

"SECADO DE GRANO CON UN GENERADOR DE CALOR A LEÑA

M. A. Lara*, R. Laura#, E. Dreifus #, G. Utges#

RESUMEN:

En un estudio preliminar de factibilidad en el marco de los estudios realizados en el proyecto biomasa del noreste argentino (convenio entre la Secretaría de Energía de la Nación y la Comunidad Económica Europea), se determinó que la sustitución de combustible líquido por la leña era económicamente rentable y técnicamente posible. Además, que el reemplazo propuesto unido a un manejo racional del ecosistema, no deterioraba el recurso natural (bosque chaqueño).

Se construyó en la planta de acopio de la Empresa H.J.Gaviglio Comercial S.R.L. en la localidad de Zenón Pereira (pcia. de Santa Fe, un equipo demostrativo de un generador de calor a leña, aplicado a una secadora de grano convencional CEDAR de 30 tn/hora.

En el trabajo se presentan los ensayos realizados de secado para: trigo, sorgo, soja, lo que permitió verificar las ventajas de la sustitución de combustible, manteniendo la calidad de comercialización de los granos.

INTRODUCCION

De todas las operaciones que se realizan durante el manipuleo y acondicionamiento de granos, el secado tiene decisiva influencia en la calidad final del producto. Además, es la operación con mayor desperdicio innecesario de energía, con su consecuente incidencia en los costos.

Son secados anualmente, aproximadamente, 25 millones de toneladas de granos, lo que representa aproximadamente el 60% de la producción del país.

La capacidad global de secado en la Argentina es aproximadamente 45.000 tn/h, con un parque de secadoras donde más del 50% tienen una capacidad operativa entre 12 y 18 tn/h.

El 48% de la capacidad instalada está en la Pcia. de Buenos Aires, el 30% en Santa Fe y el 15% en Córdoba. En menor proporción aparece también en La Pampa y Entre Ríos (4% y 3% respectivamente.

- * Instituto de Física Rosario. (CONICET-UNR)
27 de Febrero 210 bis- 2000 Rosario, Argentina
- # Fac. de Cs.Ex., Ingeniería y Agrimensura (UNR)
Avda. Pellegrini 250- 2000 Rosario, Argentina.

El proyecto propone sustituir el equipo de quemadores a gas oil de secadoras de grano convencionales por otro que usa leña como combustible. Se trata de una sustitución de combustible para realizar el proceso de secado convencional, manteniendo idénticas características de comercialización del grano.

Las secadoras de granos provinciales poseen una capacidad de secado de 15 a 40 toneladas por hora con un consumo de gas oil de 75 a 200 litros por hora.

El consumo anual de leña requerido para la sustitución prevista oscila entre 150 y 400 toneladas, según el tamaño de la secadora.

El requerimiento anual de leña, en caso de que la penetración en el sector fuera total, sería del orden de 250.000 toneladas, cantidad que puede ser cubierta sin problemas con el potencial disponible de leña no utilizado en la actualidad, en la Región NEA.

El monitoreo del proyecto contempló aspectos técnicos y económicos financieros.

El control técnico estuvo orientado a evaluar el funcionamiento del equipo como así también la calidad del grano secado. Comprendió evaluaciones comparadas de los dos sistemas existentes (gas-oil y leña). Los mismos se realizaron con los distintos tipos de materia prima que habitualmente trabaja la planta (trigo: noviembre, diciembre; maíz: febrero, marzo; soja: abril a julio; sorgo: marzo a julio).

El monitoreo económico-financiero permitió evaluar el proyecto de inversión durante el período demostrativo a los efectos de corroborar los análisis de rentabilidad calculados y ajustar la incidencia en los mismos de los costos variables considerados.

LA LEÑA: REQUERIMIENTOS Y DISPONIBILIDAD

Para una capacidad promedio de secado de 23 toneladas-hora, con un 3% de reducción de humedad, el consumo estimado de gas oil es de 140 litros-hora.

Tomando como referencia los 25 millones de toneladas anuales de grano secado, se puede estimar el consumo anual de gas oil.

$$\frac{25.000.000 \text{ tn} \times 140 \text{ l/h}}{23 \text{ tn/h}} = 152 \text{ millones de litros/año}$$

Para un ritmo de secado de 30 tn/h, este equipo requiere aproximadamente 0,3 tn/h de leña. En condiciones similares de trabajo, el secado con gas oil requiere 137 l/h promedio.

