

## TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DEL SILO SECADOR SOLAR

R. Gaspar, A. Cortés, M.A. Lara y R.D. Piacentini

Grupo de Energía Solar  
Instituto de Física Rosario (IFIR) (UNR-CONICET)  
Pellegrini 250, 2000 Rosario

### RESUMEN

Se analizan globalmente los resultados obtenidos, desde 1981, con el silo secador solar de 35 toneladas.

En 1982 el silo se expuso en las exposiciones agroindustriales de Palermo, Pergamino y Tres Arroyos, obteniendo varias distinciones. Se efectuó una encuesta, cuyos resultados se indican. En vista del interés por el producto, se decidió encarar la producción limitada del mismo.

Se elaboró un convenio con la firma ICRA. El mismo la faculta a fabricar colectores solares de diseño simple a ser conectados a silos secadores. El IFIR percibe una regalía. Para facilitar la tarea de apoyo, se elaboraron programas de dimensionamiento y un manual del usuario. Hasta la fecha se vendieron e instalaron equipos en Guerrico, Río Primero y Río Segundo. Además, se vendieron equipos secadores para una planta de semillas de soja en Maciel. Se describe esta última.

El CERIDE efectuó un estudio de las posibilidades de comercialización de los secadores solares de granos. En él se sistematiza la problemática del secado de granos en la región ROSAFE y se elaboran una serie de propuestas. En dicho estudio se analizan aspectos económicos de la tecnología.

### 1. INTRODUCCION

A partir de experiencias previas (1), el Grupo de Energía Solar del IFIR construyó en Závalla (Santa Fe) un silo secador solar de hasta 35 Tn de capacidad (2). El mismo puede ser conectado a un banco de colectores solares simples de 25 m<sup>2</sup>, a un colector-acumulador de 25 m<sup>2</sup> o recibir aire natural. El sistema posee un moto ventilador de 5,5 HP, y el caudal de aire entregado a los granos varía entre 95 y 130 m<sup>3</sup>/min. según la resistencia de los mismos.

### 2. ANALISIS DE LAS EXPERIENCIAS

Con dicho equipo se han procesado hasta la fecha 7 tandas de maíz (150 Tn en total), 3 de soja (62 Tn), 4 de trigo (98 Tn) y 3 de sorgo (62 Tn), lográndose en todos los casos valores de humedad adecuados para la conser-

vación del producto, sin deterioro o pérdida significativa del poder germinativo de los granos.

Los ensayos incluyen la operación continua o solo diurna del equipo, la utilización de colectores con el secado natural y/o solar.

Tras las primeras experiencias se observó que podía obviarse el uso del colector acumulador (3), por lo que el mismo se desconectó del sistema. Debe mencionarse que, a igualdad de costos iniciales de construcción, el colector metálico es de eficiencia superior. Por otro lado, existen aspectos prácticos (instalación y mantenimiento) que indican la conveniencia de utilizar solo el banco de colectores.

Del análisis de las experiencias, resumidas en la Tabla I, se observa que la velocidad de secado (kg. de agua evaporada por hora de operación), es mayor, a igualdad de otros parámetros, en los subperíodos iniciales de cada experiencia. Ello se explica, en parte, por la mayor eficiencia del proceso hasta que el frente de secado comienza a afectar a las últimas capas de grano. Grano de mayor humedad inicial también muestra ritmos de evaporación de agua mayores. Ello obedece a la mayor facilidad de remoción del agua menos ligada. Este fenómeno colabora para una mayor rentabilidad (por un menor consumo eléctrico) del secado de los granos más húmedos (humedad inicial  $W_0 > 18\%$  b.h.). Por el contrario, habrá un mayor costo eléctrico específico en el procesamiento de aquellos granos que típicamente se cosechan más secos (trigo, sorgo).

Existe una influencia importante de las condiciones ambientales no solo en el secado natural, sino también en el solar. Sin embargo, en el caso de los granos más húmedos, que son los de mayor riesgo en cuanto su conservación, el funcionamiento del equipo aún con mal tiempo garantiza el comienzo del proceso de secado reduciéndose de la humedad del cereal ya por debajo de los valores para los cuales la conservación se hace más crítica. Sin embargo, el secado en condiciones desfavorables no permite llegar a los valores de humedad requeridos para la conservación. Por otra parte, la remoción de agua se hace a un

