

SECADERO SOLAR PARA FRUTAS Y HORTALIZAS

Ing. Tomás A. Montes
Ing. Sebastián Genovart
Ing. Alfredo Pizzuto

INTRODUCCIÓN

El CIAT ha construido un prototipo de secadero solar para deshidratar frutas y hortalizas.

La finalidad perseguida es ofrecer a la comunidad un aparato sencillo y económico en la construcción y manejo, que permita al agricultor medio, poder secar sus frutas y hortalizas, sin mayor desembolso de capital, lo que permite desarrollar una etapa más en su quehacer y posibilitar asegurar el valor final de su producto, pudiendo amortiguar las fluctuaciones que sufren los productos agrícolas con su demanda tan elástica.

El prototipo construido es de tipo mixto, o sea que permite que los productos puestos a secar, reciban la acción directa del sol y al mismo tiempo reciben una corriente de aire caliente proveniente de un colector solar. Una corriente de aire forzada por tiraje natural pasa a través del colector y es calentada.

La acción conjunta de los rayos solares y el aire caliente permiten una reducción en los tiempos de secado y una mejor calidad en el producto obtenido, que en las paseras convencionales.

El prototipo construido, ha sido proyectado de tipo modular, con dos módulos independientes, a fin de determinar el comportamiento de cada una de las unidades.

CONCLUSIÓN

CIAT has constructed a solar-drier prototype to desiccate fruits and vegetables.

The end pursued is to offer the community a simple

and economical apparatus very easy to make and use, allows intermediate farmers a cheap mean for fruit and vegetable drying.

This will permit to develop his work and the improvement of his products final value, as well as to the fluctuation supported by agricultural products its elastic demand.

The prototype constructed is a mixed type, products to receive direct solar action and at the same time a hot air draft flowing from a solar collector.

The air is forced through a natural air-draft from the solar collector where it is warmed.

The allied action of solar beam and warm air allows a reduction in drying time and a better quality of dried products, than those obtained in the conventional method.

The model has been projected modular type, in independent modules in order to determine the pattern of each of these units.

SECADERO SOLAR PARA FRUTAS Y HORTALIZAS

SECADO AL SOL

Aunque el secado es uno de los más antiguos usos de la energía solar, una gran proporción de las cosechas del mundo son todavía preservadas por métodos muy primitivos, / por ejemplo, por exposición directa al sol, sin ninguna ayuda técnica(1). Por ello encontró una significación especial entre las poblaciones rurales que viven en climas de tipo mediterráneo. Estas áreas, muy semejantes al clima de España, se caracterizan por veranos cálidos y secos, lo / que hace particularmente atractivo el secado para la preservación de los excedentes agrícolas para la estación invernal. Las técnicas tradicionales de secado natural al / sol, aprovechan los días de verano claros y cálidos, a menos que haya lluvias. El material es colocado directamente sobre el terreno o encima de superficies lisas, tales como techos de caseras y es rotado manualmente hasta su secado.

Si bien es la forma más efectiva y barata para muchos productos en todo el mundo, ya que no se necesita mucha inversión de capital para equipo y aunque necesita considerable mano de obra ésta es raramente costosa, se debe / tener en cuenta la gran desventaja que representa el que / los productos sufren los efectos de la intemperie. En efecto, los materiales comestibles secado de esta manera no están protegidos contra repentinos aguaceros de verano, ni / de insectos de tierra, abejas, pájaros, hormigas y otros insectos. A todo ello se debe agregar que ocasionalmente / puede haber tiempos excepcionalmente malos, cosechas demoradas, etc., lo que puede producir grandes pérdidas, además de obtener normalmente un producto de inferior calidad como consecuencia de estos factores externos.

MÉTODOS CONVENCIONALES

Para satisfacer mercados más exigentes en cuanto a calidad y cantidad, es imprescindible la utilización de / secaderos de mayor volumen y en consecuencia es imprescindible la utilización de una energía auxiliar en los mis-

mos. Luego se hace simplemente más prácticas estos medios auxiliares en una forma continuada. De allí el incremento de la instalación cada vez más importantes, tanto de frutas como verduras. Lógicamente la disponibilidad de energía más extendida y combustibles, contribuye a la expansión de este tipo de instalaciones que ofrecen una gran variedad de productos deshidratados. Pero estas instalaciones reservadas a más o menos grandes industrias que tienden a aumentar sesiblemente su costos como consecuencia del aumento de combustible.

