

# MIEL SOLAR

## DISEÑO DE UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE MIEL

John Martin Evans

Centro de Investigación Hábitat y Energía. SICYT - FADU - UBA  
Pabellón 3, Piso 4, Ciudad Universitaria (1428) Capital Federal  
CC 1765, Correo Central, (1000) Capital Federal  
Tel: (01) 781-5020 al 29 int 458. Fax: (01) 782-8871  
E-mail: evans@fadu.uba.ar

### RESUMEN

El procesamiento de miel presenta un caso interesante de aplicación de la energía solar debido a los requisitos de temperatura relativamente baja del proceso. Las localidades rurales marginales donde se encuentra este tipo de establecimiento están lejos de fuentes de energías convencionales. Se presenta el diseño para una planta de procesamiento de miel, indicando los condicionantes del diseño. También se analizan algunos problemas encontrados durante el proceso de diseño y el dimensionamiento de la planta.

### INTRODUCCION

Para comercializar la miel, se requiere realizar un proceso previo de calentamiento, mal llamado pasteurización. En este proceso, el producto no debe exceder los 70°C. Bajo esta condición, la aplicación de la energía solar resulta interesante por las siguientes razones:

1. La producción de miel puede ser una fuente adicional de ingresos en zonas rurales marginales, en campos con tierras improductivas en las márgenes de los ríos, en zonas de malezas o con pendientes fuertes. Además, la producción de miel ocupa poco espacio en establecimientos ubicados en zonas de alta productividad y favorece la fertilización de frutales, etc.
2. Los establecimientos de procesamiento y envase de miel en zonas rurales aisladas no tiene fácil acceso a fuentes de energía convencional de costo accesible. El valor total de combustibles convencionales, tales como gas envasado, incluye importantes costos indirectos de administración y transporte.
3. Esta aplicación a escala semi-industrial, que no requiere elevadas temperaturas, permite aprovechar la mayor eficiencia de colectores solares planos a bajas temperaturas.
4. Ciertas zonas del país cuentan con una estación seca en invierno, con intensidades de energía solar relativamente favorables, coincidente con la época de mayor demanda de miel y disponibilidad de mano de obra rural.
5. Las características "naturales" de la miel permite publicitar el uso de la energía solar como parte de la calidad ecológica del producto.
6. El proceso de tratamiento y envase puede ser discontinuo, permitiendo su funcionamiento durante días soleados, mientras el tanque de agua caliente recupera temperatura en días nublados sin producción.
7. Con los excedentes de agua caliente se realizan tareas de limpieza de envases, calentamiento de miel cristalizada y se alimenta la zona de sanitarios del personal.

## CARACTERISTICAS DE LA PLANTA

Este tipo de planta solar de procesamiento debe contemplar un funcionamiento sencillo, con un mínimo de componentes de control, sin necesidad de energía auxiliar. Se presenta el diseño de una planta semi-industrial de procesamiento encargado por un productor de miel de las Sierras de Córdoba, cercana a Embalse Río Tercero. La denominación 'semi-industrial' está referida a la capacidad y continuidad del proceso que excede la escala de producción doméstica, sin alcanzar el volumen agro-industrial con procesos continuos en gran escala. La producción máxima prevista es de 750 kg de miel por día, durante días con heliofanía favorable en invierno. La planta fue proyectada para un galpón existente con dimensiones y orientación adecuada.

Los principales objetivos del proyecto fueron lograr una circulación natural con termo-sifón, sin bombas, mecanismos de control o energía auxiliar y limitar la altura máxima del equipamiento para simplificar la manipulación de la miel y aprovechar el espacio disponible en el galpón existente.

La planta consta de los siguientes componentes:

1. **Una batería de 8 colectores solares planos.** Cada uno tiene una superficie de 2,6 m<sup>2</sup> con una superficie total de 21 m<sup>2</sup>. Los colectores, de vidrio simple y acero inoxidable resistente a las heladas del lugar, están apoyados a nivel del suelo para favorecer la circulación por termo-sifón. Para emplazar los colectores se usó un instrumento que evalúa el asoleamiento potencial, optimizando su exposición y evitando la tala de árboles existentes.
2. **Dos tanques de almacenamiento de 1m<sup>3</sup>.** La forma horizontal de los tanques y la relación vertical entre ellos favorece la estratificación dentro de una altura reducida. Su posición horizontal permite incorporar los tubos de procesamiento en el tanque superior (como tubos de intercambio de calor), reduciendo las pérdidas y simplificando las conexiones de cañerías, que se realizan en las superficies planas.
3. **Cañería de 1" con aislación térmica para agua.** La circulación entre los colectores y el tanque se produce por termo-sifón.
4. **Dos tanques, llaves e intercambiador de calor para procesamiento de miel.** La circulación de la miel se realiza por gravedad desde el tanque de entrada, a través de los caños de intercambio de calor del tanque superior de agua caliente al tanque de miel procesada.
5. **Dos termostatos.** Estos controlan la temperatura del agua en el tanque superior y la salida de miel.

## OPERACION DE LA PLANTA

La sencillez de la planta permite minimizar la mano de obra de operación y evitar sistemas complejos de control sin poner en riesgo la calidad del producto que nunca debe ser expuesto a temperaturas superiores a 70°C.

La capacidad de la planta prevé el procesamiento de 750kg diarios durante días soleados de invierno, época de mayor demanda de miel. En este contexto, la zona sur de las Sierras de Córdoba presenta una heliofanía invernal favorable. La programación de tareas de procesamiento, envasado y etiquetado permite adoptar un programa de trabajo intermitente, sin producción en días de escasa radiación solar. El excedente de agua caliente producido se utiliza para limpiar envases y derretir la miel sólida.

El funcionamiento de la planta responde al siguiente esquema:

1. El operario abre la válvula del tanque superior de miel que empieza a pasar por gravedad a los caños de intercambiadores de calor en el tanque de agua caliente (solar).
2. El operario controla el flujo de miel en la válvula de salida para mantener la temperatura de la miel entre 47°C y 65°C con un flujo máximo de 100 kg / hora.
3. Con un aumento de la temperatura se aumenta el flujo de miel, ya que a temperaturas mayores, el tiempo de procesamiento y la viscosidad disminuyen.
4. En el caso de obtener una temperatura de 70°C en el tanque de agua, se retira agua caliente para uso en la sección de lavado de envases, reemplazándolo con agua fría para controlar la temperatura y evitar sobrecalentamiento.
5. En caso de tener una temperatura de miel menor a 45°C, se suspende el proceso hasta lograr una temperatura de 55°C. Alternativamente, se puede utilizar un calefón a leña existente como sistema auxiliar con combustible obtenido del mismo predio. El propietario ha plantado un centenar de árboles aptos para la producción de miel.

## ESTIMACION DEL COMPORTAMIENTO

El método de "f-Chart" para calcular el rendimiento de los sistemas solares supone procesos continuos. La eficiencia potencial es mayor en procesos discontinuos, como en este caso donde la planta será utilizada solamente 3 o 4 días por semana con heliofanía favorable. Con el uso selectivo, se puede evitar o reducir el consumo de agua caliente en días de menor heliofanía y aprovechar el almacenamiento de agua caliente producido durante días sin actividad para obtener una fracción solar mayor. Los resultados de la evaluación económica también dependen del costo asignado al suministro de gas envasado al que se debe agregar el costo de mantenimiento del vehículo, tiempo del conductor, gastos administrativos y gastos directos de un viaje de 90 km por caminos de tierra. Todos estos adicionales superan el costo inicial de venta de tubos de gas.

Un cálculo conservador indica que el tiempo de recuperación de la inversión es de 3,5 años con una producción anual de 30,000 kg, sin contar el valor promocional que tiene la "miel solar". El propietario tiene interés en invertir en una planta con bajo costo de mantenimiento, administración y gastos corrientes, ya que el proceso de producción de miel también representa una importante inversión inicial y bajos gastos de mantenimiento.

Otro requisito para calcular el comportamiento del sistema fue establecer el flujo de miel en la cañería de intercambio de calor. Este flujo varía con la temperatura, consistencia (variable) y viscosidad de la miel. Se optó por sobre-dimensionar el número de tubos de intercambio de calor, permitiendo mayor flexibilidad en el control del sistema y una capacidad adicional para aprovechar los días muy favorables de invierno.

El sistema no sufre cristalización de la miel a las temperaturas de operación. El proceso de 'pastuerización' disminuye la cristalización de la miel y favorece el envasado en estado líquido. La miel en tambores puede cristalizarse si permanece almacenado durante varios meses. Se puede utilizar los excedentes de agua caliente solar para derretir la miel y facilitar el envase o bombeo.