EXPERIENCIAS CON SILO SECADOR SOLAR DE 45 TONELADAS

GRANO	AÑO	CANTIDAD Tn	REGIMEN DE SECADO	AREA DE COLECCION (m <sup>2</sup> )	HUMEDAD INICIAL (% B.H.)	HUMEDAD FINAL (% B.H.)	TIEMPO DE OPERACION (horas)	TIEMPO DE RESIQUIA (días)	TIEMPO MA- YAN DETERORO (días)	MASA DE AG + DETERORO (kg)	ENERGIA ELEC CONSUMIDA (kwh)	MASA DE AS + AP (kg)	ENERGIA ELECT ENERGIA E-AP	OBSERVACIONES
MAIZ	82(I)	81	SOLAR 24 HS	50	22,4	12,7	57	2	6	900	184	15,8	0,30	
MAIZ	82(II)	32+	SOLAR 24 HS NATURAL DURNO SOLAR DURNO	50	17,8	10,6	68 45 2	3 5	36	2605	380	18,6	0,20	
MAIZ	82(III)	7	SOLAR DURNO	50	21,4	11,6	93	10	11	116	298	8,3	0,53	
MAIZ	82(IV)	21,5	SOLAR 24 HS SOLAR DURNO	25	20,9	12,5	85 54	4 5	16	886 118	371 272	10,4 218	0,53 0,25	0,37
MAIZ	83(I)	18	SOLAR 24 HS	25	21,3	13,4	162	6,5	10	16,2	4,48	10,1	0,47	
MAIZ	83(II)	37 185	SOLAR 24 HS con layer drying	25	18,2 17,3	12,8	140 72,5	6	40	14,5	4,28	10,1	0,42	
MAIZ	84	25,7 165	SOLAR 24 HS con layer drying	25	15,7 16,4	12,9	215 31	11	40	1355	818 49	6,3	0,85	Secado incompleto translado
SOJA	82	25,3	SOLAR DURNO	25	20,4	12,1	231	14	18	325 1064	237 666	21,0 6,3	0,25 0,82	0,53
SOJA	83	16	NATURAL 24 HS SOLAR 24 HS	25	15,8	12,3	176	7	36	54 545	342 192	0,8 8,5	5,1 0,5	1,13
SOJA	84	26,5	SOLAR DURNO	25	14,3	13	8	1	35	308	32	38,5	0,4	NO SE TUJO EN CUEN- TA EN LAS UNID.
TRIGO	81	13,7	SOLAR 24 HS	50	17,1	12,9	125	6	56	661	40	5,3	0,82	
TRIGO	82	20	NATURAL 24 HS SOLAR 24 HS SOLAR DURNO	25	17,6	12,5	208,5 91 40	3 3	42	263 893 25	204 344 36	24 23 6	0,08 0,09	0,63
TRIGO	83(I)	30,3	SOLAR 24 HS	25	17,5	14,1	137	6	38	1199	4,8	8,8	0,55	
TRIGO	83(II)	34,2	SOLAR 24 HS	25	18,1	13,2	275	8	25	1931	5,2	7	0,36	
SORGO	82	11,7	SOLAR DURNO	25	15,6	14,1	25	3		205	88	8,2	0,58	
SORGO	84(I)	29,1	SOLAR 24 HS	25	16,5	14,4	188	16	5	952	705	5,1		
SORGO	84(II)	12,8 8,6	SOLAR 24 HS con layer drying	25	18,2 16,2	14,5	152 29	7 6	5	526 45	540 540	3,5	1,4	
TOTALES		37,2					2472,5	139,5		2074	75,8			
PROMEDIOS					17,4	12,9						6,35		0,53

Tabla I

TABLA IV: AREAS DE COLECCION Y CAUDALES NECESARIOS PARA SECAR SEMILLAS DE SOJA EN CELDAS DE 18 Tn.

MES	Mo (%)	HORARIO	AREA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL (m <sup>3</sup> /min).
Julio	16	7-21	15	56
Abril	18	7-21	11	75
Abril	18	0-24	96	47
Abril	18	8-18	4	104
Junio	18	7-21	15	71

temperatura importante durante los períodos diurnos. Inversamente, la reducción de la jornada de secado a sólo las 10 hs. centrales del día solar permitiría eliminar los colectores para el secado en abril (no así en junio), pero al precio de una mayor exigencia de caudal.

Finalmente se optó por seleccionar un área de 15 m de colectores y un caudal de 80 m<sup>3</sup>/min., a ser empleados en el horario de 7 a 21 hs., por ofrecer esta solución un buen compromiso para minimizar los costos de colectores, potencia de ventilación y consumo de energía eléctrica. Como estos valores resultan bastante generosos para algunas situaciones (por ejemplo para granos con menor humedad inicial), se pueden proponer en estos casos otros tipos de estrategias de secado que presentan un mayor ahorro eléctrico, a condición de contar con la mano de obra lo suficientemente capacitada.

