

SECADERO SOLAR INDIRECTO DE CIRCULACIÓN NATURAL, PARA HIERBAS AROMÁTICAS, FRUTAS, Y VERDURAS EN LA CIUDAD DE PICO TRUNCADO

C. Gutiérrez¹, M. Herrera², F. Mansilla², N. Sisca³

Instituto Provincial en Educación Superior (IPES) de la Provincia de Santa Cruz
Carrera: Tecnicatura Superior en Energías Renovables.
Mariano Moreno y Tucumán - (0297) 4992206 - e-mail: nancy_sisca@hotmail.com

RESUMEN: En el presente trabajo se intenta demostrar que en Pico Truncado, ciudad ubicada a 46,8° de latitud sur, también se puede aprovechar la energía solar. Entre las distintas aplicaciones de la energía solar térmica se selecciona la de secado tan desarrollado en el NOA Y NEA de Argentina, y cuyos resultados se muestran en detalle en las diferentes bibliografías del área. Se selecciona entre ellos un secadero solar indirecto de circulación natural. El trabajo consta de la construcción del secadero, su adaptación a las características climáticas de Pico Truncado y el análisis de algunas de las especies puestas a secar, en este caso perejil y lavanda.

Palabras Clave: secadero solar, energía solar, energía solar térmica.

INTRODUCCIÓN

El secado solar es una práctica habitual para la preservación de los alimentos y cultivos. Principalmente se lleva a cabo poniendo los productos al aire libre para que reciban directamente la radiación solar y se sequen naturalmente (**secado natural**). Este proceso, consiste esencialmente en evaporar la mayor parte del contenido acuoso almacenado de manera natural en el producto, que en el caso de las frutas y verduras pasan en general, de un contenido próximo al 80% de agua a algo menos del 25%, es decir se reduce el contenido de agua en el producto, produciéndose la deshidratación. Para que esta **deshidratación** se lleve a cabo se necesita suministrar calor de evaporación y remover el aire húmedo del ambiente.

Este proceso tiene grandes desventajas, como lo es el desperdicio de grandes cantidades de alimento debido a las condiciones climáticas, lluvia, viento, humedad y polvo como así también la pérdida que se produce por el accionar de pájaros y otros animales que suelen tomar algunos de los alimentos en proceso de secado.

El **secado artificial** es la disminución controlada de humedad de los productos o materiales mediante el uso de equipos o dispositivos especiales, los cuales usan generalmente fuentes convencionales de energía. Gracias al desarrollo industrial, se ha logrado diseñar secaderos artificiales que permite reducir los problemas ocasionados al secar los productos al aire libre, brindando mejor calidad al producto.

El **secadero solar** es un equipo o instalación que utiliza la radiación solar como fuente de energía para disminuir la humedad del producto o material a secar. Los secadores, al igual que los calentadores solares, utilizan el efecto invernadero como fundamento para su funcionamiento. Los secadores solares pueden ser clasificados en dos tipos, según cómo ellos transfieren la energía solar incidente al producto a secar, esto es, secado **directo** o **indirecto**, pudiéndose combinar ambos procedimientos (mixtos).

Los secadores indirectos se construyen de modo que la radiación solar es recogida por un dispositivo, en el cual el material a secar se coloca en bandejas dentro de una cámara opaca que se une a un colector solar. Son más voluminosos. Los hay móviles pero poco portátiles y fijos, Secan por aire caliente y preservan los nutrientes de los alimentos. Permiten producción de mayor escala pero son más caros. Pueden ser con convección natural o forzada. En el primer caso, el aire es movido por las diferencias de temperatura entre las distintas partes del equipo. Para equipos pequeños o medianos se pueden lograr velocidades de aire de 0.4 m/s a 1 m/s al interior de la cámara.

En diversos trabajos consultados de ASADES (Saravia y otros, 1995,1996; Iriarte y otros, 1994,1996; Pasamai y otros, 2005,2006) se han realizado experiencias con estos tipos de secaderos; sin embargo, no son muchos los estudios que se han realizado en la zona sur del país. Dado que nuestra actividad académica se desarrolla en esta región, y por las características ambientales de la misma, el prototipo elegido para la experiencia es el denominado "Secadero solar indirecto de circulación natural".

El presente trabajo tiene como objetivos:

- Construir y hacer funcionar un prototipo de "Secadero Solar indirecto", de bajo costo y ventilación natural.

