

SECADO SOLAR DE PIMIENTOS: ESTUDIO PRELIMINAR

L. Saravia

Universidad Nacional de Salta

Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales

E. Frigerio, M. Gay

Universidad Nacional de Salta

J.C. Somigliano y E.I. Militello

Agencia de Extensión del Valle de Lerma

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Cerrillos

Resumen

El pimiento es uno de los productos de mayor importancia económica en los valles calchaquíes. La producción actual está en el orden de los 700.000 kg por año.

El secado tradicional se realiza por exposición al sol en canchas. Aunque su costo es mínimo, el producto se contamina mucho y las pérdidas son importantes, del orden del 30%. La posibilidad de acceso al mercado internacional ha impulsado la búsqueda de métodos de secado más efectivos.

Con el fin de determinar las posibilidades de secado con colectores solares de aire forzado, se realizó una campaña preliminar en Cachi, a 2300 m de altura, utilizando un colector de plástico de 15 m² de superficie.

Se constató que el secado en estas condiciones es más higiénico, por lo que el fruto se puede cortar permitiendo bajar el tiempo de secado de 20 días a unos 4 días. En ese tiempo no se alcanza a tener problemas de contaminación, obteniéndose un producto de buena calidad.

Abstract

The red pepper is one of the most important products of the region known as the "Valles Calchaquíes". The present production is on the order of 700.000 kgs/year.

The traditional drying process is performed by direct exposition to the sun in large yards. The cost of this process is very low but the contamination of the product is large and the losses are about 30% of the total production. The use of modern drying systems is considered at present because of the international marketing possibilities.

In order to determine the possibilities to use air-heating collectors for the drying, some preliminary tests were performed in Cachi, at the height of 2.300 m using a plastic collector with a surface of 15 m².

The higienic conditions related to the drying process were improved, and the drying time was cut down from 20 days to a period of about 4 days.

In this conditions the product was not contaminated and the losses were reduced considerably.

1.- Introducción

El pimentón, junto con la uva y el vino, constituyen la producción básica de los valles Calchaquíes, en la zona andina de Salta, Tucumán y Catamarca. El volumen de producción alcanzó los 700.000 kilos durante la temporada de 1978.

El fruto es recogido durante el mes de marzo y parte de abril. Tradicionalmente es secado por exposición al sol en canchas, colocado directamente en el suelo o sobre un lecho de piedras, durante un período que oscila entre 15 y 30 días de acuerdo a la ubicación de las canchas y las condiciones del tiempo. El producto pierde alrededor del 87% de su peso inicial, lo que permite el almacenamiento y posterior molienda para la fabricación del pimentón.

El secado tradicional no requiere inversión de capital, pero influye considerablemente en la calidad del producto obtenido. El largo período de permanencia en la cancha favorece la formación de hongos, especialmente en la zona de contacto del fruto con el suelo, y la contaminación por diversos tipos de insectos. Se estima que la pérdida de pimentón de primera puede llegar al 30%.

La producción actual abastece las necesidades del mercado nacional. Durante el último año se han abierto las posibilidades de acceder al mercado internacional, lo que permitiría incrementar la producción, mejorando sensiblemente las condiciones económicas de las poblaciones del valle. Para que esta alternativa se haga realidad es necesario mejorar la calidad y las condiciones higiénicas del producto, que es sometido a controles estrictos.

Estas mejoras requieren la adopción de otro sistema de secado. La radiación solar en el valle es excelente, tal cual se muestra en la fig. 1 (1), que da la radiación media mensual a lo largo del año. Un sistema solar permitiría ahorrar una cantidad de combustible del orden de 1 kg. de gasoil por kilo de pimiento seco si se usa un buen secadero así como independizarse de los problemas de abastecimiento de combustible a través de rutas de montaña (en la zona de Salta, se debe llegar a 3.600 m antes de tener acceso al valle) y frecuentes cortes por lluvias en la época de secado.

En las secciones que siguen se realizará un análisis preliminar del problema y se describirán algunas experiencias iniciales, realizadas con el fin de recoger datos que permitan diseñar un sistema a mayor escala.

2.- Selección del sistema de secado solar

El volumen de producción permite realizar una primera selección del sistema. Si ella es muy pequeña, puede encararse el uso de secaderos de convección natural. En la zona, existe una producción elevada de minifundistas, con producciones por temporada del orden de los 500 kg. de pimiento seco, alrededor de 10 kg diarios, para los cuales este sistema es una solución viable a costo moderado.

Para producciones mayores se hace necesario recurrir a un sistema de circulación forzada. Los volúmenes que maneja una cooperativa están en el orden de los 5.000 kg de pimiento seco diarios, para lo cual se necesita una super-

ficie de importancia. La temporada de secado es muy corta, del orden de un mes y medio, por lo que el colector a usar debe ser de muy bajo costo, para asegurar la rentabilidad del proceso. Los colectores fabricados en plástico, ya sea inflados o soportados por una estructura mínima, podrían constituir una solución.

En lo que se refiere al secadero propiamente dicho, el producto en sí impone muchas condiciones. La temperatura de secado no debe pasar los 60°C, con el fin de no oscurecer el color del fruto. La radiación solar directa no afecta al pimiento, por lo que puede ser usada para completar el secado. Es conveniente que el flujo de aire rodee al fruto con el fin de no dar lugar a zonas de mayor humedad, proclives a la formación de hongos. De ahí que convenga utilizar bandejas con mallas, permitiendo que el aire la atraviese, rodeando al pimiento. El secado tradicional se realiza con el fruto entero. Dado que tiene una cutícula con mucha cera, la eliminación del agua se dificulta. Esto no es de importancia cuando se seca en canchas, de costo muy reducido. Con otros métodos es necesario acelerar el proceso para aprovechar la inversión inicial. Por tanto, es recomendable cortar el pimiento en dos y pincharlo abundantemente. Los costos de mano de obra requerida para esta operación pueden disminuirse con una adecuada mecanización. Teniendo en cuenta estas observaciones parece conveniente utilizar un secadero con bandejas apilables y el aire circulando a través de ellas, según se esquematiza en la figura 2. La malla de las bandejas puede ser relativamente grande, ya que el pimiento tiene varios centímetros de radio. La pérdida de carga del aire a través del secadero baja mucho con el funcionamiento, dado que el fruto se contrae mucho. Las paredes del secadero pueden ser transparentes pero debe asegurarse una temperatura máxima interior inferior a los 60°C. Deberá ubicarse un número suficiente de bandejas, de manera que se aproveche debidamente el aire caliente, logrando una buena saturación del mismo. Por último, es de indicar que no se necesitan acumuladores ya que el proceso puede interrumpirse por las noches y la nubosidad en los valles es muy baja, perdiéndose muy pocos días de secado.

