

**TRANSFERENCIA PARTICIPATIVA DE UN
SECADOR SOLAR TIPO INVERNADERO¹**

A. Iriarte² y V. García
INENCO, Catamarca
Fac. De Ciencias Agrarias - UNCa
Mtro. Quiroga Nº 93 - 4700 - Catamarca
Email: Iriarte@plab.unca.edu.ar

D. Carabajal, I. Paunero y L. Tomalino
E.E.A. INTA - Catamarca
Km. 4 Sumalao
4705 Valle Viejo - Catamarca

RESUMEN

La necesidad de garantizar la transferencia de tecnología a los sectores demandantes obligó a diseñar una estrategia basada en la planificación y ejecución participativa. Asimismo, era conveniente realizar las mediciones finales del prototipo en condiciones de operación, bajo la supervisión del equipo que desarrolló el secador. Se utilizó a la Cooperadora del INTA como ente aglutinador de los productores y como asesor de las actividades pre y post secado, para garantizar el éxito económico del proceso. De los resultados con el sistema en régimen, se obtuvo que en promedio la capacidad diaria de carga del sistema es de 5 - 6 carros por día (400 - 500 kg fresco). El producto que se ubica en el interior del colector es retirado a las 24 horas de haberlo extendido. En este trabajo se analiza la metodología de transferencia y se muestran gráficos de temperatura, radiación y detalle de la calidad del producto.

INTRODUCCIÓN

Los problemas derivados de la rentabilidad del secado solar de productos agrícolas, especialmente de productos aromáticos y medicinales, ha producido una intensificación en el estudio y desarrollo de prototipos de secado solar a nivel experimental. La transferencia de estas tecnologías al nivel de productores ha sido escasa y en su gran mayoría a fracasado a pesar de haber logrado resultados satisfactorios desde el punto de vista técnico (Sequi *et al.*, 1988). En este sentido, un aspecto a tener en cuenta, particularmente en la provincia de Catamarca, es que la actividad agrícola de este sector se realiza en grupos sociales de muy escasos recursos, con características de subsistencia y con resultados agronómicos muy deficientes. Esto se debe principalmente a inadecuadas técnicas de manejo del cultivo, deficiente manejo de plagas, mala calidad genética de la semilla y un secado con alta contaminación y bajo rendimiento.

Esta situación sumada a la baja rentabilidad de los productos deshidratados obliga a buscar soluciones que permitan disminuir los costos de la infraestructura de los secaderos solares y de operación. En consecuencia, si se mejoran las técnicas de producción y se incorporará secaderos solares que se amorticen con otro tipo de actividades, se podría disminuir los costos, bajar los tiempos de secado y obtener productos de alta calidad con posibilidades de competir en los mercados internacionales.

Una solución a este problema fue planteada por Saravia *et al.* (1984), Iriarte *et al.* (1995) mediante el desarrollo de secaderos solares que utilizan la infraestructura de un invernadero con el propósito de que cumplan una doble función: en el invierno sean utilizados para producir cultivos bajo cubierta y en el verano como colector solar y secador. Esto permite mejorar la rentabilidad del proceso de secado solar al repartir los costos de la infraestructura con otra actividad complementaria.

En el presente trabajo se analiza los pasos seguidos durante el proceso de transferencia de tecnología participativa, así como los resultados obtenidos durante las diferentes etapas del monitoreo llevado a cabo por el equipo técnico. Se analizan los balances de energía en el colector y túnel de secado, distribución de temperatura en el secador y curvas de secado.

METODOLOGÍA DE TRANSFERENCIA

La experiencia fue llevada a cabo con productores tabacaleros pertenecientes al programa de cambio rural, en el marco del desarrollo de una alternativa de diversificación del cultivo de tabaco. Por lo tanto, el objetivo era construir una cadena agroalimentaria completa para productores tabacaleros. El método aplicado para lograr la diversificación del cultivo de tabaco y la transferencia de tecnología del secador invernadero para pimiento pimentonero, fue basado en los siguientes principios:

Análisis técnico de factibilidad: este aspecto consistió en el conocimiento y comprensión de las técnicas del cultivo y del secadero por parte del personal técnico, profesional y productores que participaban del proceso. La comprensión de los objetivos que se pretenden lograr fue una de las claves del éxito.

