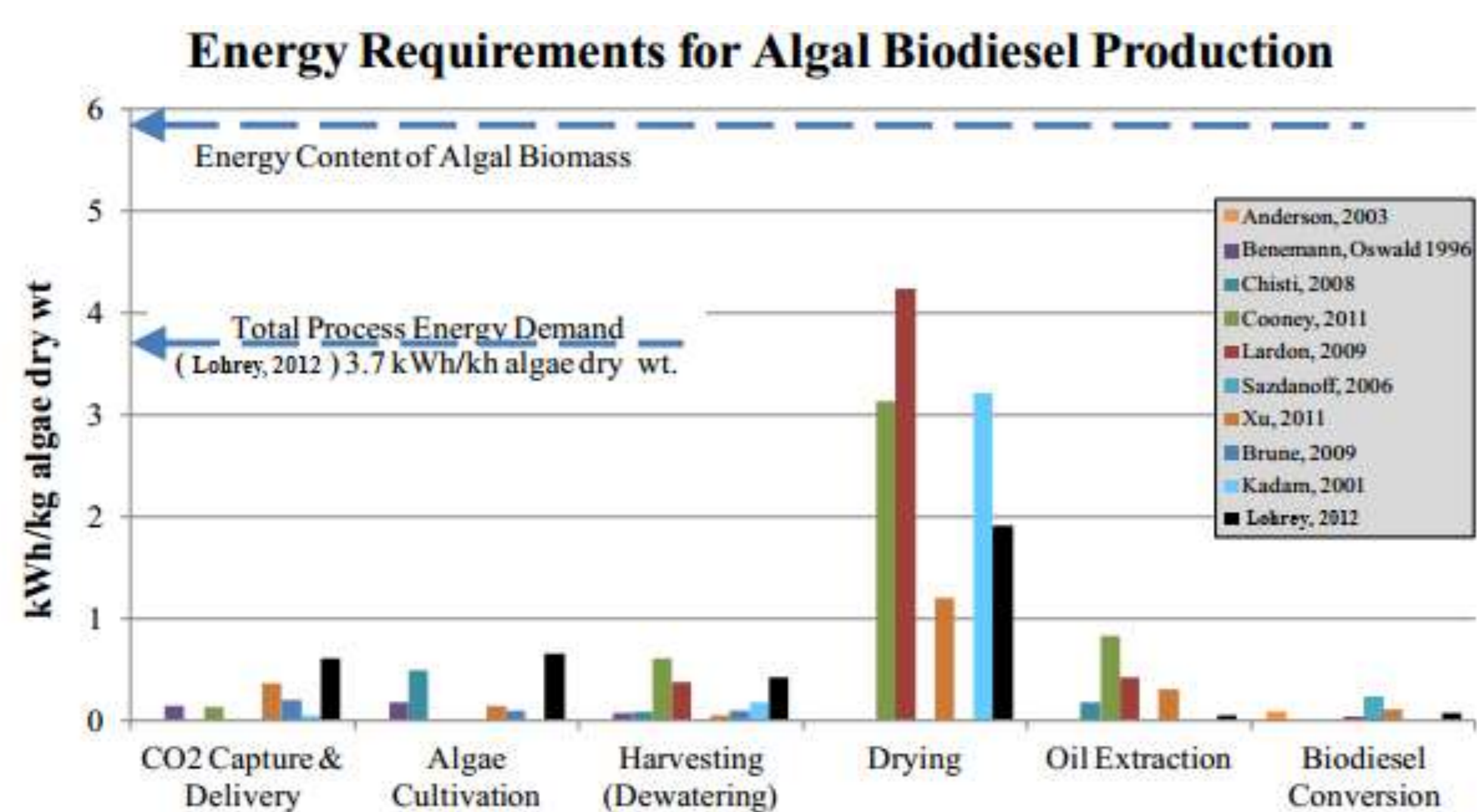


Figura 1. Comparación de estudios de requerimientos de energía de la producción de biodiesel a partir de microalgas.