En la Tabla I se indican los kilos de pimiento seco que se obtienen por kilo de aire circulado, para distintas temperaturas del aire que entra en la cámara y distintas humedades relativas finales. Se supone que el aire de entrada tiene una temperatura de 20°C y una humedad relativa del 40%, ya que el clima de los valles es muy seco. Se admite que el pimiento pierde un 87% de su peso en el proceso.

Con la radiación usual de los valles para la época se puede calcular la superficie de colección necesaria para producir un kilo de pimiento seco en la hipótesis de que el aire entre al colector con una temperatura de 20°C, ϕ_g tenga un rendimiento del 40% y la humedad relativa del aire que sale del secadero sea del 80%.

En la figura 3 se muestran la radiación utilizada y las temperaturas que se obtienen a la salida del colector. La producción de pimiento seco sería de 1,8 kg por m² de colector y por día, con un flujo de aire de 0,012 kg por m²

de colector y por segundo. Si la humedad relativa del secadero baja a 60%, la producción de pimiento desciende a $0,9\text{kg}/\text{m}^2/\text{día}$. Estas cifras son muy preliminares pero dan una primera estimación del tamaño necesario de colección.

3.- Ensayos realizados

El problema de secado de pimiento fue planteado a los autores a comienzos de la presente temporada de recolección. Aunque el tiempo disponible para preparar las experiencias era muy corto, se decidió realizar ensayos preliminares con el fin de recoger los datos básicos necesarios para el diseño de un sistema solar a escala industrial.

La primer serie de ensayos se realizó en un pequeño secadero consistente en una bandeja de malla horizontal con una capacidad de 2 kg de pimientos frescos. El aire caliente era suministrado por un colector de circulación forzada diseñado con otro fin (secado de tabaco) y atravesaba la malla de abajo a arriba con una temperatura que variaba entre 30°C y 50°C según la hora del día. La bandeja estaba tapada con un plástico transparente que permitía la llegada de la radiación solar al fruto. Mediante esta experiencia se procuró determinar los tiempos de secado de acuerdo a la preparación previa del pimiento. Se ensayaron frutos enteros, cortados en mitades, pinchados y cortados en tiras. La Figura 4-a muestra la curva de secado para frutos enteros y pinchados. Para los últimos se alcanzó una reducción del 82% en peso en 3,5 días, mientras que para el producto entero la reducción fue escasa en ese período, reforzando la idea de que el producto debe ser abierto para conseguir un secado rápido. El color de los pimientos secos fue bueno, siendo incluso un poco más claro que el de los secados en cancha.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por productores de la zona de Villa María, Catamarca, mediante secaderos que utilizan combustibles tradicionales. Ellos obtuvieron el secado en períodos que oscilan entre 15 y 19 horas de acuerdo al tipo de pimiento, con una temperatura constante de 50°C . Teniendo en cuenta que el secadero solar tiene temperaturas mayores a los 40°C durante unas 6 horas, los resultados serían compatibles.

Hacia fines de temporada se decidió realizar una pequeña experiencia de secado en la zona de producción, a la altura de Cachi ($25^{\circ} 07'$ de Latitud Sur, 2280 mts de altura) con un doble propósito. En primer lugar, se tratarían de obtener datos sobre condiciones de trabajo reales, disponibilidad energética, radiación solar, vientos, manejo del fruto, etc. Ellos son de suma utilidad para adecuar el proyecto final a la zona. En segundo lugar, se procuraría secar una cantidad mínima necesaria para la realización de ensayos de evaluación del producto en lo que tiene que ver con sus características organolépticas y sanitarias, con fines de comercialización internacional.

Dada la escasez de tiempo y la necesidad de transportar el sistema hacia Cachi en camioneta, se construyó un prototipo en plástico según el esquema de la figura 5. El colector está formado por una capa negra de plástico recubierta por dos capas de polietileno transparente con anchos diferentes de ma

nera que al inflar el conjunto con un ventilador, las dos capas se separen formando un colchón aislante de aire. Por debajo se colocó aislante de fibra de vidrio protegida con otra capa de plástico. Al no disponerse de elementos para la soldadura de las capas, fueron unidas con ganchos colocados por una máquina de imprenta. El plástico fue recubierto por una manguera de plástico cortada. Esta unión resultó ser muy fuerte y muy sencilla de armar, no teniendo pérdidas de aire. El colector tenía 15 mts de largo y 1,2 mts de ancho.

En lo que tiene que ver con el secadero, se decidió su armado en el suelo, dentro de una bolsa de plástico similar a la del colector, aunque se podía abrir de costado, con el fin de introducir las bandejas, que están construidas en madera y mallas de alambre fina, según muestra la figura 6.

El prototipo se instaló en terrenos de una cooperativa, sin obstáculos en el frente, al lado de un galpón con energía eléctrica, según muestra la figura 7. Las chapas del galpón reflejaban la luz, por lo que la concentración de radiación sobre el colector fue mayor que lo normal en un 25%, según muestran las medidas que se realizaron en los puntos indicados como (4) y (5) en la figura 7, efectuadas con un solarímetro Kipp y Zonen, indicados en la figura 8.

