

SECADO DE PRODUCTOS AGRICOLAS CON INVERNADERO DOBLE MACRO TUNEL:

ENSAYOS PRELIMINARES*

A. Iriarte[#] y V. García,

INENCO, Catamarca

Fac. de Ciencias Agrarias - U.N.Ca.

Mtro. Quiroga N° 93 - 4700 Catamarca

D. Carabajal y L. Tomalino

INTA, E.E.A Catamarca

L. Saravia[#] y V. Passamai

INENCO - Salta - U.N.Sa.

RESUMEN

La necesidad de disminuir los tiempos, optimizar el proceso y bajar los costos del secado solar de productos agrícolas nos ha inducido al desarrollo de un sistema que utiliza la estructura de un invernadero macro-túnel doble. El sistema cumple con la doble función de ser un invernadero productivo en el invierno y durante el verano un colector térmico solar y secador.

En el presente trabajo se analizan los ensayos de puesta a punto del secadero para diferentes productos teniendo en cuenta temperatura, humedad, curvas de secado y fundamentalmente el estado final en lo que se refiere a calidad y sanidad.

INTRODUCCION

El secado de productos agrícolas es una actividad que en la mayoría de los casos tiene como objetivo la obtención de un producto elaborado para satisfacer las necesidades de determinados sectores del mercado consumidor, pero también es un medio para conservar alimentos en regiones cuyas características climáticas limitan los periodos de cultivos al aire libre. En estas poblaciones se advierte un déficit en la producción invernal que podría ser cubierta mediante la producción bajo invernadero.

El sistema que se propone [1], consiste en acondicionar el interior de un invernadero en tres sectores, uno como colector solar, otro como un recinto o túnel de secado, y una cámara de calentamiento auxiliar. El espacio destinado al colector térmico solar se cubre con una lámina de plástico negro de 200 micrones, que lo asemeja a una placa colectora. El plástico negro y la cubierta de plástico del invernadero constituyen un ducto por donde circula el aire que ingresa al colector succionado por un ventilador centrífugo ubicado en el túnel de secado, pasando previamente por la cámara de calefacción auxiliar. El sistema de calefacción auxiliar utiliza un quemador diseñado para la utilización de desechos agrícolas o leña como combustible [2].

En el presente trabajo se analizan los resultados obtenidos en los ensayos de puesta a punto de las diferentes componentes del sistema invernadero - secadero tipo macro-túnel doble, utilizando como productos a secar cebolla, tomate y pimiento para pimentón. Se detallan los cambios realizados respecto al diseño original, la metodología usada, así como las curvas características del colector térmico solar y de cada producto.

MATERIALES Y METODOS

En un trabajo anterior [1] se han descripto los detalles constructivos y el comportamiento térmico de los diferentes componentes de un invernadero macro-túnel doble en su función de secador de productos agrícolas pero sin carga. También se analizó el balance de energía tanto en el colector como en la cámara de calentamiento auxiliar, demostrándose la factibilidad de complementar la energía solar con la biomasa.

Durante el proceso de puesta a punto se mejoraron algunos aspectos constructivos, fundamentalmente en lo que se refiere a una adecuada fijación de los plásticos y se resolvió algunos problemas derivados de la canaleta de desagüe que une a los dos macro-túneles. Asimismo, se cambiaron los dos ventiladores axiales de % HP por un turbo ventilador centrífugo de 1,5HP, con lo que se logró aumentar la velocidad de aire a través del producto a valores comprendidos entre 1 y 1,5 m/s, nivel óptimo de circulación de aire para lograr un secado uniforme.

*

Parcialmente financiado por:

INENCO, BID - CONICET N° 307

SEDECYT - UNCa.

E.E.A. - INTA, Catamarca

#

Miembro de Carrera del CONICET

Para la medición de las variables más importantes se utilizó un sistema de adquisición de datos compuesto por una computadora PC/AT 286 y una tarjeta PC LAB 812. La temperatura se midió con sensores tipo termistores NTH2011C, calibrados con termómetros de mercurio, la radiación se la obtuvo con un radiómetro Kipp & Zonnen, la velocidad del aire en el interior del túnel de secado se midió con anemómetro manual de hilo caliente, la velocidad del viento con un anemómetro de cazoleta, y para el pesado de las muestras se utilizó una balanza digital Mettler de rango 0 - 5 kg \pm 0,1 gr.

Durante los ensayos, en cada bandeja se ubicaron pequeñas bandejas de muestreo como testigo, las cuales se pesaban cada hora para determinar la pérdida de humedad del producto y establecer su correlación con el tiempo (curvas de secado). También, en todos los casos se determinó el peso de la materia seca en laboratorio utilizando el método tradicional de secado en estufa a 104 °C.