¹ Financiado: E.E.A. INTA Catamarca, SEDECYT - UNCa.

² Investigador del CONICET.

Análisis de participación: se realizó un estudio de la situación de cada uno de los productores involucrados en el proyecto, poniéndose énfasis en sus expectativas e intereses. Se tipificaron en grupos y subgrupos de acuerdo a sus características sociales, necesidades y aspiraciones, grado de interés, motivación y actitudes hacia la composición del grupo. Esto permitió regular la ayuda a los participantes según sus necesidades y características.

Análisis del problema: se analizó la situación individual con relación al problema general (diversificación del cultivo), identificando los problemas principales y definiendo el problema central del grupo. Esto permitió visualizar las relaciones causas efectos, elaborando un esquema que relacione estas últimas con el propósito de que los productores obtengan un panorama general de la problemática del conjunto.

Confección del árbol del problema: se ha procurado priorizar e interrelacionar los problemas identificados, formular claramente el problema central, sus causas y efectos, elaborando un esquema que relacione estas últimas con el propósito de que los productores obtengan un panorama general de la problemática.

Apoyo técnico y crediticio: se utilizó la cooperadora del INTA como ente aglutinante de los productores y como asesor de las actividades de pre y postsecado, de manera de garantizar el éxito económico del proceso. Asimismo aportó los recursos necesarios para la conformación del grupo del cultivo y la comercialización del producto secado, molido y envasado. De esta manera se logró que los productores obtuvieran plantines de calidad uniforme, sin enfermedades y de excelente prueba genética. Los fondos aportados fueron reintegrados por los productores una vez comercializado el producto.

INVERNADERO SECADOR

El sistema participativo utilizado para realizar la experiencia de secado con los productores, consiste en un invernadero construido con dos estructuras de arcos de hierro, semicirculares montados sobre columnas y unidas por su parte media y superior conformando un macrotúnel doble. Cada túnel tiene 7 m de ancho, 21 m de largo, 2 m de altura en los laterales y 3,5 m de altura máxima. Las dos estructuras están ubicadas una al lado de la otra, unidas por medio de una canaleta por donde se realiza la evacuación del agua de lluvia. La cubierta es de plástico polietileno transparente antiultravioleta de larga duración térmica (L.D.T.).

El túnel de secado de 20 m de longitud y 1,4 m de ancho, está ubicado a 0,40 m de la pared Norte y paralelo al eje principal del invernadero. Fue realizado con postes de maderas y cubierto con plástico. En el espacio libre que queda en ambos módulos se coloca en el piso polietileno negro de 200 μm , convirtiéndose en una placa colectora.

El producto a secar se coloca en bandejas metálicas de 1 m de largo, 1,35 m de ancho y 0,10 m de altura construidas con malla de hierro tipo SIMA, que se acoplan una sobre otra en un carro con ruedas, lo que permite su desplazamiento en el interior del secado, constituyendo un rack con 16 bandejas. Este producto es calentado por el aire que por medio de un ventilador centrífugo de 1,12 kW, ingresa desde el colector o pasando por la cámara de calentamiento auxiliar según sea la necesidad. (García, V. *et al* 1997).

El aporte auxiliar de energía se realiza con un calentador de aire, (Rodríguez, C. *et al* 1997), utilizando como combustibles materiales leñosos (quebracho, algarrobo), desechos forestales de desmonte (raíces de árboles) y desechos agrícolas (marlo de choclo).

De acuerdo a experiencias en trabajos anteriores, y a los efectos de obtener una mayor capacidad de secado, se instaló una máquina cubeteadora de manera que el producto fresco luego de seleccionado fuera fraccionado en tamaño de aproximadamente 0,02 x 0,02 m.