Con este equipo se consiguió realizar un ciclo de secado con una duración de 4,5 días, en el que se obtuvieron 7,5 kg de pimiento seco con una pérdida de peso del 87%. El color y aspecto general de las muestras obtenidas fueron buenos. La curva de secado correspondiente se muestra en la figura 4-b.

Durante el ciclo de secado se midieron las temperaturas en los puntos indicados como (1), (2) y (3) en la figura 7, mediante un termómetro digital portátil con sensores de termocupla Fe-Constantan. Los resultados se muestran en la figura 9. Dado que la radiación también llegaba a las bandejas y el intercambio de humedad no era muy fuerte debido a la posición relativa de las bandejas, la temperatura dentro del secadero subió ligeramente. La temperatura en la capa negra plástica del colector estaba en unos 30°C por encima de la del aire, a pesar de haberse aumentado la velocidad de circulación del aire. Ello ocasionó problemas de quemado del plástico. No se obtuvieron medidas de humedad dentro del secadero debido al diseño de este. La humedad a la entrada del sistema era de 20%, obteniéndose prácticamente la misma a la salida del secadero. El aumento de temperatura compensa el aumento de humedad dentro de la cámara.

4.- Conclusiones

Los ensayos realizados demostraron la factibilidad del método, con tiempos de secados cortos que permiten atacar el problema de contaminación del fruto, a la vez que se asegura una producción por unidad de superficie que ha ce factible al proceso desde el punto de vista económico.

Para la próxima temporada se procurará poner en marcha un prototipo a escala industrial, del orden de los 200 m² de superficie de colección. El sistema deberá incluir un colector de bajo costo diseñado para soportar las temperaturas de trabajo, y una cámara de secado con una buena circulación de aire

entre los frutos, así como un procedimiento sencillo de carga y descarga de las bandejas.

Agradecimientos

Se agradece la atención prestada por la Cooperativa de Productores de Cachi.

Se agradece la ayuda prestada por la Lic. L. Rovetta en el relevamiento de datos del secadero instalado en Cachi.

Bibliografía

- (1) E. Alanís, A. Fabris, R. Gaspar, L. Saravia y J. Souto, "Procesamiento y análisis de datos de radiación en la provincia de Salta", 2° Reunión de Trabajo de Energía Solar de la ASADES, Salta (1976).

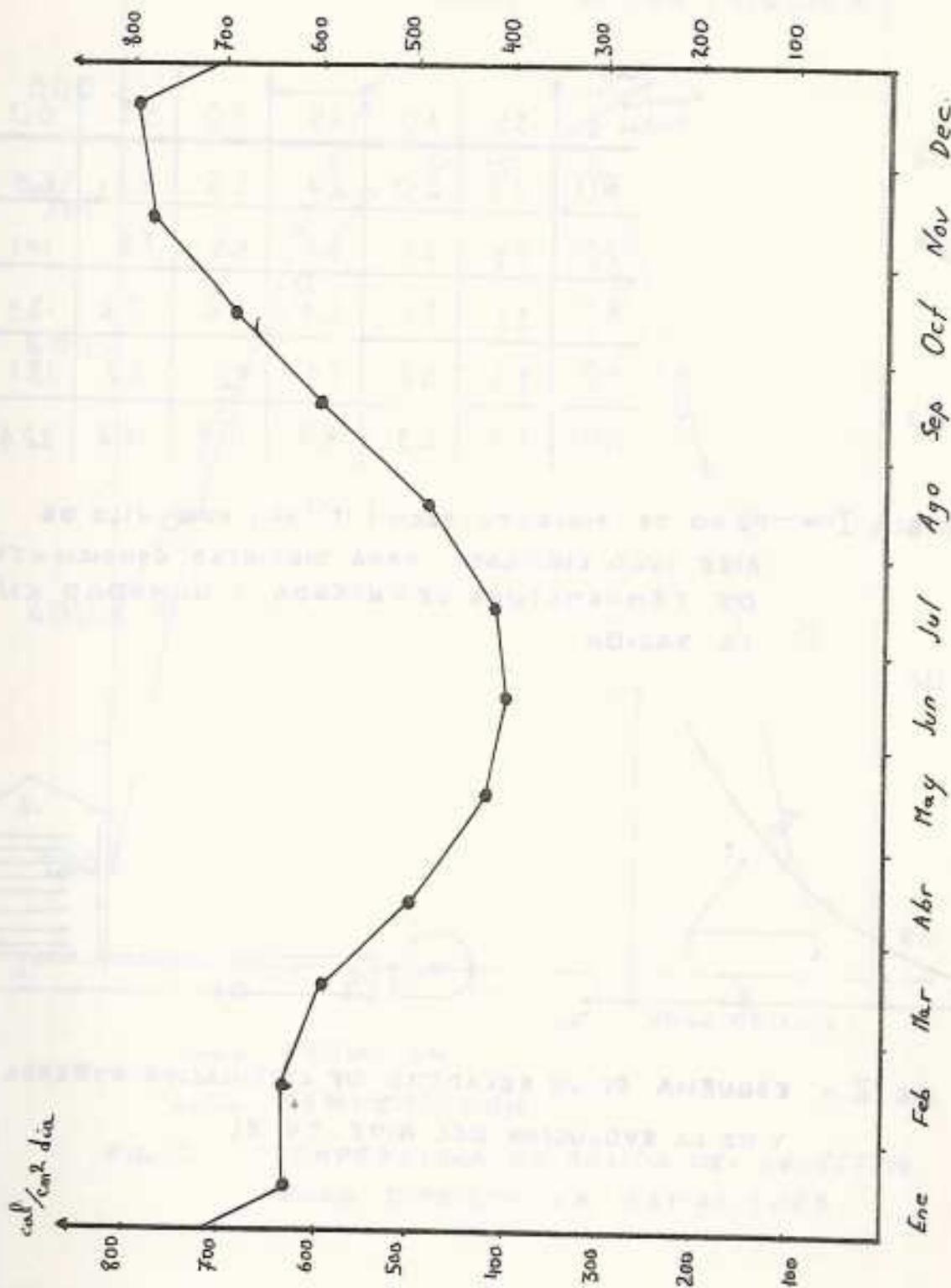


FIG. 1.- PROMEDIO MENSUAL DE RADIACION GLOBAL EN CACHI .