Durante tres meses se realizaron ensayos para determinar las fallas del sistema y ajustar cada una de las componentes del mismo. De todos los ensayos realizados se detallan a continuación los más significativos:

Secado de cebolla

Para el ensayo final se usó cebolla variedad Ancasti - INTA, lavada, pelada y cortada en rodajas de aproximadamente 1 cm de espesor. Se utilizó un solo carro portabandejas con siete bandejas cargadas con 9,8 kg cada una.

La cebolla ingresó con un peso total de 68,6 kg y fue retirada del túnel de secado cuando el promedio de las muestras testigos llegaron a una relación entre el peso final y el peso inicial $P/P_0 \cdot 100 = 15 \%$, con una pérdida de agua del 85 %. El tiempo de secado fue de 23 horas, obteniéndose 10,3 kg de cebolla deshidratada como producto final. El aspecto del producto obtenido fue inferior a los niveles exigidos para su comercialización. La materia seca de la cebolla utilizada fue de 9,51 % respecto al peso húmedo.

Secado de tomate

Se utilizaron dos carros portabandejas con siete bandejas cada uno, cargados con un total de 84 kg de tomate perita Cultivar Río Grande, seleccionados, lavados, cortados en rodajas de 0,5 cm de ancho y en forma de bastoncitos. El tomate fue retirado del túnel de secado cuando el promedio de las muestras testigos llegaron a una relación $P/P_{JO0} = 12,8 \%$, con una pérdida de agua del 87,2 %, obteniéndose 770 grs de producto final de muy buena calidad y buen estado bromatológico. La materia seca del tomate fue el 6 % respecto al peso húmedo.

Secado de pimiento

La experiencia de pimiento se realizó en dos etapas, las que permitieron completar el periodo de ajuste y ensayar un secado a mayor escala. La variedad que se utilizó fue el tipo Trompa de elefante (*Capsicum anum* C.V.), seleccionados, lavados y cortados en rodajas de 0,5 cm y en bastoncitos, la materia seca del pimiento fue del 9,5 % respecto al peso húmedo.

En el primer ensayo se utilizaron al igual que con el tomate, dos carros portabandejas con siete bandejas cada uno cargadas con 5 kg, lo que hace un total de 35 kg por carro. Se retiró el producto cuando el promedio de las muestras testigos indicaban una relación de $P/P_0 \cdot 100 = 25 \%$, obteniéndose 17,5 kg de producto final de muy buena calidad y excelente estado bromatológico.

En el segundo ensayo se cargaron seis carros con un total de 205 kg que se fueron introduciendo en forma discontinua de a uno por vez, obteniéndose 50,4 kg de producto final de muy buena calidad y excelente estado bromatológico.

RESULTADOS

La Fig. 1. muestra las curvas de secado de los tres productos ensayados durante el periodo de ajuste del prototipo, se observa como el tomate por sus características fisiológicas alcanza su punto de deshidratadón después de haber estado 33 horas en el túnel de secado, correspondiendo a 13 horas reales de secado. La cebolla permaneció durante 40 horas, con un tiempo real de secado de 23 horas, mientras que el pimiento necesita un tiempo más prolongado para alcanzar su estado óptimo de secado. Como se puede observar ha permanecido 3 días en el secadero, siendo el tiempo real de secado de 29 horas, teniendo en cuenta que durante la noche la pérdida de agua es despreciable en comparación con lo que se produce durante el día.

En la Fig.2 se observa la pérdida de peso del ensayo 1 con pimiento, en donde se tuvo en cuenta la ubicación de las muestras en cada una de las siete bandejas del primer carro, a efectos de tener una información sobre la distribución del aire que circula a través del producto en el túnel, como así también el tiempo de secado para cada posición. Para una mejor representación se ha elegido la bandeja de arriba (bandeja 7), otra de abajo (bandeja 1), y dos en el medio (bandejas 3 y 5). La pérdida total de agua de este carro fue de 85 % respecto del producto húmedo. Del análisis de los datos, se observa que la bandeja 7 es la que mayor velocidad de secado ha tenido y perdiendo durante las 10 primeras horas el 67 % de agua. Asimismo la más desfavorable es la bandeja 1, ubicada en la parte más baja del carro. Esto indica que la distribu-

ción del aire a través de las bandejas no era aún el adecuado. También se adviene que en el segundo y tercer día la pérdida de agua es muy pequeña, situación atribuible al tipo de bandejas y a la disminución del área ocupada por el producto.