Así en distintas partes del mundo se han perfeccionado el secado al sol pero implementando un mejor aprovechamiento de la energía recibida, al mismo tiempo se perfecciona los productos puestos a secar de los elementos nocivos, que deterioraban los productos obtenidos. Este perfeccionamiento de estas técnicas se llevó a cabo dando origen a lo que se denomina secadero solar.

QUE ES UN SECADERO SOLAR?

La deshidratación solar -un proceso que consiste en el secado solar con el control de temperatura y velocidad de flujo de aire - es propuesto como un paso hacia la mejora de la calidad de los productos secados al sol y también a la eficiencia del proceso del secado.

Hay tres tipos de secadero solar(2):

- a) El primer tipo de secadero y más sencillo es el directo o de caja caliente, que aprovecha el efecto invernadero. Consiste en una caja transparente como vidrios y telas plásticas que actúan en relación a la energía recibida y son transparentes a los rayos solares, calentado el interior de la caja elevando la temperatura en una mayor proporción que si estuvieran a cielo abierto. A su vez el medio transparente evita la reflexión del calor al medio exterior.
- b) El indirecto o secado por convección: es que el calor

to es expuesto a una corriente de aire como un deshidratador convencional: pero con el aire calentado en un colector solar, que realiza la función de intercambiador / de calor.

c) Un secador combinando los principios de los dos anteriormente citados, donde el producto es expuesto al sol / y a una corriente de aire precalentado simultáneamente.

El objetivo de este secado fue primariamente mejorar la calidad del producto, reduciendo la contaminación por suciedad atmosférica, infección de insectos e / interferencia animal o humana.

El primer tipo de secadero consiste en una caja con tapa transparente y la superficie interior ennegrecida. Los productos son expuestos al sol en bandejas. Aberturas de ventilación en la base y en la parte superior de las paredes mantienen una circulación de aire natural. Con el secado de higos, damascos, berenjenas, zapallos, / ajos, cebollas, etc. el resultado en todos los casos mostró una reducción en los tiempos de secado, limpieza de / productos, larga vida de almacenamiento, mejor retención de aromas y mejor apariencia que la obtenida por secado / natural al sol. Fig.1

En el segundo tipo de secadero, que utiliza un / aparato absorbedor de calor denominado colector, el producto no es expuesto directamente al sol, pero sí a una corriente de aire caliente como en los secaderos convencionales, la que se genera en el pasaje por el colector. El más simple de estos secaderos consiste en una hoja / lisa o corrugada expuesta al sol, con una cubierta en / ventilada adecuadamente. Un incremento de temperatura / de 5°C es suficiente para convertir aire húmedo de 80% de humedad relativa (que no sirve para secar) en aire / con menos de 60% de humedad relativa que permite que la velocidad de secado avance razonablemente. Los primeros aparatos que se construyeron de este tipo, aprovecharon el techo de un depósito de granos como colector. En // efecto se pintaban de negro algunas chapas de cinc del /

techo, debajo de las cuales se adosaban canaletas, donde se hacía circular a través de los granos que estaban en el mismo depósito. Este sistema respondía a las necesidades de un agricultor que no podía justificar el costo de un secadero comercial a aire caliente por un limitado volumen de sus cosechas o al breve período de secado estacional. Si se acepta que el galpón es construido de cualquier manera, la calefacción solar se logra por el bajo costo que significa la pintura negra en el techo y el agregado de unas canaletas para que circule el aire y un ventilador eventualmente.

Con esta instalación tan sencilla se esperaba que el tiempo de secado se redujera entre un 60-75%. Este tipo de secadero, que no necesita gradientes de temperatura, del orden de 5 a 6°C pero movilizan importantes volúmenes de aire, es aplicable al secado de granos en general y la extensión de su uso en el país considera imprescindible.

En el tercer tipo de secadero se combinan aspectos de los dos primeros, ya que el producto es colocado en bandejas que están ubicadas en el interior de galpones que tienen cubierta transparente, lo que permite la absorción directa del calor solar; pero además se agregado uno o más colectores de aire, lo que permite obtener un producto de mejor calidad.