El objetivo de este trabajo fue, analizar la factibilidad del uso del secado solar, mediante un análisis de ciclo de vida del proceso de secado convencional y el secado solar. Para en base a ello, proponer una alternativa viables y económicamente factible, para reducir el costo de producción y que pueda ser competitivo. El análisis proporcionará una guía alterna, para investigadores, gobiernos, agencias de protección ambiental y comerciantes en la industria de los biocombustibles de microalgas.

Metodología

Se analizó el ciclo de vida del secado convencional y secado solar de la biomasa microalgal de la especie *Chlorella vulgaris*, ya estudiada y comparada con algunas especies siendo ésta la que tiene el mayor potencial para la producción de lípidos para la producción de biodiésel a partir de microalgas (Chisti, 2007).

Para dicha especie, se analizó en detalle el proceso de obtención de lípidos, y se determinan los parámetros requeridos para el secado.

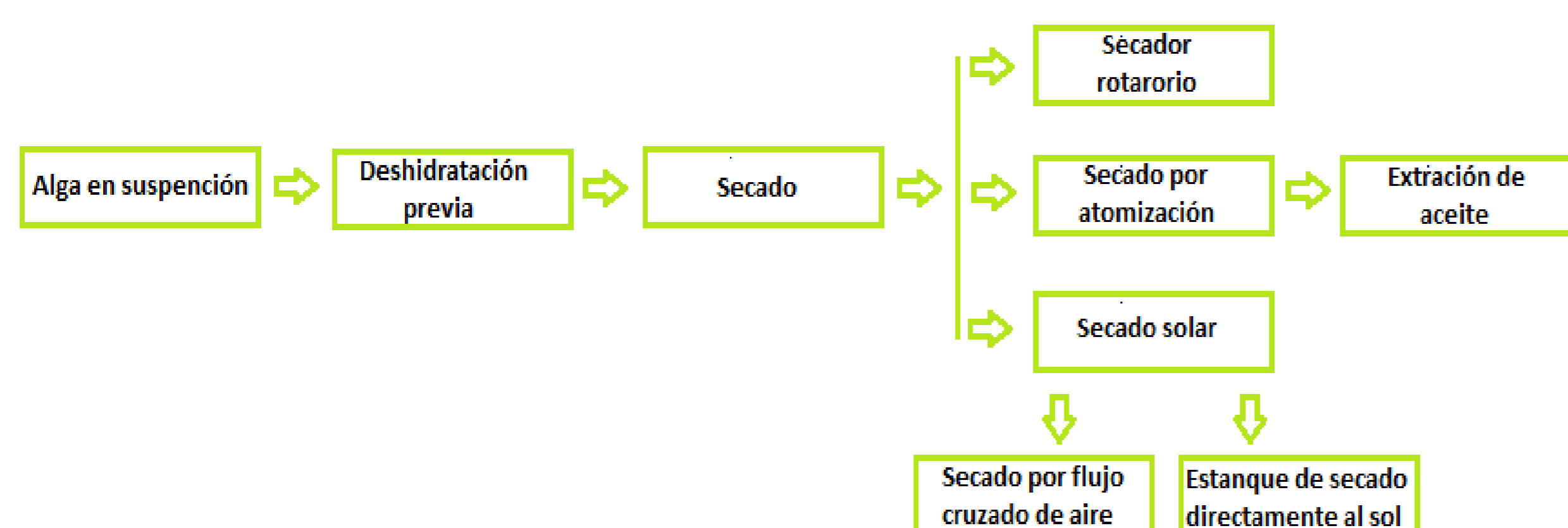


Figura 2. Diagrama de proceso y tipos de secado.

Parámetros que se pretende alcanzar:

1. La biomasa de microalgas tiene una concentración de 30% de sólidos en peso seco.
2. La temperatura de secado debe ser no mayor a los 60°C.
3. Eficiencia de secado >95%.
4. Una tasa de flujo de 5000 Kg/hr.

Análisis de ciclo de vida del secado de biomasa microalgal.