Temp. Humedad Relativa %	35	40	45	50	55	60
60	1.5	2.0	2.7	3.6	4.8	6.3
70	2.2	3.0	4.1	5.5	7.6	10.1
80	3.1	4.1	5.6	7.6	10.2	13.9
90	3.9	5.2	7.1	9.6	13.2	18.1
100	4.7	6.3	8.7	11.9	16.2	22.6

TABLA I.- PESO DE PIMIENTO SECO (10^3 KG) POR KILO DE AIRE SECO CIRCULADO, PARA DISTINTAS CONDICIONES DE TEMPERATURA DE ENTRADA Y HUMEDAD EN LA SALIDA.

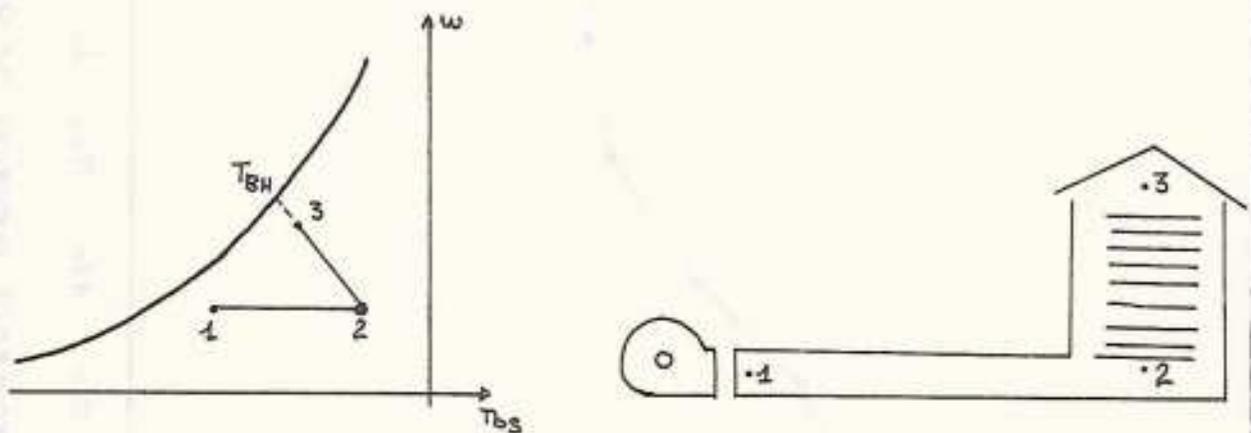
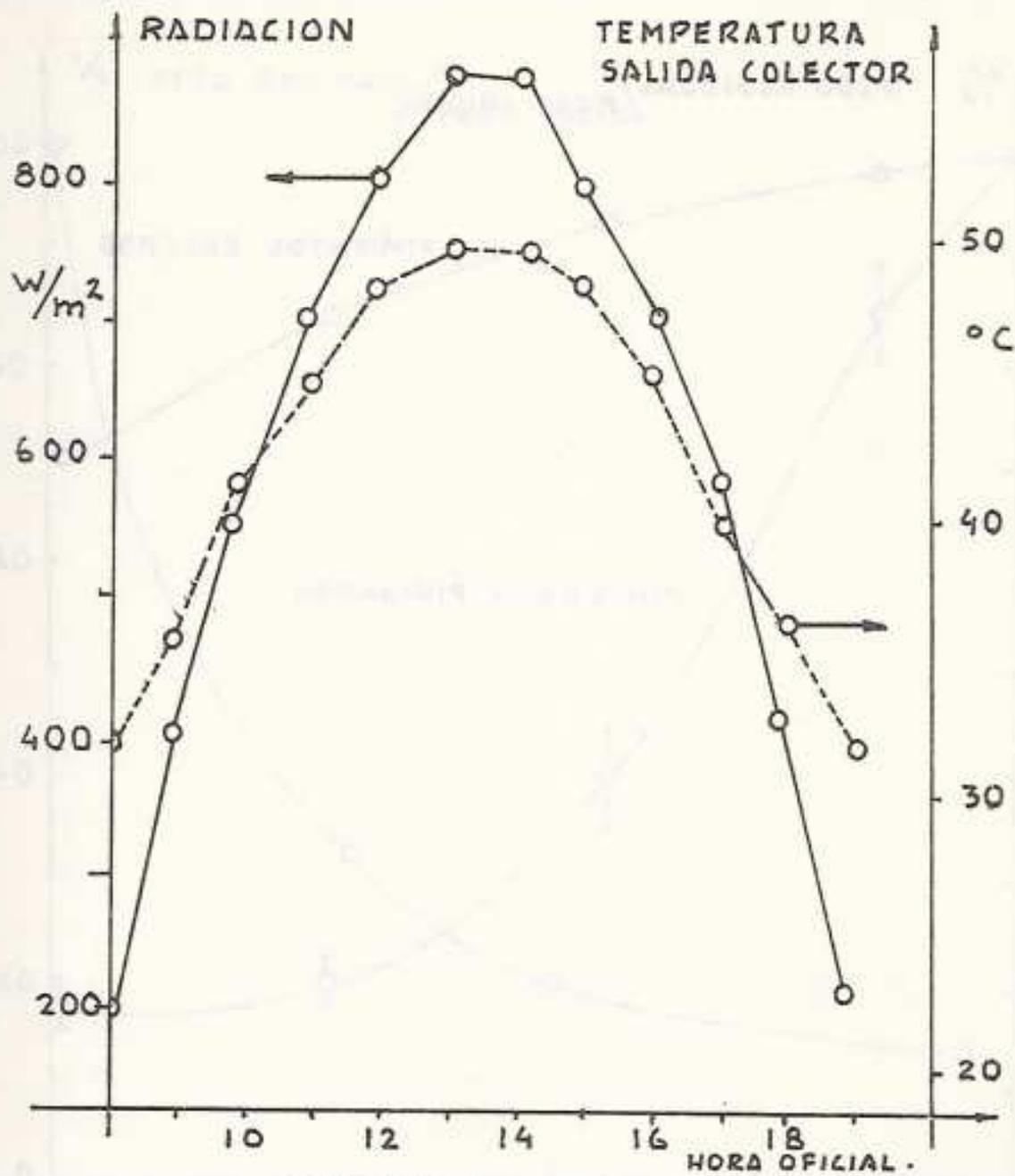