Podemos usar estos resultados del proyecto demostrativo para hacer un cálculo estimativo del requerimiento de leña para la sustitución en todas las secadoras del país.

Consumo anual de leña:

$$\frac{25.000.000 \text{ tn} \times 0,3 \text{ tn/h}}{30 \text{ tn/h}} = 250.000 \text{ tn/año}$$

DISPONIBILIDAD DE LA LENA

Para el análisis de la disponibilidad de leña para la sustitución propuesta, podemos tomar como referencia los resultados obtenidos en el estudio energético integral de la región NEA, posteriormente ajustados en el marco de este programa (ADE/933/87/05). Estos estudios determinan los siguientes potenciales disponibles energéticos de biomasa forestal.

Corrientes-----	786.800 tn/año
Chaco-----	9.547.313 "
Entre Rios-----	957.187 "
Formosa-----	sin información
Misiones-----	1.389.000 tn/año
Santa Fe-----	645.257 "

De estos datos se extrae como conclusión que existe disponibilidad suficiente del recurso como para garantizar la demanda por sustitución.

EQUIPO Y MONITOREO

El horno fue instalado en una planta de acopio y secado de grano H.J. Gaviglio S.R.L. en la localidad de Zenón Pereira, (Pcia. de Santa Fe), que comercializa alrededor de 30.000 toneladas anuales de grano, y adosado a una secadora CEDAR de 30 tn/h.

El equipo utilizado fue seleccionado por mecanismo de licitación de tecnología. Es de fabricación local y consta de dos elementos básicos: la cámara de gasificación parcial y la cámara de apagado de chispas, un conducto de transferencia de área decreciente entre ambas cámaras y el conexionado que transporta los gases calientes hasta la secadora (FIG. 1)

Los ensayos consistieron en monitorear el conjunto con tres granos diferentes: trigo (diciembre de 1990), sorgo (marzo 1991) y soja (junio 1991).

Un ensayo preliminar realizado en Julio de 1990, permitió realizar un análisis comparativo de secado con gas-oil y leña en secado de soja. El consumo promedio de gas oil resultó de 137 l/h.

Se midieron temperaturas mediante termocuplas de cobre-constantán, hierro-constantán y cromel-alumel. En trigo además se usó un sensor de humedad relativa, que registraba valores ambientales. Dada la agresividad del ambiente, también se registraron temperaturas de bulbo seco y húmedo, según normas ASAE, con las cuales se determinó luego el radio de humedad del aire.

ASAE, con las cuales se determinó luego el radio de humedad del aire.

En la FIG. 1 se muestran las posiciones de los sensores, conectados a un sistema de adquisición de datos J. Fluke 2240B, con tres bloques isotérmicos y programación independiente por canal, con una secuencia de captura de datos cada 5 minutos.

La humedad del grano, tanto a la entrada como a la salida de la secadora se determinó con un equipo Delber (standar en instalaciones de acopio y secado) cada 15 minutos, excepto en trigo durante el periodo nocturno.

También se midió el consumo de leña, que fue en cada caso tipificada, determinándose para la misma el poder calorífico. Los datos fueron luego volcados a una PC, en archivos donde se incluyeron los datos relevados y otros calculados a partir de ellos.

Dos operarios se encargaban de la descarga del cereal en la tolva de húmedo, control de la humedad de salida del cereal (con cuya información regulaban la velocidad de pasaje del grano por la secadora) y el manejo del grano seco, ya sea a los silos de almacenamiento o a los intermedios, en caso de requerirse más de una pasada. Los mismos operarios tenían a su cargo la carga de leña y la remoción de las cenizas, y la limpieza periódica de la secadora.

ENSAYO DE TRIGO

El ensayo se efectuó los días 3 y 4 de diciembre de 1990, comenzando con el equipo apagado, lo que permitió determinar el tiempo de entrada en régimen del sistema.

La FIG. 2 muestra la evolución de las temperaturas de la cámara luego del horno, en la FIG. 3 las del conducto que une dicha cámara con la secadora, en la FIG. 4 las temperaturas en la secadora y en la FIG. 5 la humedad (base húmeda) del trigo a la entrada y salida del equipo.