El secado de la biomasa de microalgas puede representar el 60% o más del proceso consumo de energía (Cooney *et al.*, 2011). Se señala que los secadores térmicos convencionales pueden requerir 160% el calor de vaporización (Xu *et al.*, 2011), pero los datos de rendimiento publicados específicamente para secadores de algas son escasos. En la figura 3 se pueden observar las principales entradas y salidas del proceso de secado.



Figura 3. Entradas y salidas del proceso de secado.

Este estudio se basa en el porcentaje de húmeda vaporizado y requerimiento de energía. En la tabla 1, se presenta una comparación de los diferentes métodos utilizados en el secado de la biomasa de microalgas.

Tipo de secado	Porcentaje de humedad vaporizada	Requerimiento energético	Costo Energético	Costo inversión	Ventajas	Desventajas	Fuente
Secado solar	90%	-	9.72\$/hr-1	Varia según el tipo desde \$200,000-\$600,000	Método más económicos	Altos costos de inversión inicial	Torres-Badillo <i>et al.</i> , 2011
Secado por atomización	95% ¹	80kWh	66.10\$/hr-1	\$728,550	El más utilizado	Muy costoso y deteriora los pigmentos de microalgas	Monthieu <i>et al.</i> , 2011
Secado por tambor rotatorio	70% ²	42kWh	40.82\$/hr-1	\$544,320	No importa el tamaño de las microalgas	Humedad difícil de controlar	Modificado de Torres-Badillo <i>et al.</i> , 2011

1. Características del equipo secador spray de la empresa GEA Process Engineering.
2. Características del equipo de tambor rotatorio de la empresa Co. Qingdao machines ORB.

Resultados

La comparación que se hace de los métodos convencionales de secado y el método de secado solar indica que, el secado por atomización tiene un alto porcentaje de evaporación, por ello es el más utilizado para el secado convencional, sin embargo tiene un alto costo energético con un valor de 9.72\$/hr-1. El secado por tambor rotatorio presenta un bajo porcentaje de evaporación, (70%) teniendo la ventaja de que es aplicable a cualquier tipo de microalga. Sin embargo su principal desventaja es el % de humedad es difícil de controlar. El secador solar indirecto proporciona un porcentaje de evaporación cercano al 90%. De acuerdo a la información analizada, la inversión inicial en el sistema se podría considerar como baja. La figura 4 muestra un secador solar indirecto por convección forzada que representa la alternativa factible para el secado de la biomasa microalgal.