FIG 2.- ESQUEMA DE UN SECADERO DE CIRCULACION FORZADA Y DE LA EVOLUCION DEL AIRE EN EL.



— RADIACION
 - - - - - TEMPERATURA

FIG. 3.- TEMPERATURA DE SALIDA DEL COLECTOR PARA DIFERENTES RADIACIONES.

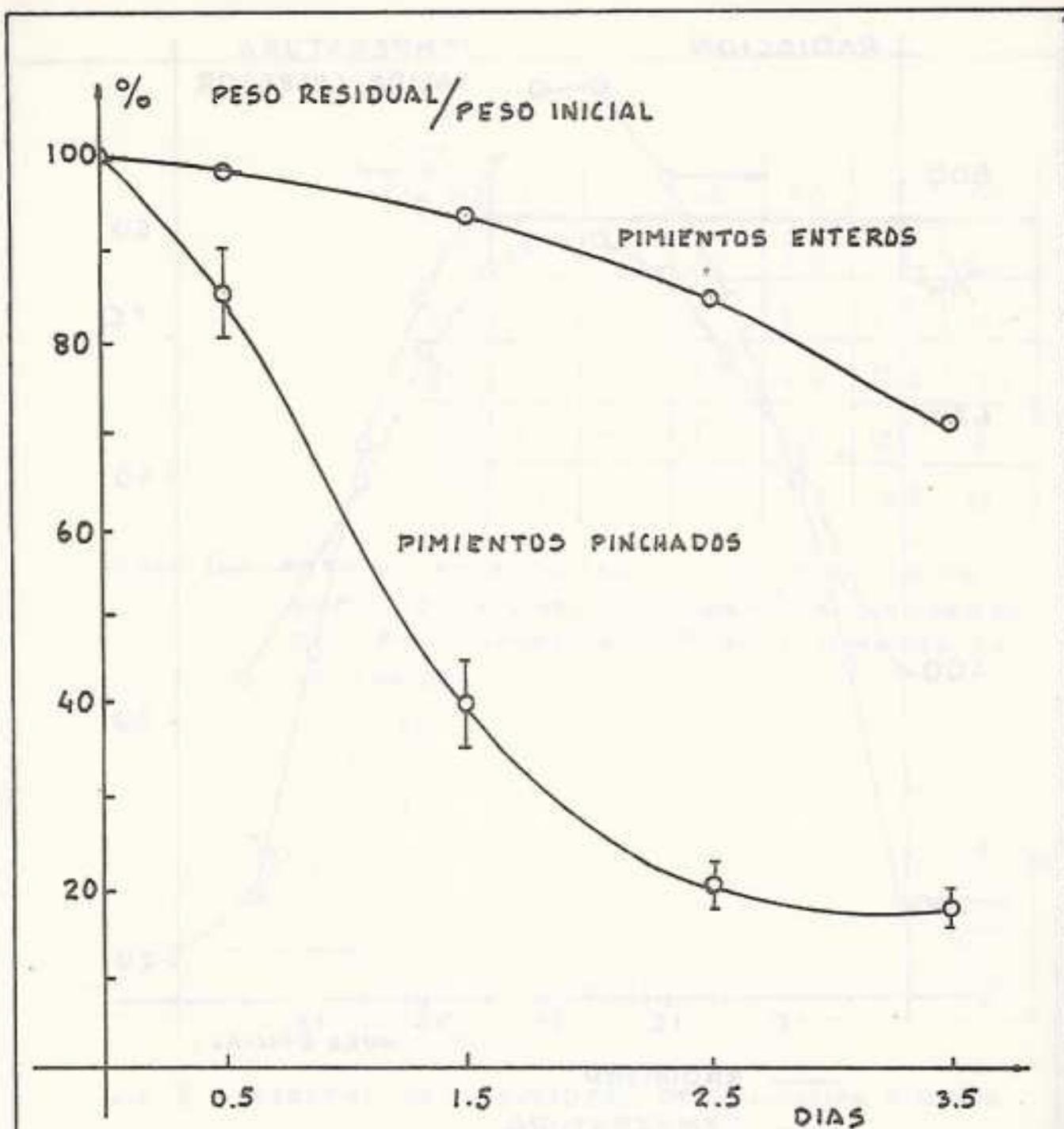


FIG. 4a.- DISMINUCION PORCENTUAL DEL PESO DE PIMIENTO EN EL SECADO SOLAR REALIZADO EN LA CIUDAD DE SALTA.

