

SECADO SOLAR DE PIMIENTO EN SANTA MARIA - CATAMARCA

J.R. Segui, V. Garcia y Silvia de Biagi
INENCO-UNIDAD DE INVESTIGACION CATAMARCA+
Fac. de Ciencias Agrarias - UNCa.
C.C. 189 - 4700 Catamarca

A. Iriarte* y A. Amaya
Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología
Gobierno de Catamarca

L. Saravia* y R. Echazú
INENCO++, Universidad Nacional de Salta
Buenos Aires 177 - 4400 Salta

RESUMEN

La producción de pimiento para pimentón constituye una de las principales actividades económicas del Valle Santamariano. La necesidad de conseguir una mejor rentabilidad y el acceso a nuevos mercados obliga a los distintos sectores comprometidos, a pensar en una readaptación del proceso productivo que involucre tanto el aspecto agrícola del cultivo como su posterior transformación agroindustrial.

En este sentido el secado del pimiento es uno de los temas que más preocupa por su influencia tanto en el rendimiento como en la determinación de la calidad final del pimentón.

Se ha realizado un diseño de secadero solar constituido por colectores de plásticos sobre lecho de piedras y recinto de secado, tipo túnel, en cuyo interior se desplazan en tanden un grupo de nueve carros porta bandejas.

Se analizan los distintos aspectos de una experiencia de secado de pimiento realizada durante la campaña Abril - Mayo de 1988 y se evalúa el comportamiento tecnológico del diseño.

INTRODUCCION

El Valle de Santa María, inserto en el departamento catamarqueño del mismo nombre, constituye el extremo sur de los valles calchaquies. Toda esta región, que se extiende hasta la provincia de Salta, presenta condiciones agroecológicas aptas para el cultivo del pimiento pimentonero. Tal es así que en la actualidad, la casi totalidad del pimentón producido en el país proviene de esta región del noroeste argentino.

Sin embargo, y a pesar de su larga tradición pimentonera, el sistema productivo presenta diversas falencias que se profundizan especialmente a la hora de competir en costo y calidad con pimentón proveniente de otros países, tales como España, produciendo una demanda inestable en el mercado interno.

- * Miembro de la Carrera de Investigador del CONICET
- + Convenio UNCa. - UNSa. - CONICET
- ** Financiado por el Gobierno de Catamarca
- ++ Instituto UNSa. - CONICET.

Sin duda que ésta problemática que afecta a la producción pimentonera resulta de la interacción de diversos factores provenientes del manejo agrícola del cultivo, del tratamiento post cosecha y de un deficitario sistema de comercialización, como así también de agentes socio-económicos propios de un sistema básicamente minifundista.

Por tratarse de un cultivo con una gran incidencia sobre la economía regional, su situación preocupa seriamente y ello se ve reflejado en el convenio que en 1987 firmaron el Poder Ejecutivo Provincial, la Universidad Nacional de Catamarca y la Municipalidad de Santa María, donde las partes se comprometen a contribuir con sus recursos materiales económicos, científicos y técnicos a fin de mejorar sistemáticamente la productividad de la explotaciones pimentoneras.

En este sentido, uno de los aspectos primario a mejorar es el secado del pimiento previo a su molienda. El método tradicional de secado en canchas, al aire libre, provoca normalmente deterioros en el fruto que, sumados a la contaminación con polvo y otras partículas extrañas, desmerecen sensiblemente su calidad. La incorporación de secaderos que reduzcan el tiempo de secado y protejan al producto de las adversidades climáticas y de seres biológicos perjudiciales, contribuirá sin duda a lograr mayores rendimientos y mejor calidad para aspirar a nuevos mercados.

El elevado costo actual de los combustibles tradicionales sumados a las carencias energéticas propias de la provincia y las dificultades para contar con un suministro adecuado y confiable durante los períodos de campaña, aconsejan ensayar tecnologías que aprovechen la energía solar como fuente térmica, considerando las características de alta radiación de la región.

II.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE DISEÑO

El prototipo experimental fue diseñado para realizar ensayos directos a campo, con capacidad para procesar volúmenes a nivel semi-industrial. Se construyó en la Granja Municipal distante aproximadamente a 3 km de la ciudad de Santa María, en un predio cercano a la Estación Experimental Agrícola de la Subsecretaría de Asuntos Rurales de la Provincia, donde se realizan distintas experiencias e investigaciones referidas a pimiento pimentonero.