Debe mencionarse que durante la noche no se tomaron muestras de trigo, aunque se continuó con el monitoreo del sistema.

Cabe acotar también que existen en el sistema dos entradas de aire ambiente, aparte del horno: una ubicada luego del ciclón y la restante en cada uno de los cilindros de la parte inferior de la secadora que llevan el aire de secado hacia la parte posterior de la misma.

A las 16.50 del día 3 se dio comienzo a la carga del horno con aproximadamente 500 Kg de leña, a las 17.02 se encendió la turbina y a las 17.09 se conectaron los ventiladores de la secadora. A las 17.23 comienza el secado en sí con la apertura de la descarga de grano.

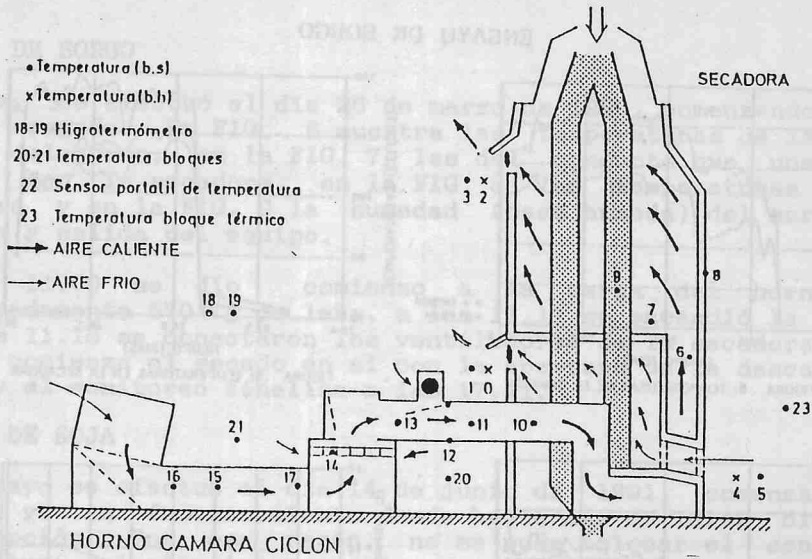


FIGURA 1: ESQUEMA DE LA UBICACION DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA EL MONITOREO DE GENERADOR DE CALOR A LEÑA PARA EL SECADO DE GRANOS.

ENSAYO DE TRIGO

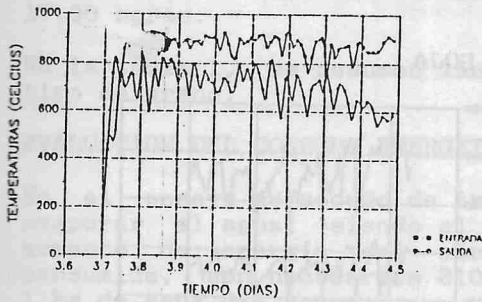


FIGURA .2: TEMPERATURAS DE LA CAMARA REFRACTARIA.

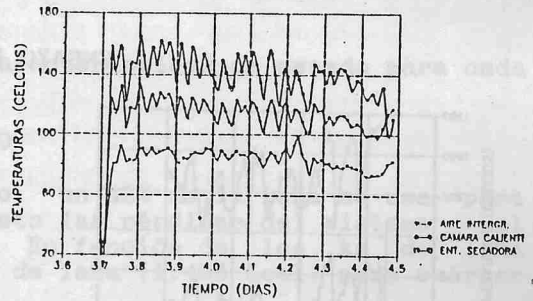


FIGURA .4: TEMPERATURAS EN LA SECADORA

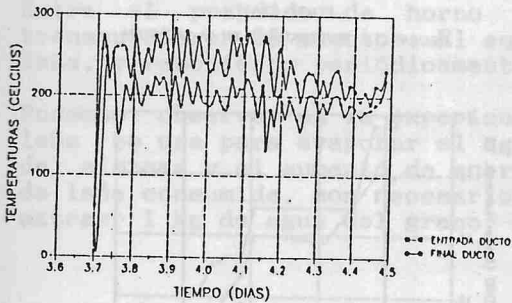


FIGURA .3: TEMPERATURAS DEL DUCTO LUEGO DEL CICLON.