¹ Alumna IPES-TSER

² Docente e Investigador IPES-TSER

³ Coordinadora de Carrera IPES-TSER

- Determinar la calidad del producto deshidratado constatando sus propiedades organolépticas.
- Registrar las diferentes temperaturas interior y/o exterior que se miden durante el proceso de secado.

DESARROLLO

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO CONSTRUIDO

Los secadores indirectos se construyen de modo que la radiación solar es recogida por un dispositivo, no incidiendo directamente sobre el producto a secar. Tal como se puede apreciar en la Figura 1, el colector solar consiste en una caja poco profunda con interiores pintados de negro mate y un panel de vidrio en la parte superior (de 4mm de espesor). El secadero se sitúa en el exterior con su parte acristalada orientada hacia el Norte, con un ángulo fijo de inclinación de 26° (para aprovechar al máximo las horas del sol). Los rayos solares atraviesan el vidrio y son absorbidos por la chapa pintada de negro mate que hay tras él, calentándose. Esta chapa calienta el aire que la rodea y lo hace más ligero, manteniendo abierta la puerta del colector (1), se renueva el aire que se calienta en el cajón (2) y asciende hacia la caja de secado (3). En esta caja de secado hay ladrillos refractarios, que absorben el calor generado en la placa solar, acumulándolo. Más arriba están las frutas, hortalizas y hierbas aromáticas a secar, separadas entre sí por bandejas con rejillas, que facilitan el paso del aire caliente. En la parte posterior de la caja de secado existe una segunda puerta con el fin de permitir que el aire se renueve. (4). De este modo, se forma una convección natural de aire cálido, que resta humedad a los productos a secar y calienta los ladrillos. La abertura (1) está cubierta por una malla mosquitera que deja pasar el aire pero no a los insectos y pájaros.

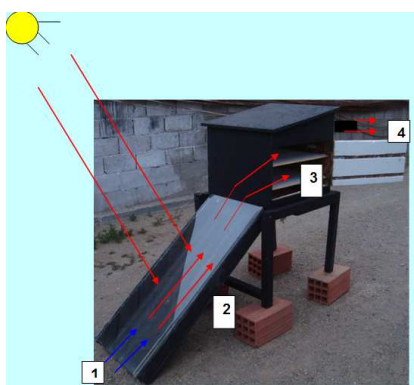


Fig. 1: Funcionamiento del secadero durante el día.

En la Figura 2 se muestra como es el funcionamiento del secadero por la noche, cuando se cierran las puertas 1 y 4, para conservar el calor del cajón. Los ladrillos irán cediendo el calor acumulado durante el día, manteniendo estables la temperatura y el bajo grado de humedad.



Fig. 2: Funcionamiento del secadero durante la noche.

CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

El secador consta de 4 elementos, proyectados según se muestra en las Figura 3, 4 y 5.

1. Caja del secadero

La altura total del secadero es de 120cm (hasta la parte más alta del panel trasero). En su interior para sostener las bandejas, se utilizaron perfiles de aluminio y telgopor.

La tapa del secadero posee una leve inclinación que permite escurrir el agua sin acumularse en la parte superior del mismo. En una de las placas laterales se encuentra ubicada la puerta de carga. En esta placa se colocaron 8 perfiles de aluminio que cumplirán la función de sostener las bandejas contenedoras del material a ser deshidratado.

En la placa trasera, específicamente en la parte superior, se realizó un corte de 30x7cm, que cumple la función de puerta de aireación, que permitirá eliminar el aire y humedad sobrantes.

Las uniones de las placas fenólicas se realizaron encolando y atornillando las mismas, lo cual le da mayor rigidez y hermeticidad.

Como aislación se utilizó telgopor de 2cm de espesor en las placas laterales, placa delantera, puerta de aireación trasera y techo, adhiriéndola con cola vinílica.

2. Base

A la base de apoyo se adicionaron 2 listones de madera de 66 cm en la parte lateral de la misma, y un listón de madera de 54 cm para la parte posterior, sujetándolos mediante cola vinílica y tornillos autoperforantes, dejando entre ambas uniones un ángulo de 90° para incorporar los listones que van a formar parte del sostén del mismo (patas). Por separado, se armó el sostén, utilizando 4 listones de madera de 60 cm (patas) y 1 listón de 54cm (trasero), dejando en la parte delantera, el lugar donde irá conectado el colector. Se unieron los primeros 3 listones que sostendrán la parte delantera, es decir al listón de 54cm se le unieron 2 listones de 60cm, mediante cola vinílica y tornillos autoperforantes, tomando la forma de una C invertida. Luego se realizó la misma unión, pero a la parte trasera, con el mismo método.