A los fines de la descripción se puede dividir el secadero en dos sectores bien diferenciados: un área de colección solar utilizada para calentar el flujo de aire y un recinto o túnel de secado donde se distribuye en bandejas el producto a procesar. Intermedio entre ambos sectores se encuentra la bomba de impulsión del sistema activo, constituido por un electro-ventilador de 1,5 HP (trifásico) que succiona el aire caliente de los colectores solares y lo insufla en el interior del túnel a través de un conducto cilíndrico de polietileno de 0,50 m de diámetro. El área de colección, de 200 m² en total, esta representada por dos colectores solares, cada uno constituido por un lecho de piedras de 2 m de ancho por 50 m de largo, (Fig. Nº 1) orientados en sentido Este-Oeste y dispuesto sobre planchas aislantes de poliestireno expandido de 1" de espesor. Para una mejor absorción de la radiación, las piedras fueron pintadas de color negro mate. Cada lecho fue cubierto en toda su extensión por una lámina de polietileno tipo U.V.T. de 150 micrones dispuesta sobre una estructura abovedada de malla SIMA de ϕ 4,2 mm, formando un reticulado de 0,15 x 0,25 m, y dejando una luz libre de 0,20 m

en la parte central del ducto. En el extremo correspondiente a la boca de entrada de aire al colector, se levantó un muro protector de 0,50 m de alto para reducir el ingreso de polvo y de otras impurezas, mientras que en el extremo ambos colectores desembocan en un recinto de forma adecuada, recubierto por el mismo tipo de polietileno y que los vincula directamente con la boca de succión del electroventilador. El recinto de secado se construyó en forma de túnel orientado en dirección Norte-Sur, es decir perpendicular a la disposición de los colectores, sobre cimientos de hormigón bicloqueo de 0,40 m de espesor.

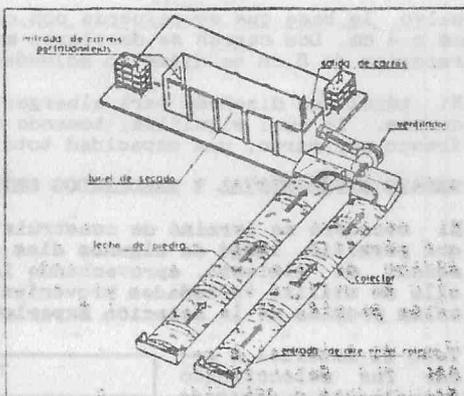


Fig. Nº 1

Las paredes laterales son de mampostería de suelo-cemento de 15 cm, con contrafuertes de refuerzo de 30 cm x 30 cm cada 3 m de distancia. Las dimensiones internas del túnel son: 12 m de largo por 0,80 m de ancho por 1,50 m de alto. El techo presenta tirantes transversales de caña común, separados aproximadamente 1,50 m entre sí y dispuestos a lo largo de todo el túnel. Sobre los mismos se apoyaron planchas de poliestireno expandido de 2,5 m de espesor que actúan como aislante del sistema en la parte superior. A continuación se usó un armazón de cañas recubierto con torteado de barro (cañizo) siguiendo el estilo de construcción de los techos de las viviendas de la zona. Para evitar filtraciones de agua al interior del túnel, especialmente en épocas de lluvia, el cañizo se cubrió con una lámina de polietileno en toda su longitud. Posteriormente y por razones simplemente de diseño y protección, todo el techo se recubrió con una fina capa de cemento. El extremo norte se cierra con mampostería de suelo cemento, dejando solamente una abertura donde se conecta el conducto proveniente del ventilador, mientras que el extremo sur queda abierto para permitir la carga del producto, cerrándose la entrada con un simple marco de tela mosquitera para evitar que se introduzcan insectos o roedores.

La descarga se realiza por una puerta lateral, aislada, ubicada sobre la pared oeste en el extremo norte del túnel.

El piso se compactó con suelo-cemento para evitar las voladuras de polvo cuando trabaja el secadero. Para permitir el desplazamiento de los carros porta bandejas, se construyó un cordón de cemento de 20 cm de ancho por 5 cm de alto dispuesta a lo largo de todo el túnel, salvo los últimos 1,50 m del extremo norte donde el piso de cemento cubre todo el ancho del túnel para favorecer la salida lateral de los carros. Para su ingreso al interior del recinto, el producto se dispone en bandejas de 0,70 m x 1,00 m, construidas con hierro de ϕ 4,2 y con rejilla plástica de las utilizadas para confeccionar bolsas de cebolla. Estas a su vez se cargan en un carro portador con capacidad para transportar hasta nueve (9) bandejas. El mismo está construido con caño estructural de sección cuadrada de 2 cm x 2cm,

salvo la base que se refuerza con caño de sección rectangular de 2 cm x 4 cm. Los carros se desplazan montados sobre cuatro ruedas giratorias de 8 cm de diámetro soldadas a la base.