Un análisis de las características de los tres sistemas de secado y su efectividad fue dado con especial importancia particular a:

- velocidad de secado, sobre un amplio rango de condiciones de operación;
- tiempos de secado totales;
- evaluación de la calidad del producto por medio de ensayos químicos y organolépticos;
- comparación de los tres métodos entre sí y con otros métodos de secado usando combustibles y secado natural al sol.

Los resultados muestran que:

- Cada uno de los tres tipos de secaderos solares / eran adecuados para secar frutas y hortalizas;
- Los secaderos que utilizan absorción directa permiten un secado más corto y más rápido;
- Los secaderos solares indirectos dieron productos de calidad más alta debido a que éstos estuvieron expuestos a una temperatura máxima menor.

REQUERIMIENTOS DEL DESHIDRATADOR SOLAR

De lo que antecede es posible elaborar una especie de cuestionario, en cuanto a las necesidades que debe cubrir un secadero solar, diseñado para operar en huertas o plantaciones de un nivel intermedio, por agricultores que necesariamente no deben poseer muchos conocimientos técnicos para su manejo, se entiende que deben ser:

- a) el costo de la deshidratación debe ser bajo.
- b) la velocidad de secado debe ser rápida. No solamente debe mantenerse al mínimo la fermentación y el oscurecimiento del producto, sino también se desea una alta capacidad de deshidratación.
- c) la construcción y mantenimiento del deshidratador debe ser simple. La construcción de tal artefacto debe ser posible en huertas o en la zona urbana cerca, con mano de obra y materiales de dicha zona.
- d) el deshidratador no debe requerir otras fuentes de energía que no sea el sol para su operación; en todo caso podría requerirse una pequeña fuente de energía eléctrica para accionar un ventilador de tipo forzado.
- e) el secadero solar no debe ocupar mucho espacio.

En cuanto a los materiales para su construcción pueden ser muy variables: ello depende del tipo de secadero a construir, ya sea un modelo fijo o transportable

así en una estructura permanente, los materiales que se pueden utilizar pueden ser: adobe, ladrillo, piedra o concreto. El cambio para modelos portátiles podrían ser de hierro, aluminio, madera prensada y en unidades más primitivas puede llegar a la utilización de mimbre o caña. En cuanto al material que configura el marco o cubierta. La cubierta transparente, que permite el pasaje de la luz, puede ser de vidrio en el mejor de los casos, pero para abaratar los costos pueden ser utilizadas películas de plástico transparente con un grosor suficiente para resistir la intemperie, puede ser de poliéster o de caucho de vinilo.

ESTUDIOS REALIZADOS POR EL CIAT

En base a los antecedentes obtenidos de varias publicaciones, se decidió construir un prototipo de secadero solar para deshidratar frutas y hortalizas. Este debía ser modular a fin de determinar el comportamiento de cada una de las unidades; el módulo posee un diseño particular y permite trabajar independientemente con varias especies. Las dimensiones de cada módulo son: 1 m de ancho por 1 m de superficie de secado.

La finalidad de construir un aparato de este tipo es la de proveer al agro de un aparato sencillo y económico que permita al agricultor medio, poder secar frutas y hortalizas, sin mayor desembolso de capital, lo que le permitirá desarrollar una etapa más en su quehacer, es decir, permitirle mejorar el valor final de su producto con el fin de proveer a su familia y poder evitar en cierto modo las pérdidas que sufren los productos agrícolas cuando se encuentran en condiciones tan elásticas. Al transformar un producto perecedero, en otro más estable le permitirá venderlo en una mejor oportunidad, amén que los requerimientos a corto plazo de producción son cada vez más exigentes, por lo que en el corto plazo deberán ser mejorados de algún modo los productos agrícolas obtenidos por métodos tradicionales.