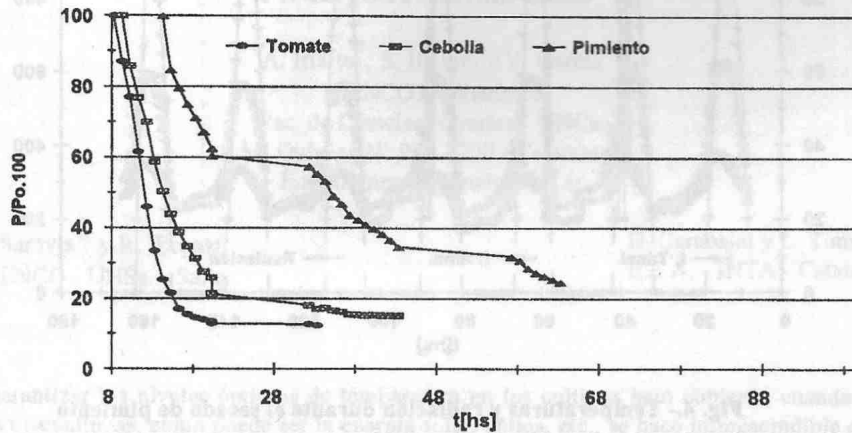


Fig.1. Curvas de velocidad de secado de la cebolla, el tomate y el pimiento para pimentón.

La Fig.3 muestra la velocidad de secado correspondiente al ensayo 2 para el secado de pimiento, teniendo en cuenta como se van introduciendo los carros según la siguiente distribución de carga: primera carga a las 9,30 y 16 horas del primer día; segunda carga a las 13 y 16 horas del segundo día y la tercera carga a las 14,30 y 16 horas del tercer día, completando seis carros portabandejas con producto. También puede observarse los momentos en que se alcanza el nivel óptimo de deshidratado en cada carro. En esta figura se advierte claramente el mismo fenómeno encontrado en el ensayo anterior, deficiencia en la circulación de aire a través de las bandejas, que se agrava a medida que nos desplazamos en el túnel.

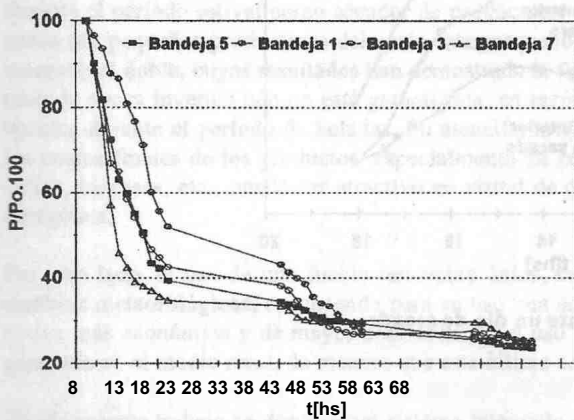


Fig.2.- Secado de pimiento. Posiciones en un carro Ensayo 1.

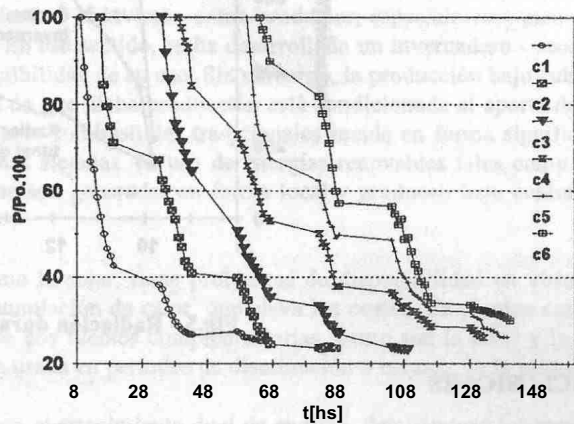


Fig.3.- Secado de pimiento. Distribución por carros Ensayo 2.

En la Fig.4, se muestra la variación de la temperatura del aire de entrada al túnel, la temperatura ambiente exterior y la radiación durante los días que duró el ensayo 2. Se advierte que la diferencia promedio entre la temperatura del aire en el interior del sistema con respecto al ambiente tiene un máximo de 25 °C. Al respecto se puede señalar que el sistema solar y el calentamiento auxiliar estuvieron a un nivel adecuado, la temperatura promedio de secado durante la mayor cantidad de tiempo estuvo por arriba de los 50 °C observándose algunos periodos con valores próximos a los 60 °C, mientras se realizaba la experiencia.

Se ha realizado la medición de la radiación solar en el interior del túnel de secado y en el interior del invernadero, correspondiéndoles valores entre un 35 - 40 % y un 55 - 60 % respectivamente de la radiación en el exterior, para un día en que se realizó la experiencia de secado de pimiento, Fig.5.

