

SECADO SOLAR DE PRODUCTOS AGRICOLAS:

PERSPECTIVAS

Mónica GARCIA, Alejandro ROBERTI y Aldo FABRIS*

Departamento de Energía Solar
Comisión Nacional de Inv. Espaciales
Av. Mitre 3.100 - 1663, San Miguel

Buenos Aires - ARGENTINA

RESUMEN

Con el objetivo de realizar una evaluación del potencial de secado de productos agrícolas, se encaró el presente trabajo, donde se analizan las perspectivas del secado solar para dos de ellos: granos y frutas.

Se realiza una evaluación de la producción y su evolución. Un análisis económico y su prospección y, por último, un análisis técnico sobre los métodos actuales de secado, junto con las posibilidades reales de admisión de técnicas no convencionales dentro de las actuales estructuras de comercialización.

Se concluye que, si bien el secado solar es técnicamente factible, en este momento se debe encarar una mejora energética gradual. Se proponen tres etapas: la primera, mejorar termodinámicamente los equipos existentes. La segunda, sustituir parcialmente el combustible empleado por energía solar y, en la tercera, emplear acumuladores de calor en esa sustitución. En el caso particular de los granos, además de será estudiarse y revisarse la estructura actual de comercialización.

1. INTRODUCCION

Dentro de un plan de evaluación del recurso energético solar para ser aplicado al secado de productos agrícolas (1), se encaró el examen de granos y frutas desecadas.

La estacionalidad de la producción agrícola y su aleatoriedad constituyen los factores determinantes de la necesidad de contar con una capacidad instalada de almacenamiento para la conservación y de las posibilidades de procesamiento que desemboquen en un producto apto.

*Miembro de la Carrera del Investigador Científico. CONICET.

En la Argentina, la industria del secado de frutas es relativamente reciente, ya que hasta 1935 se importaban 4.500 tn de frutas y, actualmente, la producción de un año normal (21.500 tn) no sólo satisface el mercado interno, sino que permite la exportación de aproximadamente la mitad de esa cifra.

Respecto a granos, éstos se cosechan entre noviembre y mayo, lo que le otorga carácter estacionario a la cosecha. En este corto período afluyen más de 25 millones de toneladas desde los centros de producción a los de acopio. Se cultivan unos 13 granos con requerimientos diferentes de humedad.

En ambos casos la necesidad de secado para almacenar se hace evidente, pues las demandas son regulares y se impone la conveniencia de poder esperar precios más favorables del mercado internacional y la conveniencia de contar con excedentes que aseguren el abastecimiento interno, aún en caso de malas cosechas.

2. GRANOS

El área sometida a estudio abarca las provincias cerealeras por excelencia: Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y Chaco.

Esta zona cubre una superficie de 100 millones de Ha, con 10 millones de habitantes (nos referimos sólo a partidos o departamentos con un nivel mínimo de producción agraria). (2).

De esta superficie, el 81,1% se considera tierra agropecuaria: 80.051.800 Ha y la mayor parte de esta tierra está explotada por sus propios dueños.

La producción total promedio del período 1969/70-1980/81 alcanzó 24.461.000 toneladas. (Cuadro I).

El coeficiente de producción es de 0,3 tn/Ha, que tiene un valor sólo comparativo, pues se incluye superficie dedicada a ganadería, forestación y otros cultivos.

CUADRO I: Producción de granos (promedio 1969-1980)

TRIGO	7389	AVENA	511
MAIZ	7455	CENTENO	276
SORGO	4059	CEBADA	246
SOJA	2100	ARROZ	288
GIRASOL	1040	MIJO	244
		LINO	621
Subtot.	22275		2186
TOTAL			24461

(en miles de tn)

CUADRO II: Campaña 80/81

	Ha	Prod. ³ tnx10 ³	Rinde kg/Ha	% *
TRIGO	5480000	7700	1405	30,10
MAIZ	3314000	6410	1934	25,06
SORGO	1860000	2960	1591	11,57
SOJA	1900000	3240	1705	12,66
GIRASOL	2000000	1505	752	5,88
OTROS**	4809200	3765	738	14,72
TOTAL	19363000	25.580		100,00

* % de producción

**arroz, avena, cebada, centeno, lino y mijo.

En el Cuadro II, se observa la distribución de la cosecha 80-81. En esa campaña el 92% de la cosecha se obtuvo en el 20% de la superficie disponible.

Se observa que el 38% de la cosecha requiere de secado para su comercialización (sobre todo maíz y soja).