Una vez finalizado, se procedió a la unión de los sostenes (patas) a la estructura que se formó con la base antes mencionada (específicamente en el ángulo de 90°), mediante cola vinílica y tornillos de 5x100mm.

3. Colector

Para su armado, se unió a la placa base de 115x46cm, las 2 placas laterales de 115x10cm, mediante cola vinílica, y para darle mayor rigidez se le adicionaron tornillos autoperforantes. Finalmente se pintó con esmalte sintético negro mate. Luego, se colocó la chapa ondulada, que quedo apoyada sobre la madera, previamente pintada (negro mate). Una vez, terminada la estructura mencionada, se le colocó el recorte de vidrio de 4mm de espesor, mediante sellador siliconado para vidrios, para evitar cualquier tipo de fuga de aire. El colector no tiene aislamiento adicional, el aire circula por convección, en el interior del colector, entre la placa de chapa y el vidrio.

4. Bandejas para el secado

Las tiras de madera se cortaron con sierra en dos medidas: 59 y 47cm. Luego, se unieron, formando un rectángulo, con cola vinílica, y para darle más rigidez a la estructura, se utilizaron ganchos, mediante engrampadora. Luego, se cortaron 4 retazos de tela mosquitera de 62x50cm, la cual, también, fue unida con la engrampadora.

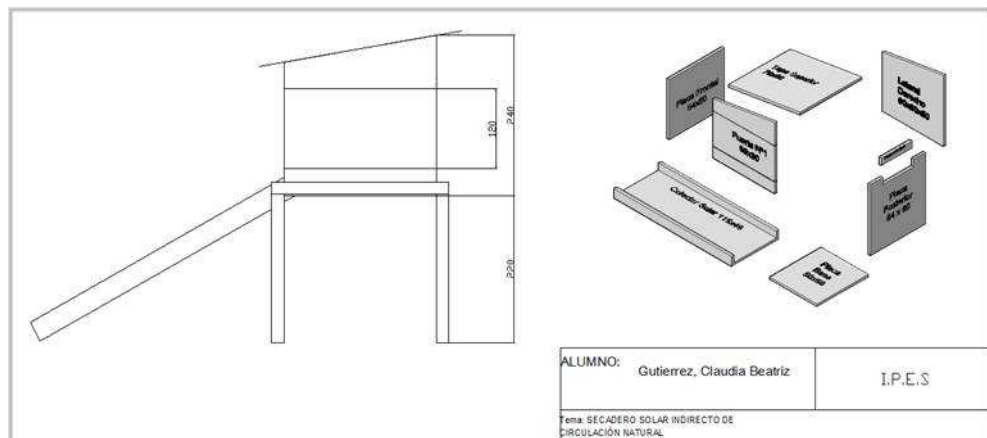


Fig. 3: Plano del prototipo en AutoCad.

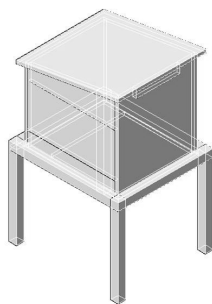


Fig. 4: Vistas.

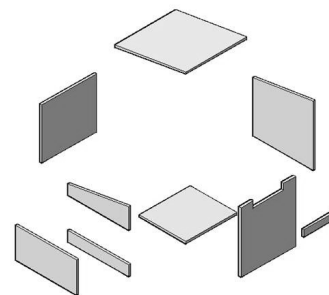


Fig. 5: Despiece.

PROCESO DE SECADO DE LAS HIERBAS AROMÁTICAS SELECCIONADAS.

Previo al secado, se acondicionaron las hierbas, es decir se retiraron palitos, polvo, hojas en mal estado, etc. Luego se tomó la masa inicial, mediante una balanza digital. Se las colocó en la bandeja de secado y se inició el proceso.