La carga de bandejas fue realizada manualmente, colocándose 5 kg. en cada una de ellas, lo que determinó una capacidad total por carro de 80 kg. Luego de secado el producto, se realizó una primera molienda con un molino de martillo de cuatro líneas de trituración. Luego de este proceso se lo pasó por un molino de piedra para el refinamiento del producto. El pimiento obtenido fue colocado en bolsas plásticas para luego comercializarlo en comercios del medio.

Para la medición de las variables más importantes se usó una computadora PC/AT 486 y una tarjeta PC LAB 812. Las temperaturas se midieron con termistores NTH2011C, la radiación con radiómetro Kipp & Zonen, la velocidad del aire en el interior del túnel de secado con anemómetro manual de hilo caliente, y el pesado de las muestras con una balanza digital Mettler de rango 0 - 485 N \pm 9,8 10^{-4} N. Las muestras se ubicaron en cada bandeja y se pesaron cada hora. Al final del proceso se determinó la materia seca de las muestras en estufa a 104 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 1 y 2, muestran un resumen de los resultados obtenidos del secador invernadero para cuatro días de secado continuo. En la primera se observa el comportamiento del sector de colección. La radiación sobre superficie horizontal en estos días estuvo comprendida entre los 1000 y 1100 Wm^{-2} en el medido día solar, la temperatura ambiente alcanzó un valor máximo de 30 °C, mientras que en el interior del invernadero la temperatura llegó hasta los 70 °C.

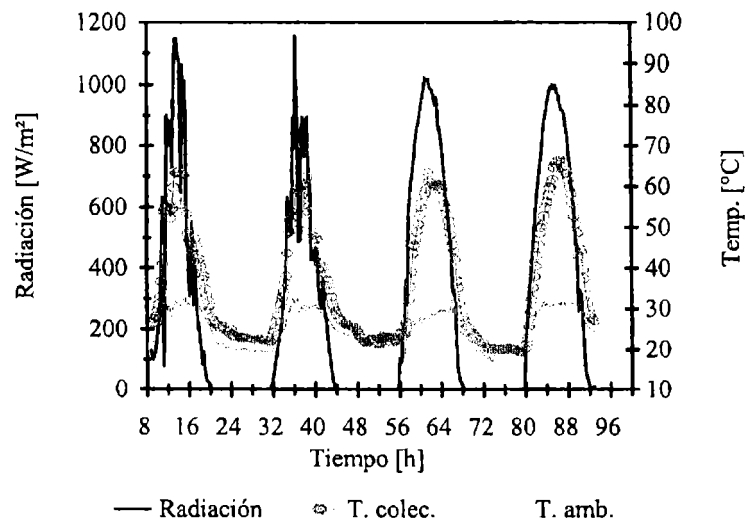


Fig. 1. Radiación, temperatura interna del invernadero colector, y temperatura ambiente

La Fig. 2, muestra el comportamiento del túnel de secado. En el primer y segundo día se encendió el sistema auxiliar de calefacción hasta que el colector alcanzó la temperatura de 50 °C, a partir de ese instante se corta la calefacción auxiliar. El aire caliente que circula a través del producto es aportado por el sector de colección hasta que la temperatura disminuye y se hace necesario nuevamente el aporte auxiliar. El análisis de los resultados obtenidos indican que en el primer día la calefacción auxiliar funcionó durante cinco horas, mientras que el segundo día siete horas. La temperatura en el interior del secadero osciló entre 48 y 60 °C durante nueve horas. En el tercer y cuarto día no se encendió el sistema de calefacción auxiliar, debido a que la temperatura estuvo dentro de los niveles necesarios para el secado como consecuencia de un nivel adecuado de radiación. También se observa que en los dos primeros días la temperatura de entrada de aire es superior a la temperatura de salida en el túnel de secado, alcanzando en algunas horas 10 °C de diferencia, mientras que en el tercer y cuarto día las temperaturas prácticamente se mantienen iguales.