CARACTERISTICAS DEL SECADERO CONSTRUIDO

Conociendo estos antecedentes (3) y teniendo los / objetivos bien definidos, se diseñó un prototipo de secade / ro solar mixto o sea que aprovechara las virtudes del se / cado por absorción directa de la radiación solar, y que / fuera complementado por la circulación de aire calentado / en un colector a objeto de mejorar la calidad y velocidad / del secado. Para la protección de los productos a secar / contra los efectos de la intemperie, el secadero está recubier / to por chapas de vidrio plano. Las frutas u horta / lizas en algunos casos previamente tratadas para evitar / el enmohecimiento de las mismas, son colocadas en bande / jas. El colector de calor está construido por una chapa / de aluminio a la que se han adosado rectángulos del mismo / material, constituyendo una cuadrícula de prismas, los / que han sido pintados de negro. La finalidad de estos / rectángulos es aumentar la superficie de calefacción del / colector. En la pared opuesta a la entrada de aire del / colector, se ha colocado una chimenea para forzar la cir / culación del aire caliente a fin de mejorar los rendimien / tos del secado (4).

El aparato está construido con perfiles de hierro, con bandejas de alambre tejido, convenientemente pintado, para colocar el material a secar. Todo ello está recubier / to de vidrio y chapa de hierro; pero se prevee para él la / utilización de materiales más económicos en reemplazo de / los utilizados en este prototipo. Ello ocurrirá cuando / se haya ensayado convenientemente este aparato, con dife / rentes tipos de frutas y hortalizas y en distintas condi / ciones de trabajo una vez optimizado el funcionamiento se / usarán otros materiales sobre todo en el colector.

RESULTADOS OBTENIDOS

El secadero recién pudo ser puesto en funcionamiento / en fines de 1976 y se pudieron realizar los primeros en / sayos en el mes de marzo del presente año.

Se probó con duraznos, los que previamente fueron / tratados con anhídrido sulfuroso para evitar su ennegreci /

miento.

Como estaba colocado en la azotea de la Facultad de Ingeniería, la que está sometida a continuo viento, se observó que los duraznos colocados en una pasera también se secaron al mismo tiempo que los ubicados en el interior del secadero. Ello fue consecuencia de dos factores:

a) el microclima donde se realizaba la experiencia era representativo, ya que el secado en pasera era mucho más rápido que lo normal.

b) el rendimiento de secado del aparato era relativamente bajo, y ello era debido a que los colectores estaban colocados en el interior del secadero, en consecuencia no cumplía la finalidad perseguida de que actuara como un secadero mixto: que recibiera una corriente de aire y al mismo tiempo los productos a secar estuvieran expuestos a la radiación solar.

Por ello se decidió modificar el aparato original sacando los colectores y colocándolos en la parte interior.

Posteriormente a fines de abril se realizó una prueba con uvas, y a pesar del tiempo, con días intermitentes de sol, se pudo apreciar una sensible mejora en el rendimiento del aparato.

En el mes de setiembre se han efectuado pruebas con cebollas y espinacas.

Los resultados de las experiencias del secadero se ilustran en la tabla siguiente:

TABLA DE RENDIMIENTOS

UNIDAD	CEBOLLAS		ESPINACAS		DURAZNOS	
	Sec. 1	Sec. 2	Sec.1	Sec.2		
Tiempo	h.	20	20	25	18	144
Temperatura Entra	°C	28,5	28,5	21	21	19,3
Temperatura Sali-	°C	58	58	57	57	42
da (diferencia de	°C	29,5	29,5	36	36	22,7
tem.)						
Flujo de aire	Kg/h	15,9	19	15,9	19	19
Calor utili-	Cal/h	134	134	105	145	51
sado						
Calor radian-	Cal/h	765	768	765	768	742
te						
Rendimiento	%	17,51	17,51	13,72	18,95	6,87

Los datos son obtenidos en el lugar del emplaza-
miento del aparato.

Se han tenido dificultades para medir la cantidad
de flujo de aire por falta de instrumental adecuado por lo
que se ha estimado por cálculo que la renovación en el co-
lector es de dos veces su volumen por minuto como promedio.

El primer módulo del secadero trabajó con tiro natu-
ral y en el segundo módulo con tiro inducido por chimenea, /
por lo que circuló un 20% más de aire.