Las mediciones fueron realizadas 3 veces al día, cada 4 horas partiendo desde las 9 hs. Para este trabajo sólo se presentan las mediciones y resultados para Lavanda y Perejil.

a) *Lavanda (Lavandula angustifolia)*



Fig. 6: Producto en bandeja



Fig. 8: Envasado Individual



Fig. 7: Producto deshidratado



Fig. 9: Envasado para su conversión y etiquetado

b) *Perejil (Petroselinum sativun)*



Fig. 10: Producto deshidratado



Fig. 11: Envasado para su conservación y etiquetado

MEDICIONES Y TRATAMIENTO DE DATOS

Se muestran a continuación las tablas resumen de las mediciones realizadas hasta obtener el producto deshidratado. Para cada día de medición se muestran en las Tablas 1 y 3 valores característicos de las variables meteorológicas en cuanto a temperatura ambiente, presión, vientos, radiación y humedad relativa. Estos datos se tomaron de sistemas de información en Internet (Infoclima, entre otros). En cuanto a los datos de las Tablas 2 y 4 que registran las condiciones de temperatura del secador, se realizaron mediciones cada cuatro horas tanto de la temperatura del aire en la caja como en el colector. En los productos se midieron masa inicial y final en cada uno de ellos.

El criterio para determinar la deshidratación requerida para ser considerado listo para su envasado fue llegar al 15% de su peso inicial, según el valor considerado en varios de los trabajos de referencia en el tema.

Con los datos obtenidos en las mediciones se realizaron gráficos para las diferentes temperaturas (Gráficos 1 y 3) y para el peso final e inicial (Gráficos 2 y 4).

“Lavanda”

Mes	Noviembre		
Día	Miércoles 9	Jueves 10	Viernes 11
Condición climática	Nublado-llovizna	Nublado parcial-llovizna	Nublado parcial
Presión	965.0 hPa	971.0 hPa	968.7 hPa
Vientos	Sur 16 Km/h	Oeste 25 Km/h	Oeste 16 Km/h
Radiación UV	8.3	8.1	8.4
Humedad	54 %	46 %	44 %

Tabla 1: Variables meteorológicas (Lavanda)

Parámetros	Día 1			Día 2			Día 3		
	Med. 1	Med. 2	Med. 3	Med. 1	Med. 2	Med. 3	Med. 1	Med. 2	Med. 3
Temp. Ambiente (°C)	16.5	16.4	15.2	11.5	19.3	18.2	14.9	20.1	19.8
Temp. De Salida del Colector (°C)	34.7	40.2	24.9	26.7	32.9	22.7	32.1	36.9	34.3
Temp. Caja Secado (°C)	23.7	29.9	22.7	20.8	26.9	19	22.7	25.2	24.7
Peso Inicial (gr.)	81			41			23		
Peso Final (gr.)		58	41		26	23		20	13

Tabla 2: Mediciones (Lavanda)

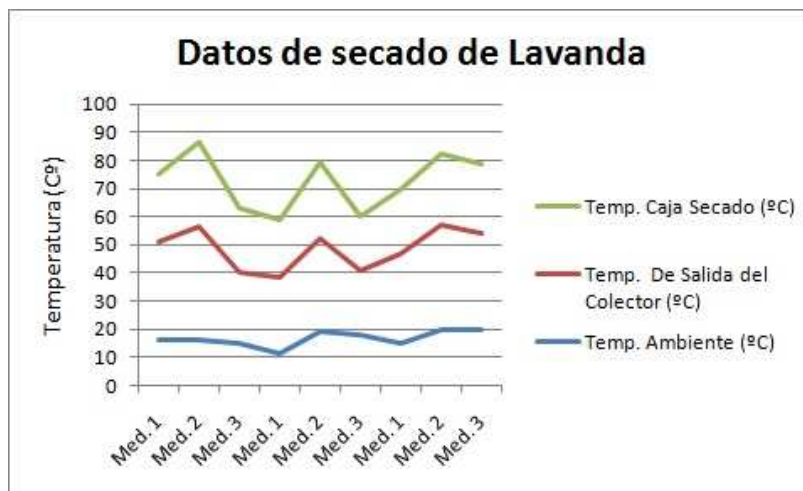


Gráfico 1. Temperaturas en las mediciones



Gráfico 2. Peso de lavanda en las mediciones

Observación: Al tercer día la lavanda alcanzó la humedad requerida para su conservación, fue retirada en la tercer medición, es decir a las 17hs, cuando se constató su color, aroma y aspecto quebradizo. El peso final fue de 13g, y cumple con el valor menor o igual a 15% de humedad, valor que debe contener el producto, del total que es de 85%