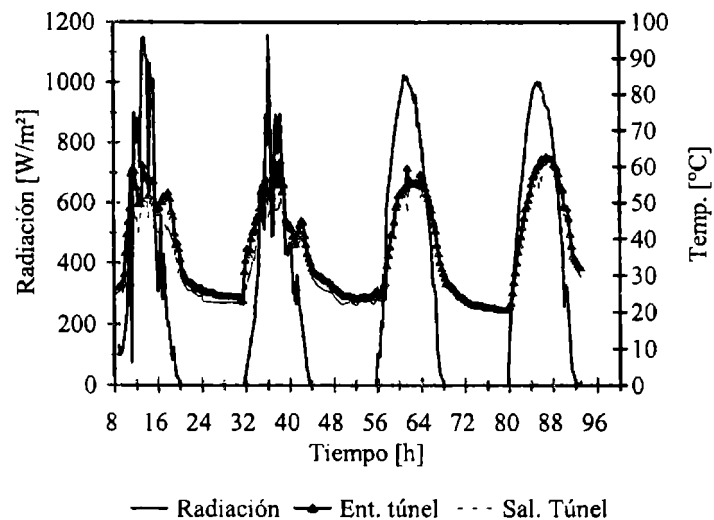


Fig. 2. Radiación exterior, temperatura de entrada y salida del aire en el túnel de secado.

La Fig. 3. muestra la evolución del secado con respecto a la relación entre peso y peso inicial (P/P_0) de los distintos carros ingresados en tres días consecutivos. En ella se observa las horas de ingreso y salida del producto una vez alcanzado el 50% de deshidratado para su colocación en el colector para su homogeneización y terminación de la etapa de secado. Se advierte que los dos primeros carros alcanzaron el nivel propuesto para su extracción a las 5 horas de permanencia en el túnel. Los carros 3 y 4 se los retiró después de 8 horas de ingresados (20 h p.m.). Los carros 5 y 6 permanecieron durante toda la noche. El proceso se reinició después de 12 horas ingresando cuatro nuevos carros con producto fresco. Después de tres horas se sacaron los dos carros que quedaron del día anterior y 5 horas posteriores se retiraron tres carros. Asimismo, en el tercer día se repitió la rutina del día anterior, retirándose los carros que quedaron y cuatro de los colocados en ese mismo día. En estado de régimen el sistema admite el ingreso entre cinco y seis carros por día lo equivale a 400 - 500 kg de producto fresco. El producto final obtenido fue de muy buena calidad tanto en color, sabor y clasificado como calidad extra (250° Grados ASTA).

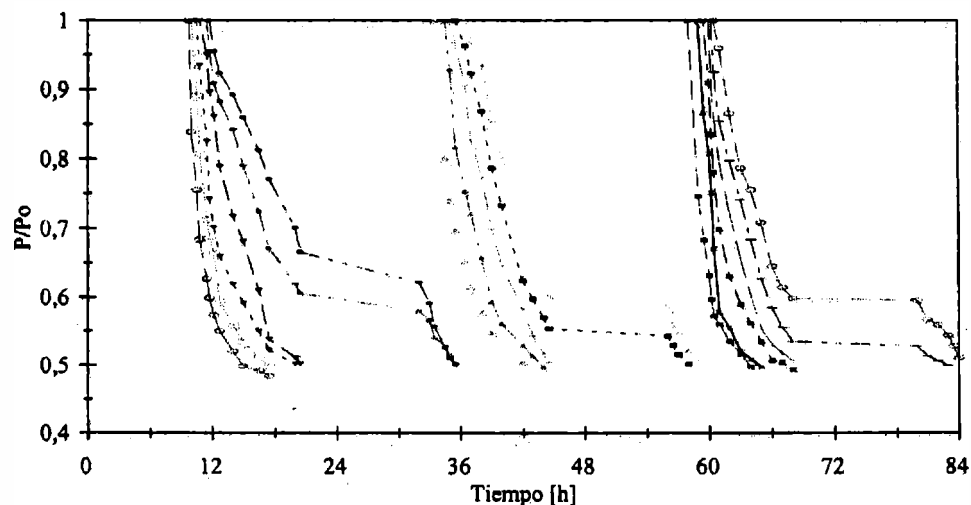


Fig. 3. Curvas de secado de pimiento durante tres días

La Fig. 4. muestra el tratamiento antes del ingreso del pimiento en el túnel de secado, se ve la máquina cubeteadora, y la distribución del producto en las bandejas. En la Fig. 5. se observa el pimiento distribuido en el colector una vez que ha sido extraído del secadero.