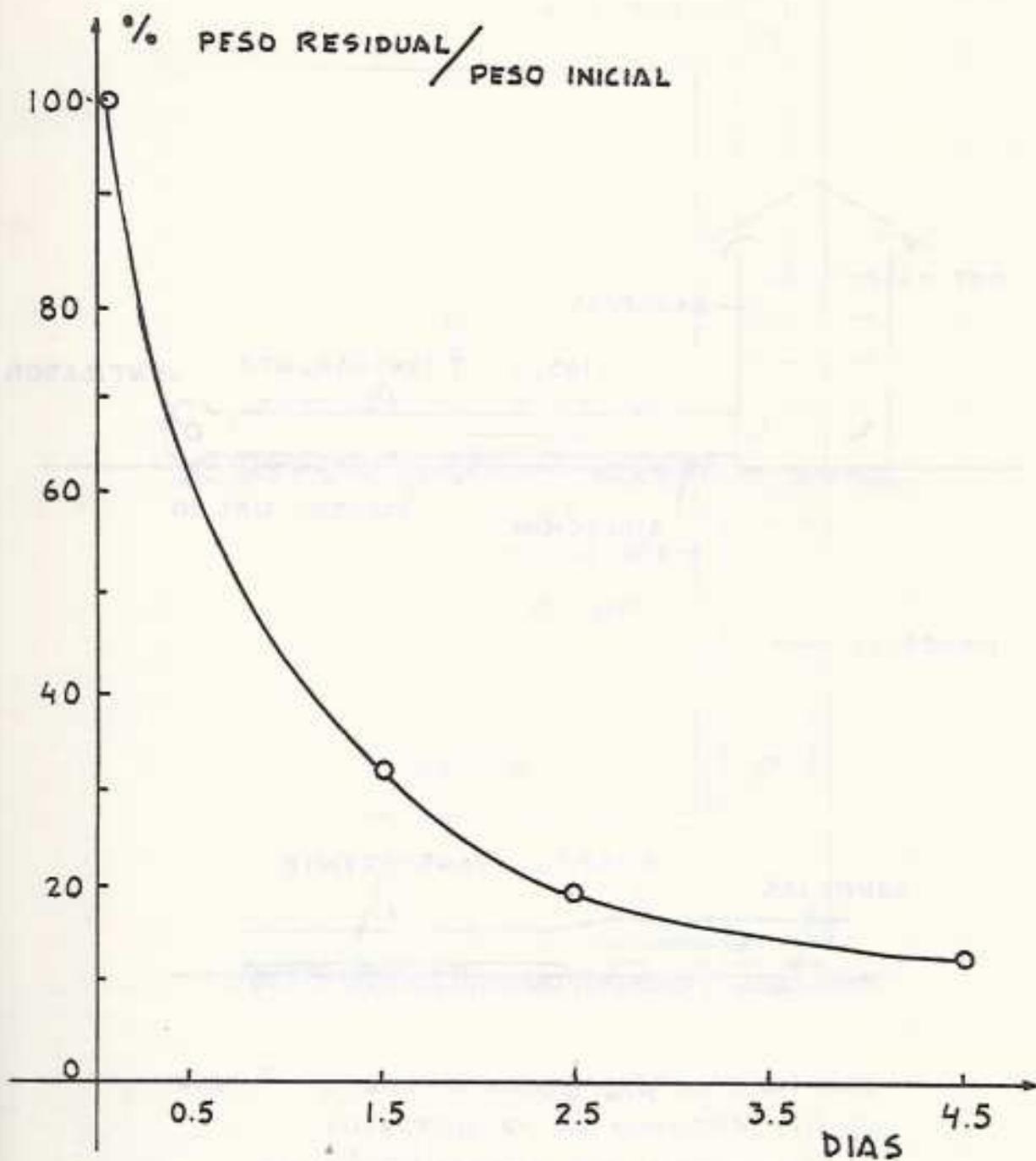


FIG. 46.- DISMINUCION PORCENTUAL DEL PESO DE PIMIENTO EN EL SECADO SOLAR REALIZADO EN CACHI .

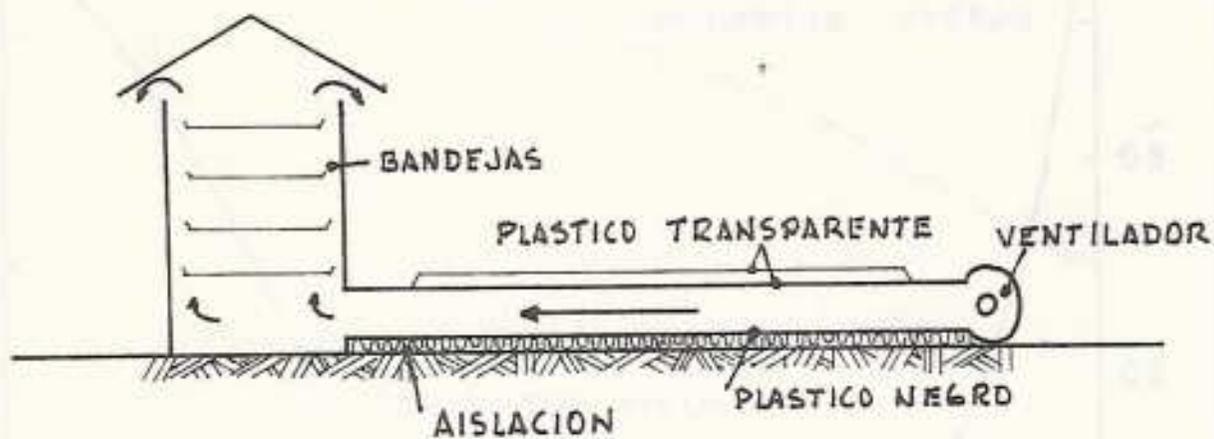


FIG. 5.-

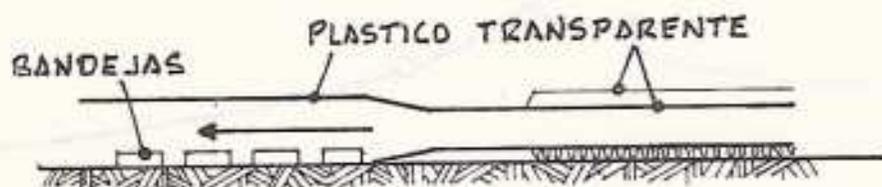


FIG. 6.-

ESQUEMAS DE SECADERO SOLAR
CON COLECTOR DE PLASTICO.