El túnel fue diseñado para albergar en su interior un máximo de 10 carros, lo cual significa, tomando como promedio 60 kg de pimiento fresco por carro, una capacidad total de 600 kg.

ENSAYO EXPERIMENTAL Y RESULTADOS OBTENIDOS

El secadero se terminó de construir en el mes de Marzo de 1988, lo que permitió, luego de algunos días de ajuste, realizar un ensayo de secado de pimiento, aprovechando la última fase de cosecha. Para ello se utilizó variedades provenientes de fincas vecinas y de parcelas propias de la Estación Experimental Agrícola de Santa María.

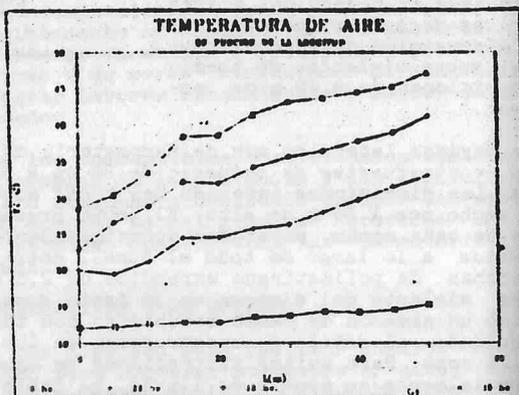
Todo el material a secar fue seleccionado manualmente y separado de acuerdo con los diferentes colores que se presentaban, el grado de sanidad y el porcentaje de humedad existente en el momento de cosecha. Además se tomó material directamente de canchas de secado al aire libre, donde el pimiento ya tenía una exposición solar de entre 4 y 10 días.

Posteriormente el pimiento seleccionado fue cuidadosamente lavado a mano para eliminar cualquier tipo de impureza y asegurar así la entrada al secadero de un producto en óptimas condiciones de limpieza. Este lavado se realizó incluso hasta con el pimiento proveniente de las canchas. Luego de un breve tiempo de escurrimiento (aproximadamente 15 a 20 minutos) se procedió a acondicionarlo para el secado.

En este caso, y a fin de evaluar la velocidad y característica del secado, una parte del pimiento seleccionado se ubicó entero en las bandejas, distribuido uniformemente en una capa única del espesor de un pimiento.

En una primera fase se pudo evaluar el comportamiento de los colectores que mostraron características muy similares entre sí, por lo que lo descripto para uno es válido para los dos.

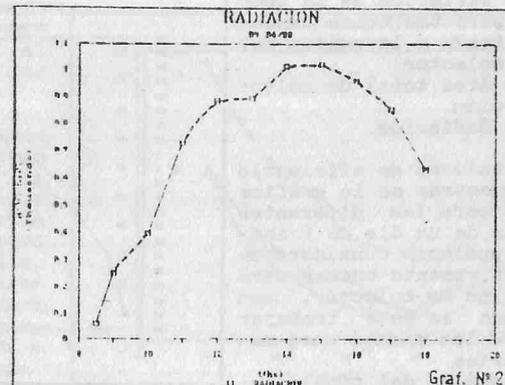
La gráfica N° 1 muestra la evolución de la temperatura del aire en el colector desde la entrada hasta la salida del mismo, para diferentes horas de un día (09-04-88). Los valores se midieron en puntos fijos a lo largo del colector, separados entre sí una distancia de 5 metros. En la misma se puede observar como a medida que avanzamos hacia las horas de mayor radiación, la diferencia se hace más



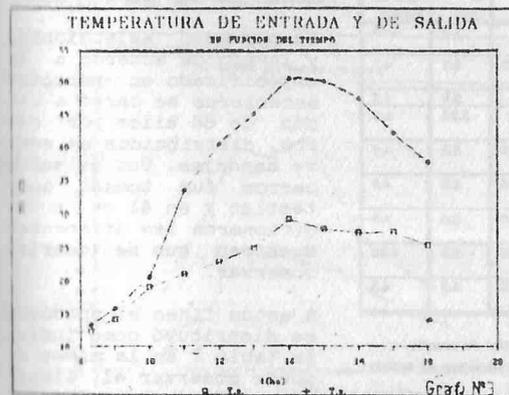
Gráf. N° 1

notable entre ambos puntos aún cuando el incremento de la temperatura en los últimos 10 metros no resulta muy significativo.