Este trabajo fue realizado por el C.I.A.T. (Centro /
de Investigación y Asistencia Técnica Mendoza), organismo /
dependiente del I.V.T.I. con el apoyo de las siguientes en-
tidades y técnicos:

Universidad Nacional de Cuyo - Facultad de Ingenie-

Ing. Civil TOMAS ANIBAL MONTES

For Laboratorio y Control Industrial de la Provincia
Mendoza:

Ing. Quím. PABLO SANUCCI

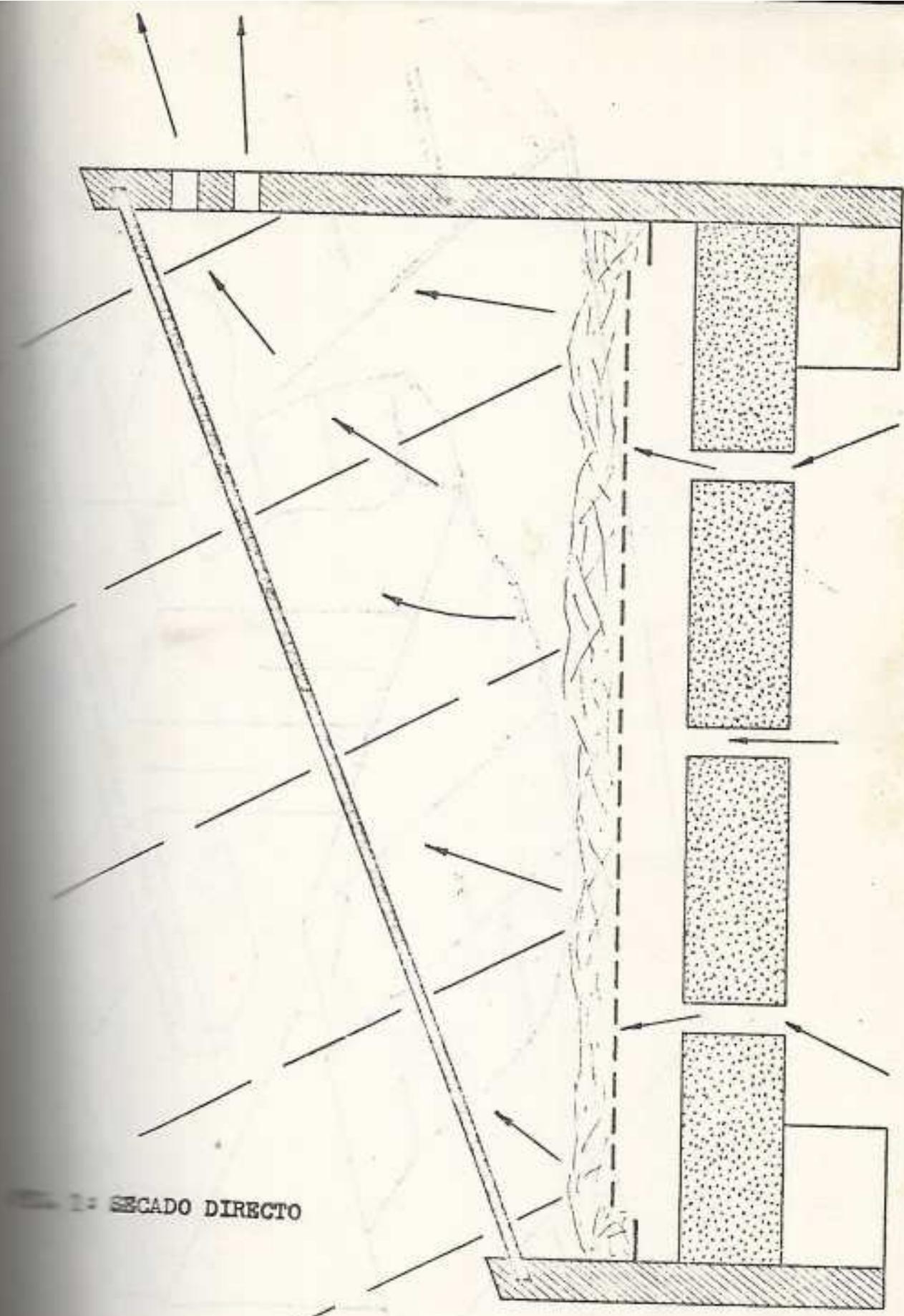
Sr. ORLANDO M. PELLERITI

Sr. WILHELMO BAGAZ

Sr. EDUARDO J. AGUADO

BIBLIOGRAFIA

- (1) GEORGE C.G. LOFT - Use of Solar Energy for various
poses: Solar Drying.
- (2) W. STEINMAYER - FROM SUN DRYING TO SOLAR DISTILLATION
"Food Technology in Australia" Vol.23 pars.494-501.
- (3) SOLAR ENERGY UTILIZATION FOR CROP DRYING - Charles
Davis and Ralph J. Lipper.
- (4) A SOLAR AIR PREHEATER AND FRUIT DRIER - E. DeLorenzo