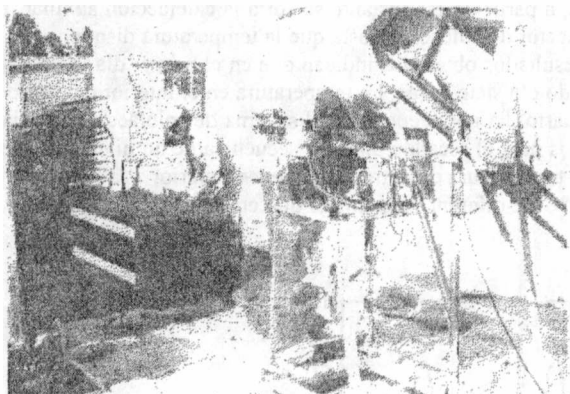


Fig. 4. Vista de la máquina cubeteadora y bandejas con pimiento.

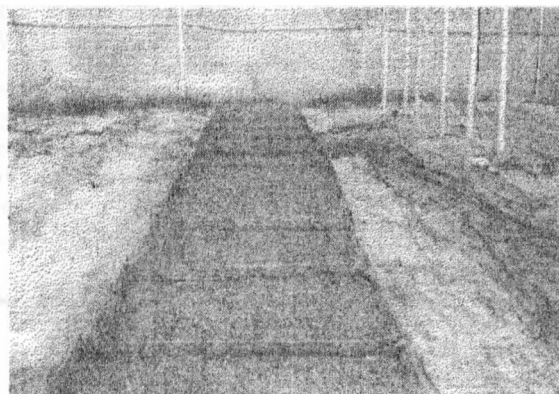


Fig. 5. Vista del pimiento en el colector solar.

CONCLUSION

Los ensayos realizados con la participación de productores en el secado de pimiento para pimentón demuestran la factibilidad de este tipo de emprendimiento. En estos caso es importante realizar una organización previa de los interesados para para que el producto se encuentre disponible en el momento que se lo requiera para su ingreso al túnel, como así también un convencimiento a los productores de que la cosecha debe ser limpia, sin troncos, hojas, etc. para obtener un producto final de buena calidad. También se demuestra que con el secadero invernadero y utilizando biomasa residual forestal y agrícola como calefacción auxiliar se puede alcanzar un producto de alta calidad, costos razonable y una considerable disminución del tiempo de secado respecto al secado tradicional sobre canchas.

BIBLIOGRAFÍA

- García V., Iriarte A., Carabajal D., Tomalino, L., Saravia, L. Invernadero secador: Resultados experimentales con pimiento para pimentón. *Avances en Energía Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 1 N° 1. pp. 1. 1997.
- Iriarte A., García V. et al. Invernadero tipo macrotúnel doble para secado de productos agrícolas. XVIII Reunión de ASADES'95 San Luis
- Rodríguez C, Iriarte A y Saravia L. Calentador auxiliar para secaderos solares utilizando residuos forestales. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 1 N°1, pp. 9. 1997.
- Saravia L., Passamai V. y R. Echazú. Secado solar de pimiento: resultados experimentales y su simulación. 9na Reunión ASADES, San Juan, T1: pp. 1. 1984.
- Sequi J., García V., Biagi S., Iriarte A., Saravia L. y R. Echazú. Secado solar de pimiento en Santa María. 13va Reunión ASADES, Salta, T1: pp. 47. 1988.