La gráfica N° 2 muestra la radiación tomada en ese día alcanzando el máximo alrededor de las 15 horas, prácticamente coincidente con la curva de mayor temperatura de la gráfica anterior.



La variación de la



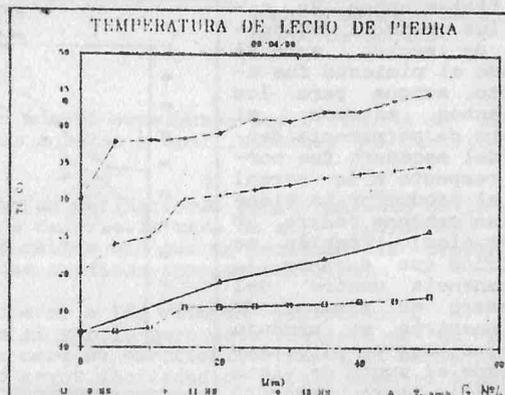
Gráf. N° 3

Gráfica N° 4). La velocidad promedio del aire, en el interior del colector, medido con un anemómetro de hilo caliente, fue de 3,1 m/seg. Con esta velocidad y con los valores de temperatura y radiación se calcula la eficiencia (η) del colector utilizando la expresión:

$$\eta = \frac{m \cdot Cp \cdot T}{At \cdot R}$$

m = caudal de aire en circulación

At = Calor específico del aire.



temperatura del aire a la entrada de los colectores para distintas horas de un día como así también los valores de salida para las mismas horas, los podemos observar en la gráfica N° 3, donde se puede verificar que las diferencias son mínimas en las primeras horas, para luego seguir el ritmo de la radiación, aspecto éste que también se observa en la evolución de la temperatura del lecho de piedras (Gráf-

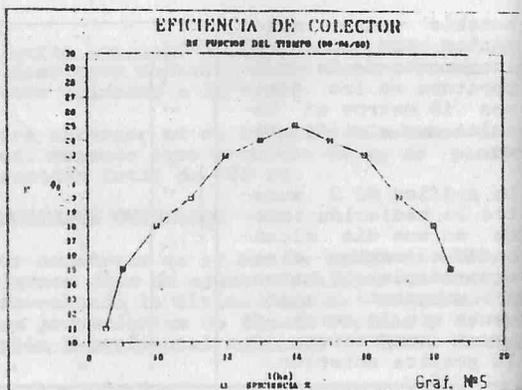
T = Variación de la temperatura entre la entrada y la salida del colector.

At = Area total de colección.

R = Radiación.

Los valores de eficiencia se muestran en la gráfica Nº 5 para las diferentes horas de un día de trabajo, pudiendo considerarse relativamente buenas para el tipo de colector, aún cuando se debe trabajar sobre los mismos para mejorarlas.

El ensayo del túnel co-



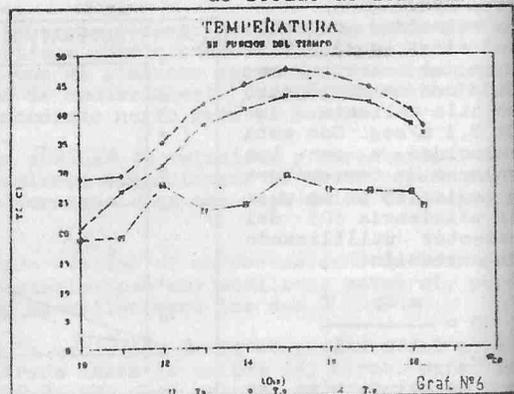
Productos	Bandejas	mf (kg)	mf (kg)	ts (hs)	ts (días)	agua eva parado
Semi-oscuro lavado, cortado a/sarriño	1	6.6	2.25	17	1.5	3.75
Cortado por la mitad a/sarriño	2	6.6	1.3	35.45	3.5	4.7
Enteros sin lavar	3	6.6	1.8	50	5.0	4.2
Cortado a/sarriño escasa selección	4	6.6	1.1	27.5	2.25	4.9
Cortado a/sarriño seleccionado	5	6.6	1.1	27.45	3.5	4.9
Cortado por la mitad con sarriño	6	6.6	1.15	35.45	3.5	4.9
Cortado por la mitad con sarriño	7	6.6	1.4	35.45	3.5	4.6
Cortado por la mitad con sarriño	8	6.6	1.35	35.45	3.5	4.65
Cortado por la mitad con sarriño	9	6.6	1.5	35.45	3.5	4.5

REFERENCIAS

mf: Paso del producto fresco ts: Tiempo solar de secado
mf: Paso del producto seco ts: Tiempo cronológico de secado