SECADO DIRECTO

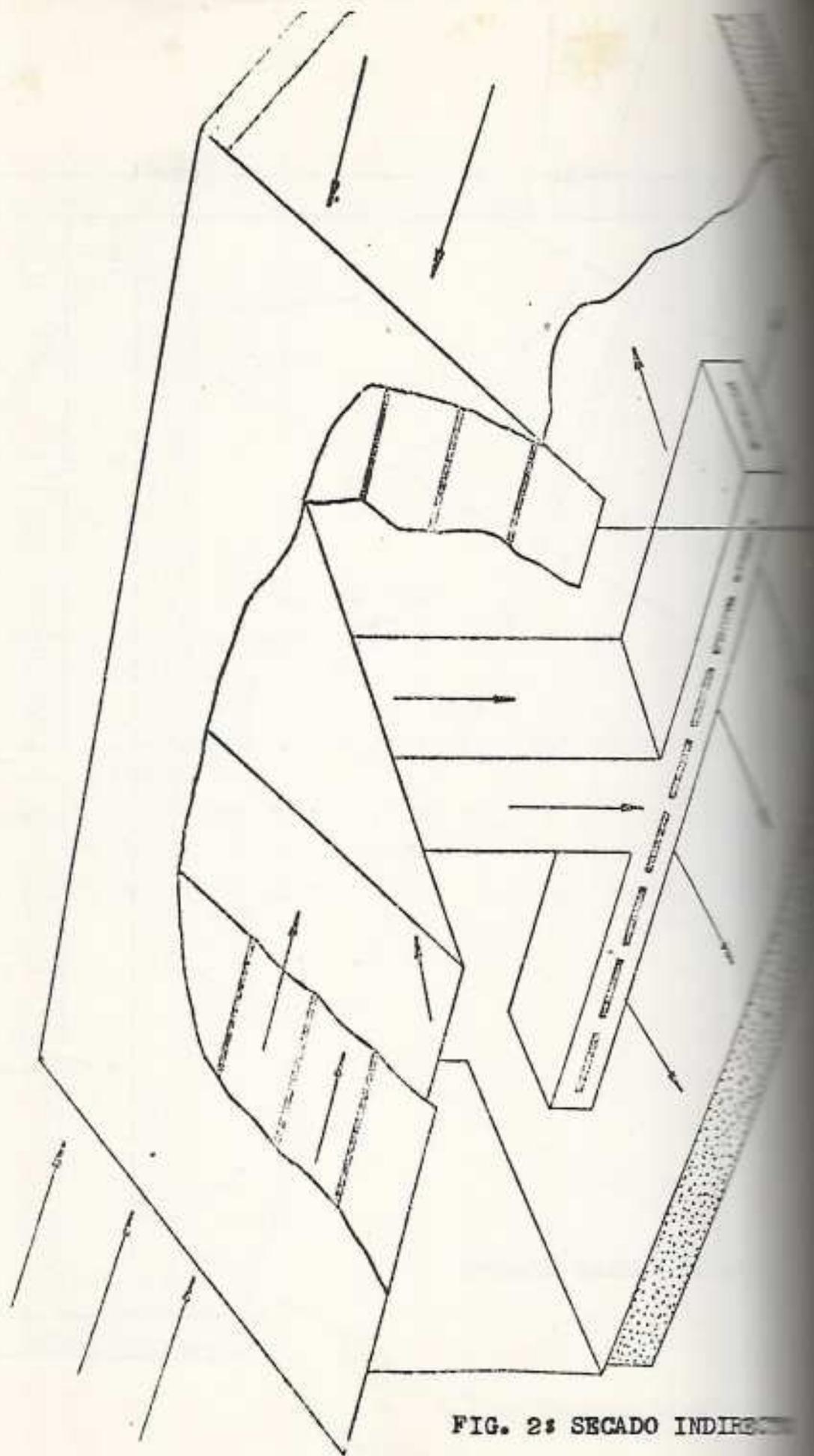


FIG. 2: SECADO INDIRECTO