##### 5. ESTUDIO DE MERCADO

A sugerencia de la SECYT, se encaró la realización de un estudio de mercado más completo que el que se deriva de una encuesta. A tales efectos, se celebró un convenio de cooperación con el Centro Regional del CONICET ubicado en Santa Fe (CERIDE), realizando el estudio personal profesional de dicho centro, con la ayuda de un ingeniero agrónomo y de los integrantes del Grupo de Energía Solar del IFIR. Dicho estudio (4) apunta a determinar las posibilidades de comercialización de los silos secadores solares de granos en base a colectores solares. A tales efectos se analizó la organización y composición del mercado de almacenaje, el déficit, las tendencias de crecimiento, las políticas estatales, etc. Se estudió luego el aspecto específico de secado comercial. Se detecta un mercado muy interesante en el acondicionamiento de semillas, área que se estudia en mayor detalle.

Se discutieron finalmente las posibilidades de la energía solar en el agro y en particular el secado solar.

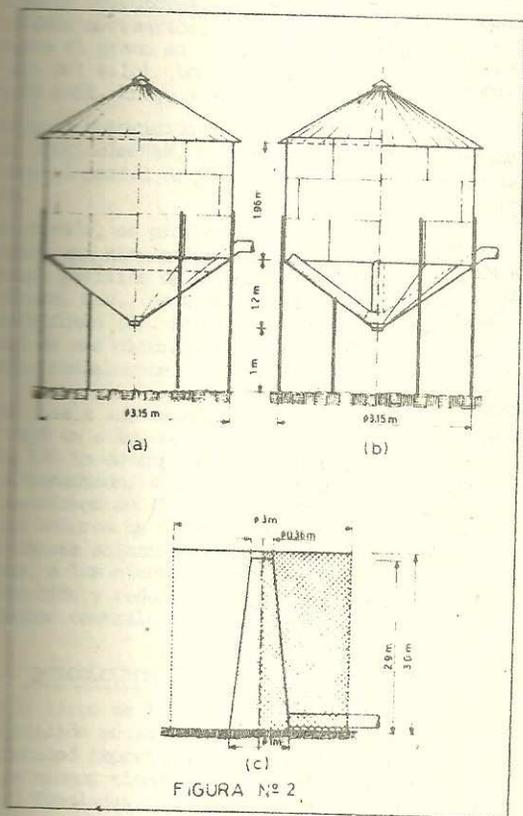


FIGURA N° 2.

Se puede observar la gran incidencia de la estrategia de secado elegida, sobre los requerimientos de colectores y caudal de ventilación. Así, por ejemplo, el secado durante las 24 hs., además de las consideraciones realizadas en la primera parte de este trabajo, preseta el inconveniente de exigir un área de colectores excesiva. Esto se debe a que la humedad de equilibrio del grano para las condiciones medias ambientales resulta en este caso demasiado elevada, y sólo es posible reducirla a los valores adecuados mediante un aumento de

Se concluyó que, si bien la demanda potencial de silos y de instalaciones de secado son importantes, al momento del estudio (segundo semestre de 1983) no existían políticas claras del estado respecto del sector agrícola, lo que esterilizaba cualquier intento serio de introducir una nueva tecnología en forma ordenada.

#### Referencias

- (1) R.D.Piacentini, R.Gaspar, M.A.Lara and A.Cortés. "Experiments on solar grain drying in Argentina". Proceedings of the International Solar Congress about the use of solar heat in Agriculture and Industry, Niza, Francia, 1979.
- (2) A.Cortés, R.Gaspar, M.A.Lara y R.D.Piacentini. "Secado Solar de Granos en la Pampa Húmeda Argentina". A publicarse en Actas del 4to. Congreso de la Asociación Latinoamericana de Energía Solar, Caracas, Venezuela, 1983.
- (3) M.A.Lara, A.Cortés, R.Gaspar y R.D.Piacentini. "Planta Piloto para Secado Solar de Granos". Primeros resultados". Informe Técnico IFIR 2/82.
- (4) O.Barbosa, N.Domínguez, O.Rodríguez, A.Martínez. "Posibilidades del Secado Solar de Granos en el Agro Argentino". CERIDE (Santa Fe), 1983.
- (5) R.Gaspar y A.Cortés. "Dimensionamiento de silos secadores de base plana para secado natural y solar", Informe Técnico IFIR, 1983.