81g (masa inicial) _____ 85% (contenido humedad total del producto)
 14.3g =X _____ 15% (contenido de humedad que debe poseer)

“Perejil”

Mes	Noviembre		
Día	Jueves 17	Viernes 18	Sábado 19
Presión	961.2 hPa	966.1 hPa	967.7 hPa
Vientos	Oeste 40 Km/h	15 Km/h	Oeste 46 Km/h
Radiación UV	9.5	10.3	8.5
Humedad	51 %	52 %	42%

Tabla 3: Variables meteorológicas (Perejil)

Parámetros	Día 1 (17/11)			Día 2 (18/11)			Día 3 (19/11)	
	Med.1	Med. 2	Med. 3	Med. 1	Med. 2	Med. 3	Med. 1	Med. 2
Temp. Ambiente (°C)	24.5	28.2	23.1	17.1	21.9	16.4	22.4	19.9
Temp. Colector (°C)	29.5	58.1	28.4	22.7	40.6	18.7	49.1	19.9
Temp. Caja Secado (°C)	25	41.1	28	19.6	25.3	20.1	29.3	20.1
Peso Inicial (gr)	20			11				
Peso Final (gr)		18	11		10	9	7	3

Tabla 4: Mediciones (Perejil)

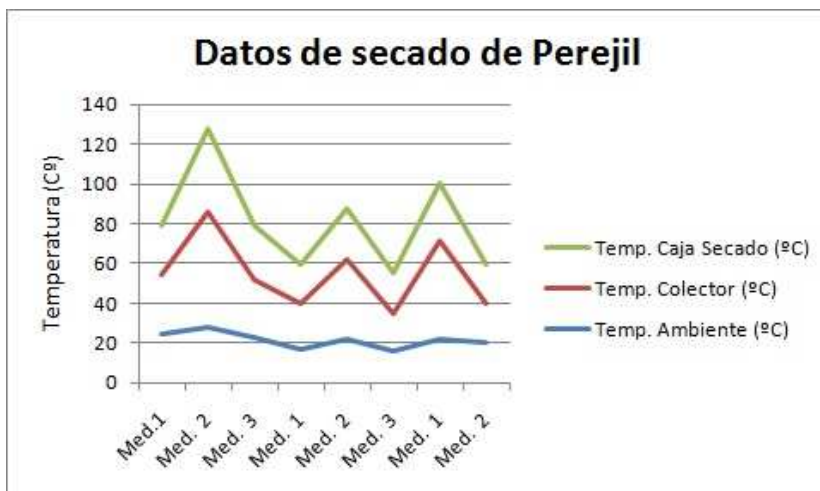


Gráfico 3. Temperaturas en las mediciones

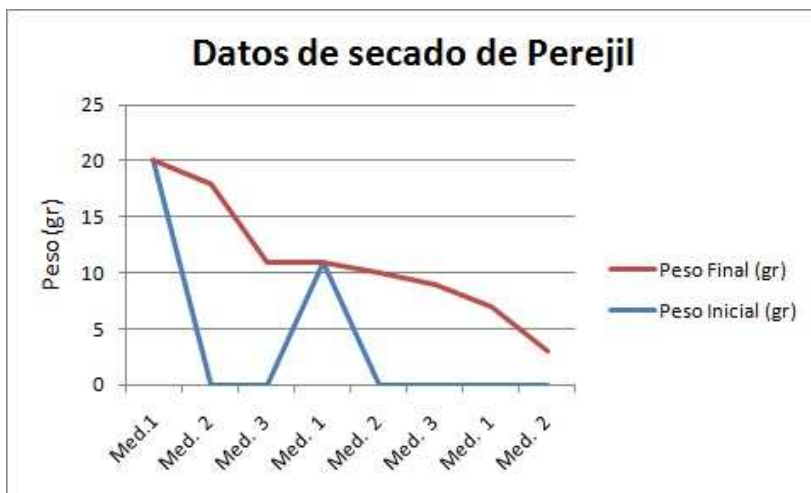


Gráfico 4. Peso de perejil en las mediciones

Observación: El secado del “Perejil”, se produjo en el día 3, fue retirado en la tercera medición, es decir a las 17hs, donde se constató su color, aroma y su aspecto quebradizo. El peso final fue de 3g, y cumple con el valor menor o igual a 15% de humedad.