Capacidad de almacenamiento

En nuestro país, el almacenamiento se realiza a granel por acopiadores privados, cooperativas y por el Estado. Se totalizan unos 9 millones de tn. La capacidad en chacra es de sólo 3,5 millones de tn. Las instalaciones portuarias e industriales totalizan 4,3 millones, dando un total de aprox. 17 millones de tn.

Si se adopta el criterio de que la capacidad de almacenamiento normal no debe ser menor que el 75% de la producción, se necesitaría poseer una capacidad de 19 millones de tn para una producción de 25 millones.

Con estas cifras, el déficit actual variaría entre el 26% (incluyendo la capacidad de acopiadores privados, cooperativas, instalaciones oficiales y silos de chacra, excluyendo instalaciones industriales y portuarias) al 21% (excluyendo sólo las portuarias). Estas exclusiones se deben al carácter terminal de dichas instalaciones que hacen que el tratamiento a realizar sea mínimo.

En lo referente a silos de chacra, propiedad de productores, su consideración debe ser muy relativa, pues en la mayoría de los casos no cuentan con suficientes instalaciones complementarias.

Acondicionamiento y secado.

Los granos se almacenan limpios, secos y a bajas temperaturas.

En los últimos 20 años se ha difundido considerablemente la aplicación del secado artificial, ya que la cosecha se realiza para casi todos los cereales en forma anticipada.

Las humedades óptimas de almacenamiento:

- 12% arroz y sorgo
- 13% maíz, trigo, avena y cebada
- 11% soja y girasol

El secar más allá de la humedad óptima representa pérdidas económicas.

Los sistemas que se adoptan están basados esencialmente en el suministro de calor directo, por conducción forzada. La eficiencia depende del grado de contacto entre el fluido secante y el grano.

El secadero se diseña de forma tal que se obtenga un equilibrio entre la humedad que llega desde el interior del grano y la que el aire absorbe de sus caras externas. Si la absorción es más rápida que el ritmo de migración, se produce un recalentamiento del grano. La temperatura máxima que puede soportar el grano depende del destino y tipo del grano real, de su humedad y su grado de madurez. A mayor contenido de humedad la temperatura máxima admisible del grano disminuye.

Para el maíz (grano que utilizaremos de referencia en el resto del trabajo) con humedad inicial de 18%, las temperaturas máximas admisibles son

- 40/45°C para semilla
- 55°C para industrializar
- 70/80°C para forraje.

Si se procesa maíz exportación con 24% de HR, la temperatura máxima admisible es de 44°C, mientras que para 16% ésta aumenta a 75°C.

La velocidad de secado depende de la naturaleza del grano, no es posible acelerarla aumentando la temperatura o el caudal del aire de secado, sin causar daños en el grano.

A velocidades de 8 a 10%HR/h el grano se hincha y daña. A 7-8%HR/h aparecen pequeñas fisuras en el endosperma. Esto es el límite superior de velocidad.

Se logra secado en forma discontinua, permitiendo que se recobre el equilibrio interno del grano.

El sistema comúnmente utilizado en Argentina para lograr el secado en forma artificial es mediante aire caliente impulsado por ventiladores.

El aire se calienta por mezcla con los productos de combustión originados en el quemador. Se utiliza gas natural, fuel oil, gas oil o sus mezclas.

Las ventajas del método son: economía de consumo y -sobre todo- de diseño, a costa de calentamiento dispar, peligro de incendio, aporte de agua de combustión y contaminación del grano.

En Argentina, a pesar de que quedan algunas, no se fabrican máquinas de calentamiento indirecto.

Acondicionado el grano, se está en condiciones de almacenarlo, cuidando su temperatura y aireación. El nivel de temperatura alcanzado por la masa de cereal indica el grado de sanidad y, en algunos casos, permite diagnosticar tipo de deterioro.

Es común la instalación de cañerías perforadas de aireación, unidas a ventiladores extractores o impulsores.

Los caudales utilizados son relativamente bajos (0,05 a 0,1 m³/min tn), de forma tal que se renueva totalmente en un lapso de 5 a 20 min el aire de un silo.

Análisis económico

Según el Ing. Agr. Miguel Moneta (3) y otros (4), se vislumbran para la década del '80 las siguientes perspectivas:

1) Inflación general continuada, debido al incremento de precio de los alimentos, los que están pasando a jugar el papel que actualmente desempeña el petróleo. Esto será consecuencia de políticas externas e internas, amén de factores sociales y climáticos.