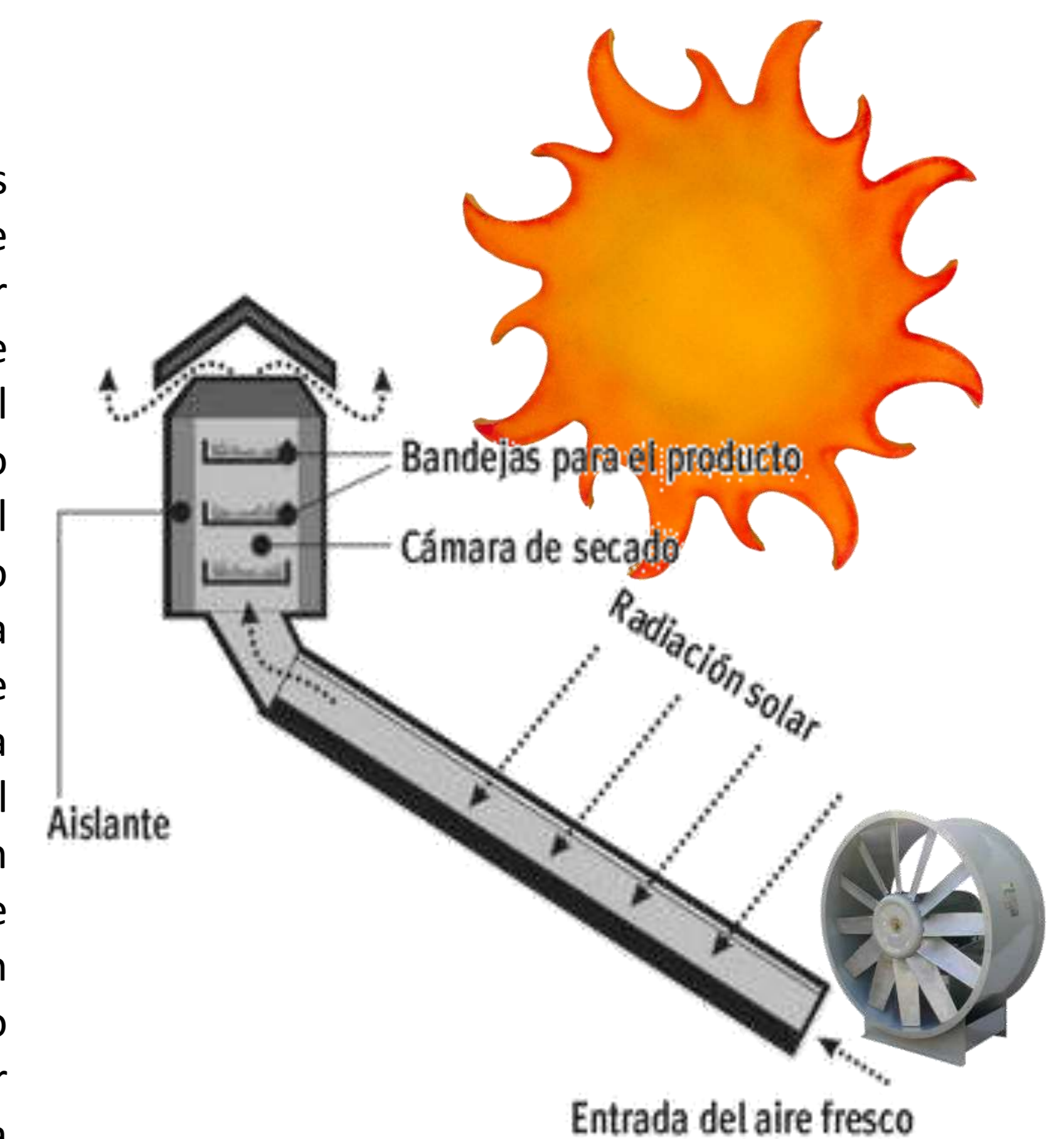


Figura 4. Secador solar indirecto por convección forzada.

Conclusiones

- El secado solar es una opción técnicamente viable y competitiva en costo, respecto a los procesos convencionales de secado.
- El secador solar no consume energía de tipo fósil, con las ventajas para el Ambiente. Ya que el sol es un recurso disponible, su utilización disminuiría considerablemente los costos de producción del biodiésel a partir de microalgas, permitiendo que su costo de producción sea competitivo en el mercado.

Referencias

- Castro P. (2007) Opciones para la producción y uso del biodiésel en el Perú. Crisis Energética. Lima Perú.
- Chen, C.; Yeh, K.; Aisyah, R.; Lee, D. & Chang, J. (2011). Cultivation, photobioreactor design and harvesting of microalgae for biodiesel production: A critical review. *Bioresource Technology*, Vol.102, No.1, (1), pp. 71-81, ISSN 0960-852
- Chisti, Y. (2007). Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*, Vol.25.
- Cooney, M.; Young, G. & Nagle, N. (2011). Extraction of bio-oils from microalgae. *Separation & Purification Reviews*, Vol.38, pp. 291-325
- Deás D., A., Leal G., A.; Ramírez M., A., (1992). Secado solar de microalgas, Informe final, CIES.
- Lohrey, C. Kochergin, V. (2012). Biodiesel production from microalgae: Co-location whit sugar mills. *Bioresource Technology*. Vol 108. Pag. 76-82.
- Monthieu, C. Montes-Ponce, J. Ortiz-Marco, S. (2011). Estudio técnico económico de la extracción de los lípidos de las microalgas para la producción de biodiésel. Madrid.
- Xu, L.; Weathers, P.J.; Xiong, X. & Liu, C. (2011). Microalgal bioreactors: Challenges and opportunities. *Engineering in Life Sciences*, Vol.9, No.3.