A los efectos de obtener una referencia adecuada sobre el estado bromatológico se sometió a las muestras a análisis en laboratorio, cuidando de no introducir cambios en las características físico - químicas y organolépticas del producto. El análisis se hizo teniendo en cuenta que el Código Alimentario Argentino tiene establecido los valores límites determinados a 50 °C al vacío y 500 - 550 °C, estableciendo los valores límites para humedad de un 12,0 % para todas las variedades y para las cenizas un máximo de un 8 % para el pimentón extra, un 8,5 % para el seleccionado, y un 9 % para el común.

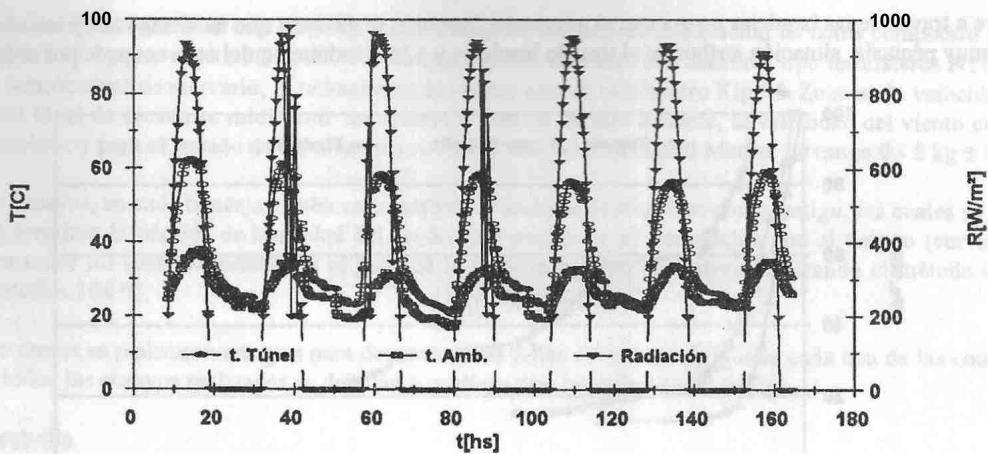


Fig. 4.- Temperaturas y radiación durante el secado de pimienta

El resultado obtenido para una muestra molida fue: Estado de conservación bueno, no se observan sustancias extrañas ni presencia de insectos o ácaros. Color rojo característico. Olor agradable característico. Humedad del 5,65 %. Las cenizas totales que se obtuvo fue del 5,14 % sobre sustancia seca.

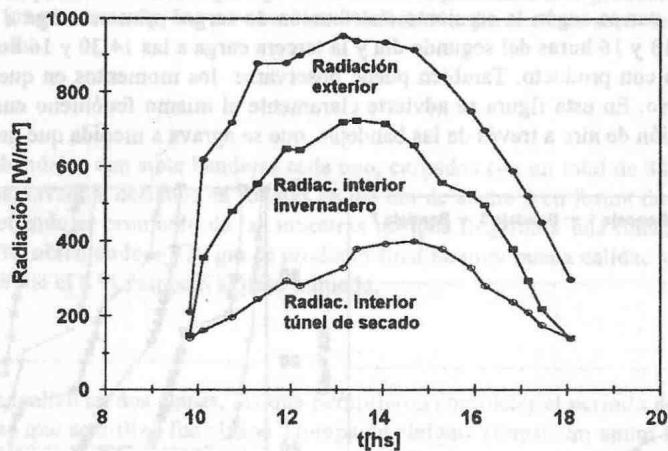


Fig. 5.- Radiación durante un día de secado.

CONCLUSIONES

En el caso de la cebolla, la demora del secado se debe a la preparación previa, es indispensable realizar cortes en forma de dados o bastones pequeños para favorecer el secado. En el tomate, se advierte una buena calidad, un tiempo razonable y el modo de preparación fue el adecuado.

El pimienta secado tenía muy buena calidad, se ha disminuido a la mitad el tiempo de secado respecto a trabajos anteriores (3), estimándose que es necesario el corte en dados. Durante la segunda experiencia se advierte que el sistema de secado ha entrado en régimen.

En general el sistema colector - invernadero ha logrado los mismos niveles alcanzados en los ensayos en vacío, mejorado su prestación como secador respecto a sistemas ensayados y descritos en trabajos anteriores (1). Sin embargo es necesario adecuar las bandejas para los productos preprocesados.

REFERENCIAS

- [1] A. Iriarte, V. García, et al. "Invernadero tipo macrotúnel doble para secado de productos agrícolas" XVIII Reunión de ASADES'95 San Luis.
- [2] A. Iriarte, et al. "Quemador de residuos para la provisión de energía al medio rural. Ensayos preliminares" XVIII Reunión de ASADES' 95. San Luis
- [3] J. Sequi, V. García et al. "Secado solar de pimienta en Santa María - Catamarca". XIII Reunión de ASADES'88. Salta.