Sirva de dato que Estados Unidos destinó el 13% de su producción de granos forrajeros de 1970 a la exportación, mientras que en 1980 lo destinado fue del 37%.

2) Los precios de la energía seguirán subiendo de manera fuerte.

3) Fluctuaciones crecientes en la demanda de granos de EE.UU. y otros productores, debido a la variabilidad de las cosechas.

4) Creciente escasez de tierra productiva y agua, en especial agua, en Estados Unidos.

5) Caos en aumento en los países del cuarto mundo, lo que significa menos producción de alimentos en esas áreas

6) Crecientes problemas de transporte

derivados del aumento del precio de la energía.

7) Fin de la expansión de la "revolución verde" en el sudeste asiático.

8) Crecimiento lento y con poco ritmo de desarrollo del sistema de producción agropecuaria.

De esto se concluye que las demandas de granos serán cada vez mayores, incluso superiores a la producción, con el consecuente aumento del valor de la cosecha. (Este año, en EE.UU., el aumento fue de apr. 7% para trigo y 42% para maíz).

En corto plazo, el mundo se enfrentará con bajísimos niveles de reservas, de forma tal que ni con cosechas excepcionales por parte de las dos superpotencias podrían reconstruirse los stocks a niveles lógicos.

Influencia de los combustibles tradicionales.

En EE.UU., entre 1979 y 1980, el precio de los combustibles creció el 39%.

Los costos de producción del maíz (sin considerar la renta de la tierra) tienen un incremento del 43% sobre el año anterior.

En la Argentina, desde enero de 1979 a diciembre de 1980 el dólar aumentó en 98%. Si suponemos al dólar un indicador de moneda argentina constante, tenemos que, como los combustibles en el país incrementaron su precio desde enero de 1979 a diciembre de 1980 en 220% en moneda corriente, la variación respecto del dólar es del 61% (comparable a la variación de EE.UU.).

A principios de abril de 1981, alrededor del 24% del valor de la cosecha se destinaba a gastos de acondicionamiento (paritarias, secado, fumigación y zanado).

Los gastos de secado, para maíz, significaban desde el 5% para maíz con 17% de humedad hasta 13,2% para maíz con 22% de humedad. (En la cosecha anterior esto significaba sólo la mitad).

Un secador normal, de los que dispone un acopiador (de 7 a 100 tn/h) consume entre 6 y 10 l de gasoil/tn secada, que a un costo de 484 \$/l lleva a apr. 500 \$/quintal. El acopiador cobra por el servicio (abril 1981) entre 1500 y 4000 \$/quintal.

Esto indica que el combustible representa entre el 20 y el 32% del precio cobrado por el prestatario del servicio de secado (sobre un precio de 1.500 \$/quintal), o sea aproximadamente el 2% del valor de la cosecha. Obviamente este costo no es excesiva-

mente alto, pero por lo expuesto antes irá en aumento.

Se pueden plantear dos cuestiones:

- 1) ¿Qué significa en el país el consumo energético para secar una cosecha?
- 2) ¿Cómo puede bajarse la incidencia del costo de combustibles en el valor de la cosecha?

1) Se cosechan 6,5 millones de toneladas de maíz, (un valor bajo), con un consumo de 10 l de gas oil por tonelada.

El costo (abril 1981) es de 0,142 u\$s por litro de gas oil. El costo asociado por combustible es

$$0,142\$/l \times 10 \text{ l/tn} \times 6,5 \times 10^6 \text{ tn} = \\ = 9,23 \times 10^6 \text{ u}\$s$$

representa apr. 65 millones de litros de gas oil (58.500 tn).

Como ilustración, este valor representa el 26 % del gasoil importado por la Argentina durante 1979 (5).

- 2) Respecto al problema de cómo bajar la incidencia del costo de combustible, tenemos, nuevamente dos enfoques:
- i) Bajar los costos, respetando la actual estructura de comercialización.
 - ii) Bajarlos modificando la actual estructura de comercialización.

En el primer caso, con la estructura vigente, no puede pensarse en sustituir el combustible fósil por energía solar, ya que los acopiadores y cooperativas atienden, obviamente, a varios productores, requiriendo secadoras de alta velocidad.

Si se pretendiera sustituir el 20% de combustible por energía solar, en una secadora de 50 tn/h, con un colector con 45% de eficiencia a 110°C, se necesitarían alrededor de 10.000 m² contando espacios destinados a circulación y tuberías. A nadie escapa el alto costo que supone el terreno ocupado, ventiladores, conductos, etc. y el asociado a energía eléctrica del sistema de ventiladores.