18g (peso inicial) _____ 85% (contenido humedad total del producto)
3.1g=X _____ 15% (contenido de humedad que debe poseer)

PROCESO DE CONSERVACION DE LAS HIERBAS AROMÁTICAS SELECCIONADAS

Una vez realizado el proceso de secado del perejil y la lavanda, se procedió a empaquetar el producto para su conservación. Se utilizó papel celofán transparente, realizando el envase correspondiente, y se etiquetó con el nombre del producto, fecha de elaboración y vencimiento. Por último las bolsitas ya envasadas se guardaron en una caja, en un ambiente fresco, y seco, sin iluminación.

CONCLUSIONES

En función de estos objetivos planteados al inicio del presente trabajo se puede aseverar que se han cumplido en su totalidad. La posibilidad de funcionamiento de un secadero solar, la obtención de productos deshidratados con características de calidad y el registro de los valores de temperatura se llevaron a cabo, con un trabajo intenso pero no imposible a pesar de la ubicación geográfica.

Podemos concluir que un secadero solar indirecto en la región funciona aceptablemente en relación a los del mismo tipo que se presentan en otras regiones de nuestro país para la misma época del año. El proceso se ve beneficiado en nuestras latitudes por la calidad del viento del tipo seco que predomina. La mayoría de las especies logró la deshidratación que responde a los criterios teóricos del 15% de humedad en el tercer día, mientras que la menta lo logró en un día.

Estos resultados nos permiten pensar en aplicaciones productivas para la ciudad y región, en la cual prácticas de este estilo no son desarrolladas, quizá por falta de conocimiento. La posibilidad de realizar secado de productos de huerta o aromáticas, acompañada de la construcción de los secaderos a utilizar, puede representar una interesante salida laboral u ocupacional para un sector de la población con dificultades de inserción en el circuito productivo de la ciudad. Al mismo tiempo genera un desafío a la Tecnicatura Superior en Energías Renovables (en cuyo ámbito se realizó el presente trabajo) para comparar resultados introduciendo modificaciones en el prototipo y variando las condiciones climáticas, realizando las mediciones en otros meses del año.

El costo invertido en el prototipo elegido fue de \$ 815, teniendo en cuenta que el recorte de chapa, vidrio y las planchas de telgopor, fueron reciclados.

Para tener en cuenta: a toda persona que quiera llevar a cabo, este diseño, si tuvieran que realizar la compra del vidrio + las planchas de telgopor + el recorte del vidrio, el total ascendería a \$1018 en la localidad de Pico Truncado.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Yaciuk, G. (1982). Food Drying. Proceedings of a Workshop held at Edmonton,
Labriola, C. (2004). Asignatura “Energía Renovable y Medio Ambiente”, FIUNCo.
Morillo de Escobar, E. (1998). “Energía Solar Aplicada”.
Meinel, A. y M. (1982). “Aplicaciones de la Energía Solar”
Pontin M., Lema A., Ritta R., Sanmartino A., Ghirardotto M. (2005). Secadero Solar para frutas: estudio de caso. Avances en energías renovables y medio ambiente, Vol.9 Año 2005.
Passamai V., Valdez S., Passamai T. y Pareja S. (2005). Experiencias comparativas de secado de tomates bajo distintas condiciones. Avances en energías renovables y medio ambiente, vol.9 año 2005.
Iriarte A., Bistoni S., Luque V., Lara M. y Brizuela L. (2010). Secadero tendalero con chimenea solar. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 14, 2010.
Moreno R.C., Lara M.A., Mariconda L.E., Curzel N. H., Biec M. (2010). Transferencia tecnológica de secado de orégano en zonas frías: experiencia en cipolletti, alto valle del río negro. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 14, 2010

Abstract

The present paper attempts to demonstrate that in Pico Truncado, city located at 46,8 degrees south latitude, we can also take advantage of solar energy. Among the different applications of solar thermal energy we selected solar drying, highly developed in the NEA and NOA of Argentina, and whose results are shown in detail in the different bibliographies of the area. We select an indirect solar natural circulation dryer. The work shows the construction of the dryer, its adaptation to the climatic characteristics of Pico Truncado and the analysis of some of the species set to dry, in this case parsley and lavender.