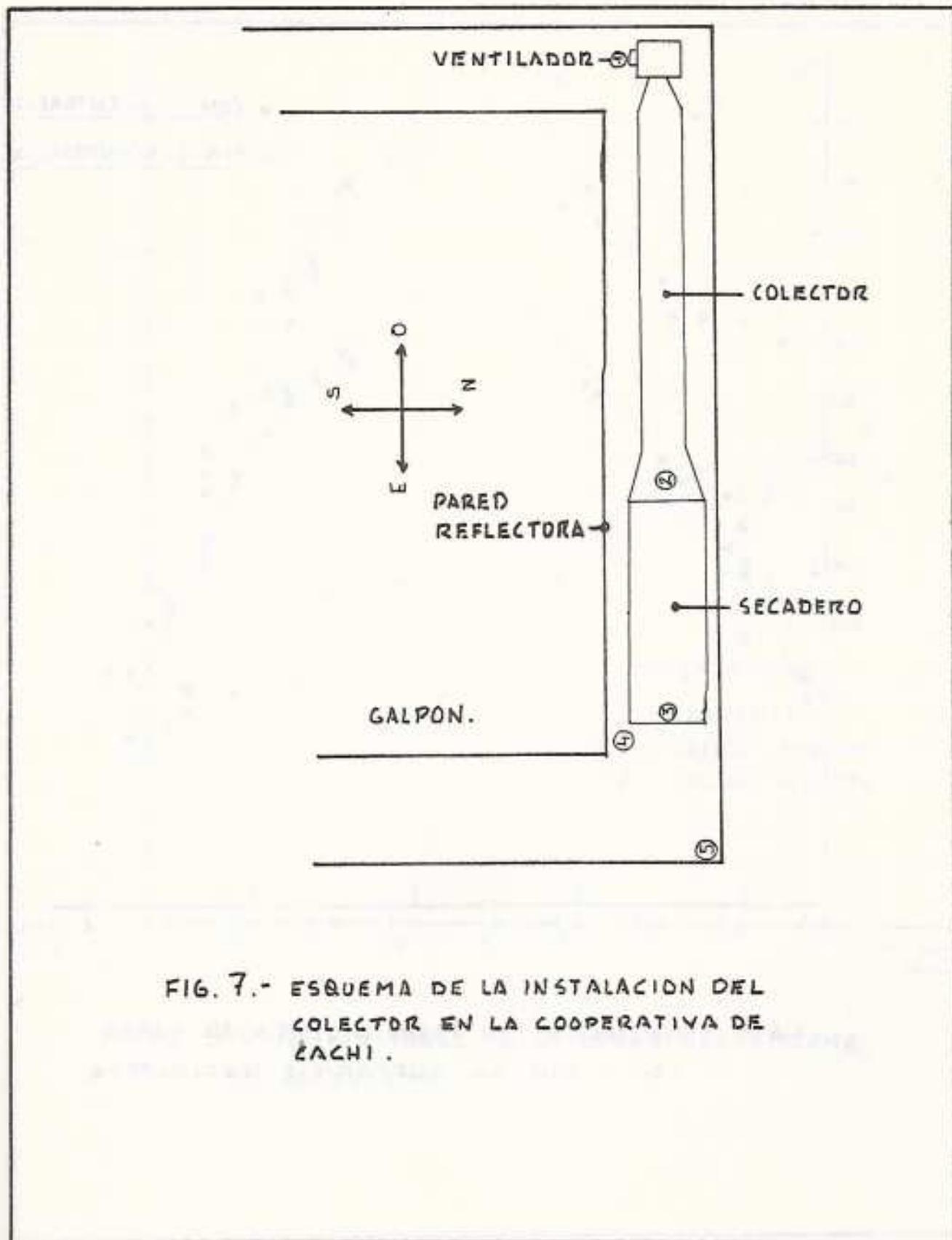


FIG. 7.- ESQUEMA DE LA INSTALACION DEL COLECTOR EN LA COOPERATIVA DE ZACHI.