Durante la limpieza periódica de los caños de intercambio, cuyo volumen es de 10 litros cada uno, se estima una pérdida máxima de 1 kg de miel. La cañería de los intercambiadores de acero inoxidable es lineal y recta para facilitar esta tarea.

## ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

La implementación del proyecto se encuentra demorada debido a una reducida cosecha de miel en la temporada 1994. Esto se debe probablemente a las condiciones muy secas durante el período de floración. Se espera perfeccionar los detalles y construir la planta en 1995.

## CONCLUSIONES

Aplicaciones de la energía solar como en este caso pueden competir económicamente en zonas rurales, especialmente cuando se identifican procesos que utilizan funcionamientos discontinuos con bajas temperaturas y facilitan el desarrollo de actividades productivas. El procesamiento de la miel con energía solar cumple con todas estas condiciones y favorece la actividad económica en zonas rurales marginales.

El proyecto incorpora el concepto del doble tanque horizontal para lograr una estratificación controlada dentro una altura reducida. Este concepto puede tener aplicaciones en otros sistemas solares. El doble tanque permite acortar la extensión de la cañería de conexión y concentrar las conexiones al tanque en las dos superficies planas del mismo.

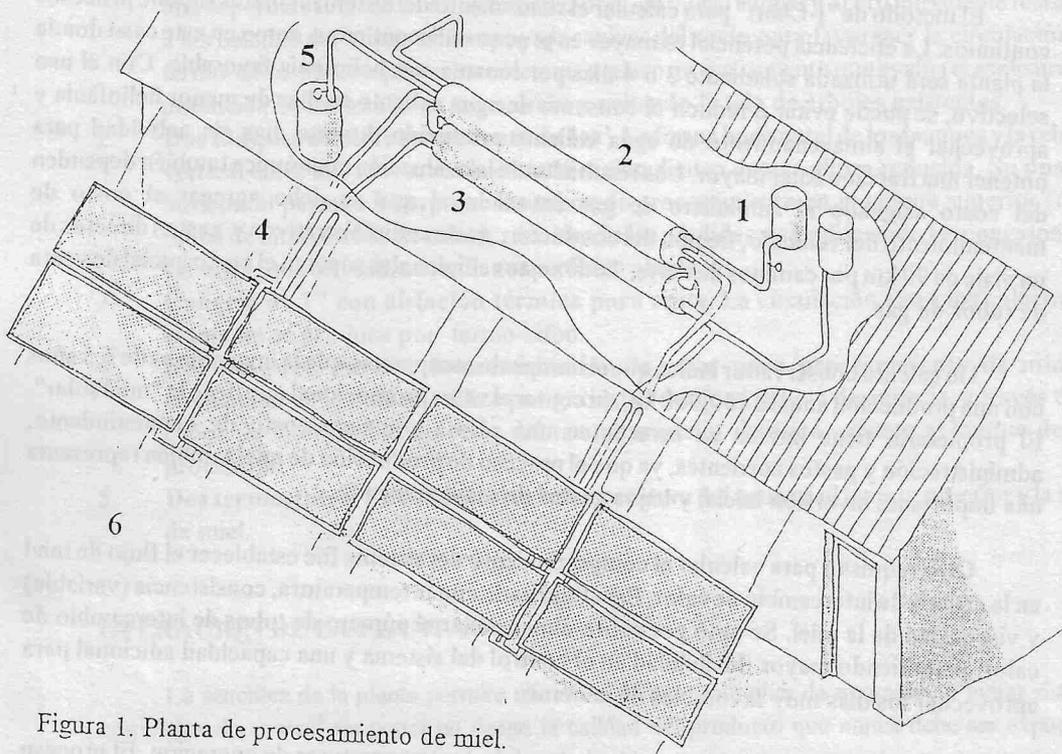


Figura 1. Planta de procesamiento de miel.

1. Circulación de la miel por gravedad desde el tanque de entrada.
2. Cañería de intercambio de calor en el tanque superior.
3. Dos tanques de almacenamiento de 1m<sup>3</sup>.
4. Cañería aislada de 1" entre colectores y tanques por termo-sifón.
5. Tanque de recepción de miel procesada.
6. 8 colectores solares planos, de 2,6 m<sup>2</sup> cada uno.