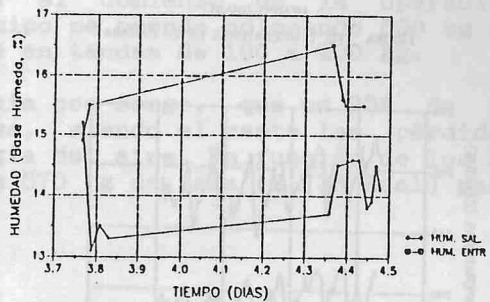


FIGURA .5: HUMEDAD DEL GRANO

Un 73% de la energía de combustión llega a la secadora. No se observaron problemas con la regulación de temperatura en ninguno de los tres ensayos. La existencia de dos ingresos adicionales de aire facilitaba ese control por parte de los operarios, que lo efectuaban mediante una lectura horaria de un termómetro de bulbo colocado en el sistema.

Aparte del horno, la instalación contaba con 8 ventiladores axiales de 1 HP y una noria movida por un motor de 5 HP. El conjunto representa un 0,5% de la energía generada en el horno.

		TRIGO	SOJA	SORGO
LEÑA	CONSUMO (Kg/h)	270	210	260
	TIPO	GARABATO	GARABATO	EUCALIPTUS
	Koal/hora	1.296.000	1.008.000	1.055.600
GRANO	VELOCIDAD (tn/h)	30	35	33
	HUMED.MED.ENT.(%)	16	15,5	17,4
	HUMED.MED.SAL.(%)	13,5	14,5	16,3
	Kg Agua/hora	867	369	626
AIRE	TEMP.AMBIENTE (°C)	17	23	20
	TEMP.DE SECADO(°C)	112	104	115
	CAUDAL (m ³ /min)	810	720	640
	ENERGIA (Koal/h)	1.022.116	787.180	770.410

TABLA 1: DATOS CARACTERISTICOS DE SECADO PARA CADA TIPO DE GRANO
EVALUACION DE CALIDAD DE COMERCIALIZACION DE GRANO

Los análisis típicos de olor, materias extrañas y porcentaje de humedad estuvieron en todos los casos dentro de los patrones establecidos.

INDICADORES ECONOMICOS DEL PROYECTO

- Costo de combustible
 - a) leña: 50 U\$S la tonelada
 - b) gas oil: 0,33 U\$S el litro
- Tiempo de operación: 1.000 horas anuales
- Consumo de combustible promedio:
 - a) leña: 0,23 t/h
 - b) gas oil: 137 l/h
- Costos de mantenimiento y reparación anual

- Renovación de losetas y cenicero: U\$S 1.100
- Costos complementarios de mano de obra anual
Personal de planta: U\$S 4.000
- Inversión inicial U\$S 18.000

AHORRO ANUAL POR SUSTITUCION

- Secadora sin modificación
Costo de gas oil: U\$S 45.210
- Secadora con horno de leña
Costo de leña: U\$S 11.500
Costo de montaje y operación: U\$S 5.100
- Ahorro anual: U\$S 28.600

Como puede verse, por el monto de ahorro, la inversión inicial se recupera en menos de un año.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El estudio realizado sobre el proyecto demostrativo, así como la información disponible acerca del secado de cereales y la disponibilidad de leña, permitieron arribar a las siguientes conclusiones:

* El proyecto ha demostrado condiciones técnicas satisfactorias en lo referente al rendimiento de la secadora, la regulación de temperaturas, y la calidad del cereal procesado.

* La leña requerida para el desarrollo a gran escala del emprendimiento está disponible y su precio es lo suficientemente bajo para garantizar la rentabilidad del proyecto, aún contemplando gastos de transporte.

Lo antedicho asegura la factibilidad del proyecto, tanto desde el punto de vista de la disponibilidad del recurso y tecnología, como de su beneficio económico.

No obstante, esto no basta para garantizar la penetración efectiva de los hornos de leña en el mercado de las secadoras, los productores y acopiadores tienden a pensar en la sustitución de gas oil por leña como un retroceso tecnológico, y temen a las dificultades de manipuleo de leña o limpieza del horno.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer al Ing. Armando Cassinera por su colaboración en los trabajos de laboratorio y al Cr. Adolfo Goldfeld en los análisis económicos.

RECORDATORIA:

Este trabajo, por decisión de los autores, está dedicado a la memoria de uno de sus miembros más entusiasta y empeñoso, Lic. Roberto Gaspar.