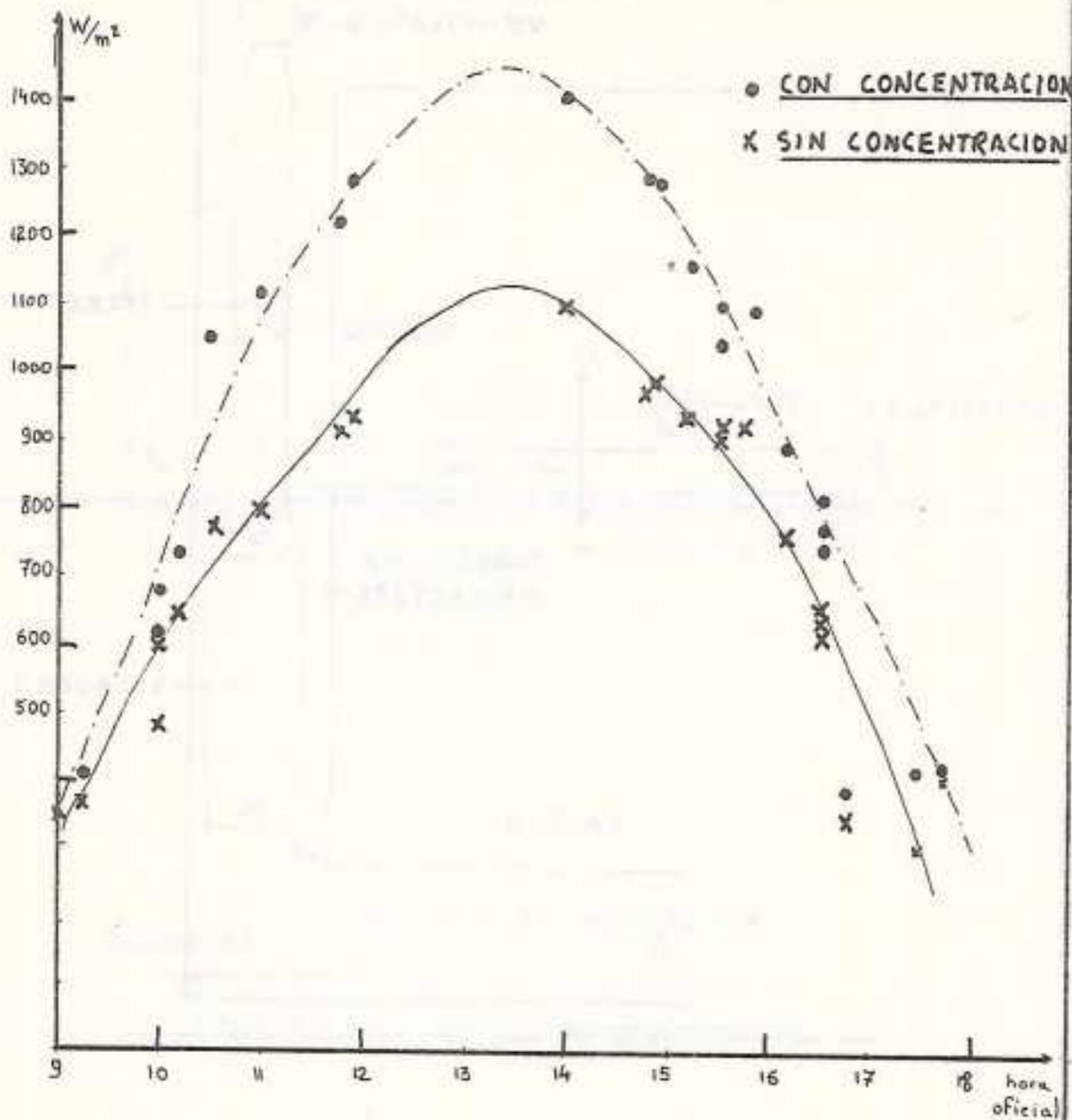


FIG. 8 .- RADIACION EN CACHI A DISTINTAS HORAS
 CON Y SIN LA SUPERFICIE REFLECTORA.

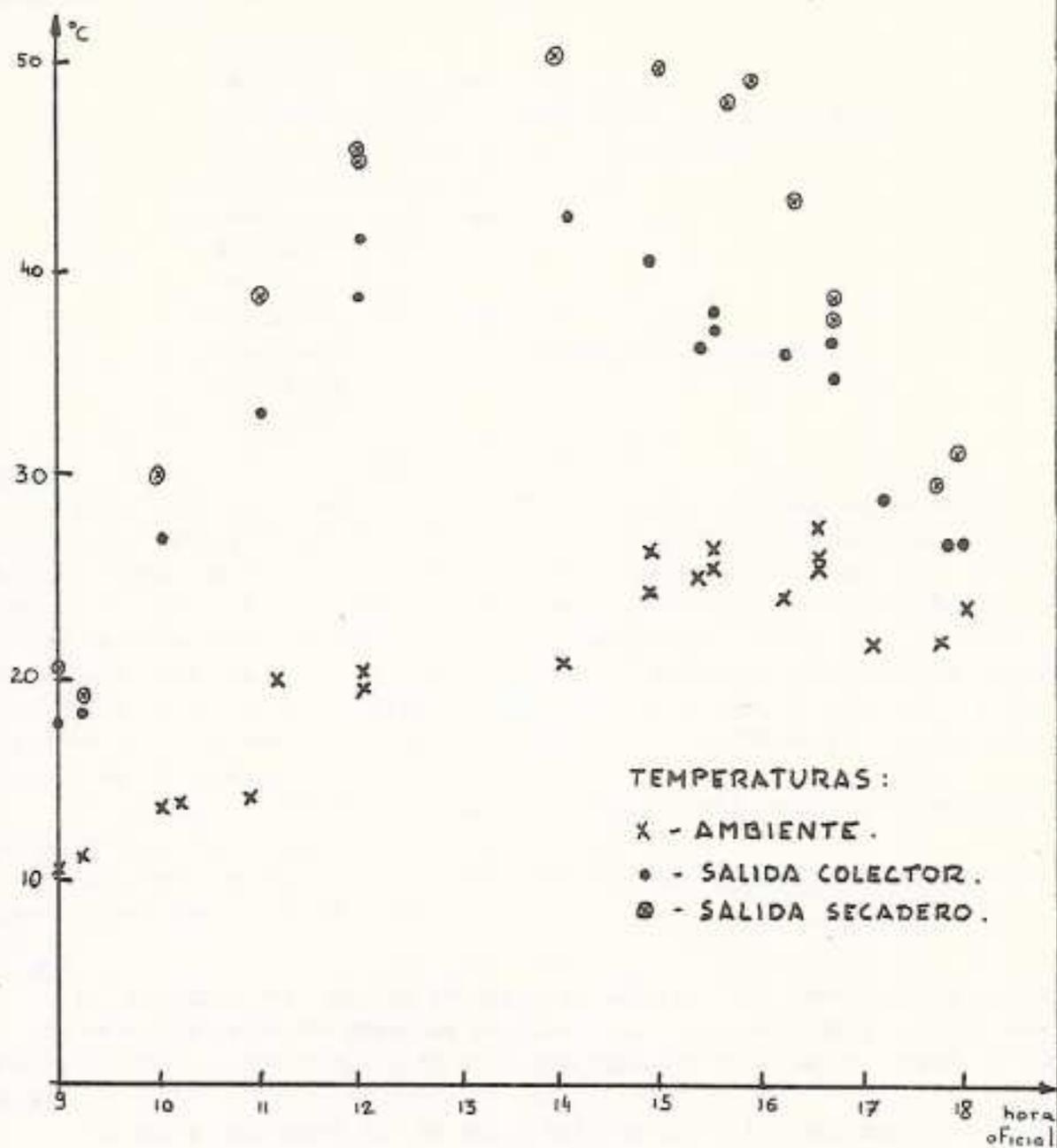


FIG. 9 .- TEMPERATURAS A LO LARGO DEL SISTEMA DE SECADO .