TABLA I

tos tratamientos. En todos los casos la velocidad de secado aumentó cuando el pimiento fue abierto, aunque para los pimientos enteros el tiempo de permanencia dentro del secadero fue corto respecto a lo normal que el productor lo tiene en las canchas (entre 20 y 30 días). También se verificó que durante la permanencia dentro del secadero en ninguna de las muestras se produjo alteraciones en el color y desde el punto de vista sanitario no se registró la evolución de ningún



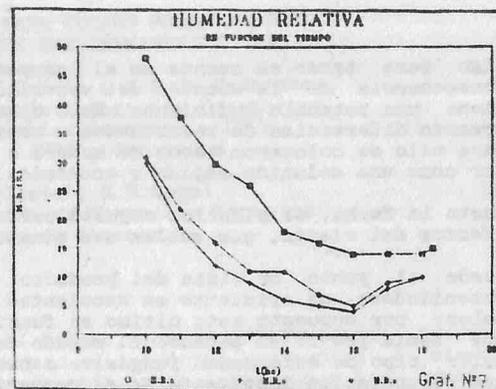
menzó el día 10/04/ 88.

El pimiento seleccionado y lavado de acuerdo a lo especificado en párrafos anteriores se cargó a razón de 60 kilos por carro, distribuidos en nueve bandejas. Uno de estos carros fue tomado como testigo y en él se acondicionaron las diferentes muestras que se querían observar.

A estos fines el producto se distribuyó como indica la tabla I En la misma se puede observar el tiempo de secado de los distin-

tipo de enfermedad, ni siquiera en aquellos pimientos que entraron al secado con puntos de infección.

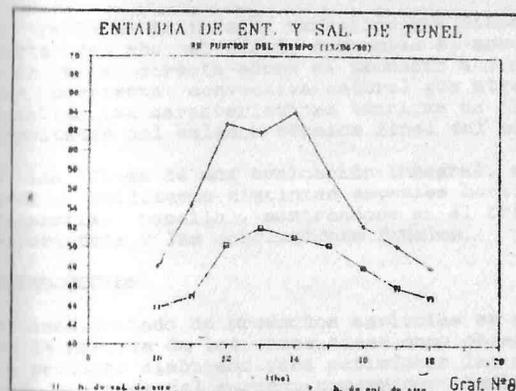
En la gráfica Nº 6 pueden observarse las curvas correspondientes a la temperatura del aire, a la entrada del túnel y a la salida del mismo, para diferentes horas del día, al igual que la temperatura ambiente. La primera guarda una estrecha relación con la temperatura a la salida de los colectores y la escasa diferencia que se tiene con



la temperatura de salida del túnel, se debe a falta de masa en el interior del mismo.

En la gráfica Nº 7 se puede observar como el aire, al ser calentado en los colectores pierde una cantidad significativa de humedad, lo que favorece posteriormente el secado.

La gráfica Nº 8 muestra la variación de la entalpía del aire a la entrada y salida del túnel, con la cual se pudo calcular la cantidad de calor ganado y perdido en el recinto de secado.



CONCLUSIONES

En general el secadero mostró excelentes posibilidades de uso, si bien requiere de ciertos ajustes y modificaciones que contribuyan a mejorar la eficiencia.

Los colectores mostraron un satisfactorio comportamiento en la colección y transferencia de calor a la masa de aire, pudiéndose quizás acortar los últimos 10 metros sin que se recienta la temperatura, según se desprende de las gráficas correspondientes.

Aparentemente y de acuerdo a los valores registrados, se podría ampliar algunos metros el túnel, pero esto requiere de un próximo ensayo a carga completa para su verificación. Esto sí sería factible para otros productos de mayor facilidad de secado como el órgano del cual se hizo una corta experiencia.

Algo para tener en cuenta es el "chupado de los colectores" como consecuencia de la succión del ventilador, especialmente si este tiene una potencia suficiente. Esto disminuye la sección del ducto creando diferencias de velocidades y resistencias a la circulación. Para ello se colocaron tacos de madera a lo largo de todo el colector como una solución rápida y económica.

Hasta la fecha, el plástico soportó perfectamente la radiación y los efectos del viento, que suelen ser considerables en esa zona.

Desde el punto de vista del producto, el resultado fue óptimo obteniéndose un pimiento en excelentes condiciones de limpieza y color; por supuesto esto último en función del grado de maduración que tenía previo al secado. El secado detuvo la difusión de cualquier tipo de enfermedad fungósica o bacteriana lo cual significa una recuperación importante en el requerimiento y la calidad posterior del pimentón.