Lo más conveniente es comenzar por mejorar las características termodinámicas de los secadores actuales. Estas mejoras deben apuntar a aislaciones térmicas, recuperadores de calor, precalentamiento de aire (quizá por energía solar), etc.

Estas mejoras permitirían secar con menores costos de combustible. De todas formas debería pensarse en el uso solar para el secado de semillas, que requieren bajas temperaturas para alta calidad (6).

Respecto a la modificación de la es-

tructura actual de comercialización, la tendencia deberá ser a que sea el propio productor quien seque y almacene sus granos. Si a medida que se cosecha se cargan los silos en capas relativamente delgadas es probable que se obtenga un buen secado con energía solar y a baja velocidad y, aun, con aire natural, solamente (7).

Esto implica un cambio radical en la mentalidad productora actual. Actualmente, y en términos generales, el productor de Argentina, no posee infraestructura para levantar la cosecha y, menos aún para secar y almacenar.

3. FRUTAS

Fruta fresca: producción y área de estudio:

El área productora de las especies aptas para secado comprende las provincias de: Mendoza, San Juan, Catamarca, La Rioja, Buenos Aires, Santa Fé, Rio Negro y Neuquen.

Las especies frutícolas son las llamadas "especies de verano" cuyo período de cosecha abarca desde noviembre a abril. Estas son: ciruelas, damasco, durazno, manzana, peras, uvas e higos.

La producción total de estas especies tomando como promedio los 10 últimos años es de: 1.300.000 tn. En el cuadro III se observa la distribución de la producción por especie, la participación del total y el incremento sufrido por algunas especies en los últimos 10 años.

CUADRO III: Producción de frutas aptas para secado (promedio 1969-1980)

especie	producción (tn)	% del total	incremento
MANZANA	700.000	53	61 %
DURAZNO	250.000	19	9,7%
UVA	160.000	12	
PERA	120.000	9	31 %
CIRUELA	70.000	5	3,6%
DAMASCO	20.000	1,7	17 %
HIGO	3.000	0,3	
TOTAL	1.300.000	100	

Fuente: Dirección de Economía y Sociología Rural del Ministerio de Agricultura.

En los cuadros IV y V se presenta la participación porcentual de cada provincia en las producciones de las especies

CUADRO IV: Producción porcentual por provincias de ciruela, durazno y damasco.

zona	ciruela	durazno	damasco
	(en %)		
MENDOZA	62	42	67
SAN JUAN	2	1	21
BS. AS.	18	38	5
SANTA FE	5	8	3
RIO NEGRO	8	6	1
NEUQUEN	-	1	-
OTRAS	5	4	3

CUADRO V: Producción porcentual por provincias de pera, manzana y uva.

zona	pera	manzana	uva
	(en %)		
MENDOZA	16	15	67
SAN JUAN	21	-	24
BS. AS.	3	3	-
SANTA FE	-	-	-
RIO NEGRO	75	68	3
NEUQUEN	6	12	-
OTRAS	-	3	6

Fruta desecada

En la Argentina la industria del desecado de frutas es relativamente reciente. Las provincias donde se efectúa en forma comercial son las andinas (Mendoza y San Juan) y Rio Negro y Neuquen.

Según (8) para un año normal de producción las cantidades de fruta desecada es como sigue:

CIRUELA	10.000 tn
DURAZNO	2.000 tn
MANZANA	1.000 tn
PASAS DE UVA	7.000 tn
PERAS	800 tn
DAMASCO	200 tn
HIGO	500 tn

TOTAL 21.500 tn

Existen años donde la producción de duraznos y ciruelas desecadas es bastante elevada, en el caso de las pasas dicha producción está sujeta a fuertes variaciones de acuerdo a los pedidos del mercado y en el caso del

damasco depende casi exclusivamente del éxito de la cosecha. En los últimos años a partir de la década del '60 hay mayor interés por ciruelas y manzana debido a demandas externas.

Existen en la actualidad unos 100 establecimientos dedicados industrialmente al proceso de desecado.

Las ventajas de la fruta desecada son:

- 1- Son un producto más reducido que las frutas conservadas de otra forma.
- 2- En general tienen un costo de producción menor que las conservas ya que no necesitan el agregado de azúcares ni otros ingredientes.
- 3- El costo de almacenaje y transporte es bajo por el menor volumen y peso.
- 4- Se pueden utilizar para varios usos.
- 5- Dan flexibilidad económica ya que se puede regular el momento de la comercialización.

La desecación se puede obtener por calor natural del sol o por calor artificial.