CORTE AA

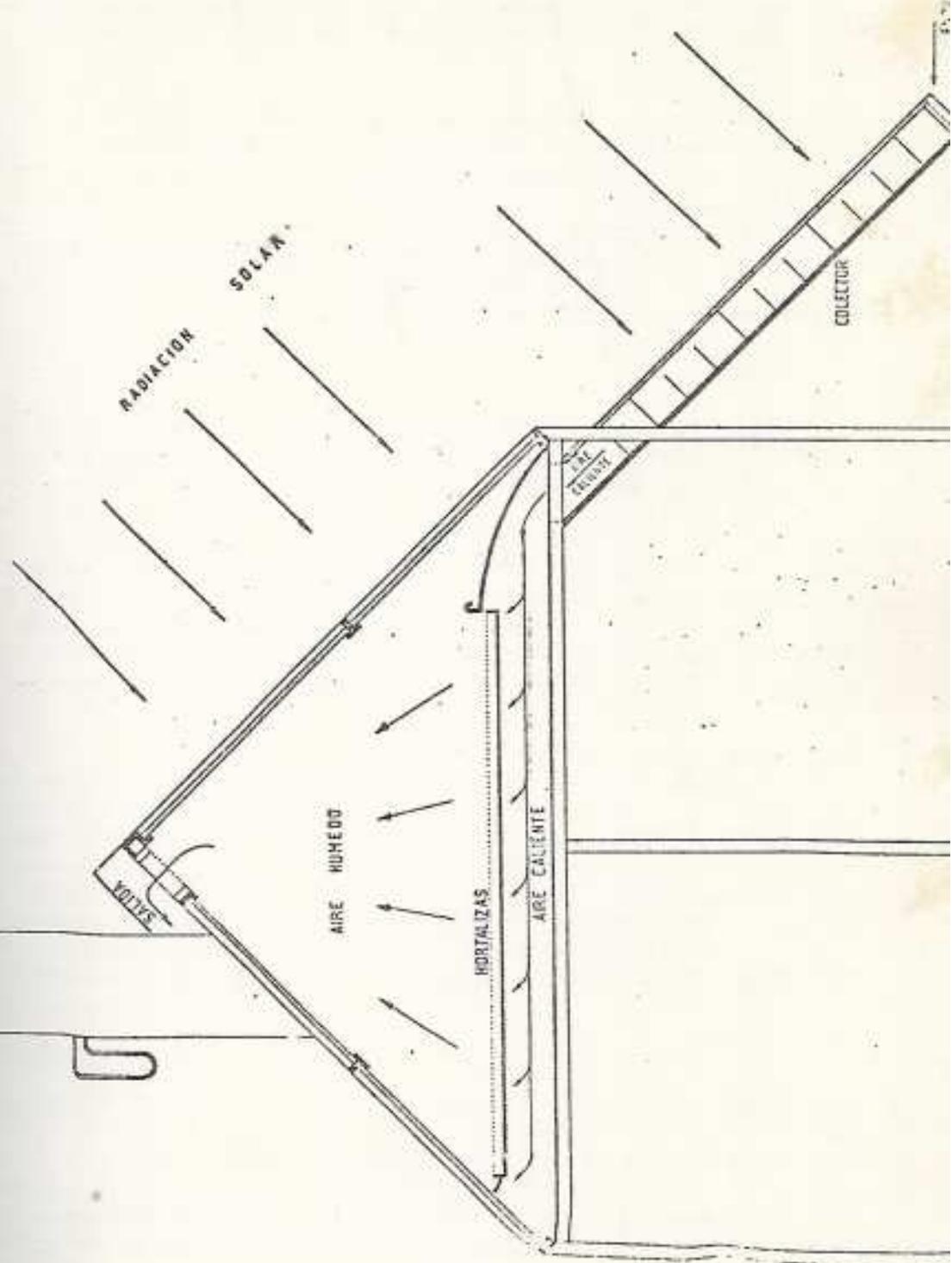


FIG. 3: PROTOTIPO 1