En el desecado solar expuesto al aire libre se requieren condiciones especiales de clima seco, una cierta cantidad de mano de obra, inversiones pequeñas y el producto generalmente se presenta contaminado por insectos o polvo disminuyendo su calidad y valor económico.

El método consiste en desparramar el producto sobre bandejas y colocarlas sobre el suelo o bastidores expuestas a los rayos solares hasta lograr una pérdida de humedad acorde con las necesidades de almacenamiento.

Presenta varios inconvenientes como ser: el movimiento de bandejas de día y de noche; no existen controles de las condiciones de humedad y temperatura ni de circulación de aire.

El secado es bastante irregular e intermitente y la fruta presenta mal aspecto por la decoloración. Además no se le puede asignar un valor económico seguro ya que resulta impredecible el porcentaje de pérdida, resultando en algunos casos hasta del 30 %.

En el secado artificial se utilizan hornos industriales de distinto tipos:

- 1- Hornos de túnel con circulación de aire en contracorriente cuyo funcionamiento consiste en cargar el material húmedo en bandejas que son transportadas a través del túnel poniendo en contacto la materia prima con una mezcla de aire exterior y gases de combustión. Pueden ser de fuego directo o indirecto.

2- Hornos modulares y de túnel con circulación de aire en corriente a-travesadora y calefacción indirecta por medio de vapor de agua proveniente de una caldera; estos hornos tienen un menor consumo de combustible y no existe ningún tipo de contaminación del material.

En los hornos es posible controlar la velocidad del aire, la humedad y la temperatura, esta última de gran importancia ya que si el desecado se realiza a alta temperatura la piel de la fruta se endurece, los poros dejan de funcionar e impiden la evaporación de la humedad interna. Si por el contrario se deseca a temperatura muy baja, la fruta debe estar expuesta por mucho tiempo y se presenta imperfectamente secada.

El objeto de la desecación no consiste solamente en conservar la fruta sino lograr que conserve su gusto y alto contenido de azúcares.

La temperatura no debe pasar nunca de 100 °C.

CUADRO VI: Se presentan algunas características del proceso y del material desecado

	REND. %	HUM. %	TEMP. °C	DURACION horas
CIRUELA	30	18	70	16-20
DAMASCO	15	16	70	16-20
DURAZNO	18	16	80	7-9 (p)
MANZANA	15	12	90	6-7 (p)
PERA	15	16	70	16-20
UVA	30	15	80	-
HIGO	25	16	80	-

(p) : partido en mitades
 REND: cantidad de material fresco para obtener 1 kg seco.
 HUM : humedad final óptima del producto al salir del secadero.
 TEMP: temperatura máxima tolerada por el producto.
 DURACION: tiempo de secado en hornos.

Análisis económico

Para calcular el combustible gastado en un año para obtener las 21.500 tn de fruta desecada, se calculó la cantidad de agua evaporada para cada especie teniendo en cuenta su rendimiento de secado y estimándose qué porcentaje se realizaba en secaderos artificiales o en forma natural. Se trabajó sobre la base de que el 100% del desecado de ciruelas y manzanas se reali-

za en hornos; el 50% de duraznos, peras y damascos y el 20 % de pasas de uva

Para obtener el total de fruta desecada anual es necesario evaporar en hornos artificiales 38.600 tn de agua, que representa un gasto de 7.720 m³ de combustible (valor calórico de 2000 Kcal/kg agua).

El costo del gas-oil (abril 1981) es de 0,142 u\$s por litro, por lo tanto resulta que el gasto asociado por combustible en el desecado de frutas asciende a u\$s 1,09 x 10⁶.

Los datos disponibles sobre el valor económico de la fruta desecada es el correspondiente al producto de exportación (9), no habiéndose encontrado datos sobre el mercado interno. En términos generales podemos decir que se exporta el 50 % de la fruta desecada, siendo las de mayor demanda: ciruelas, pasas, manzanas y peras.

Con este valor económico del producto de exportación y el precio del combustible se pudo estimar la incidencia porcentual del combustible por kg de fruta desecada, resultando entre el 5 y 7 % en el caso de utilizar diesel y entre el 8 y 12% en el caso de utilizar gas-oil.

Posibilidad de reemplazo solar

Se estudió la posibilidad de reducir el consumo de combustible fósil mediante el uso de sistemas solares. Esta reducción se plantea en tres etapas para el caso de sistemas industriales

La primera es la reducción del consumo de combustibles a 70-80% del actual. Consistiría en una utilización más eficiente de la energía modificando las condiciones existentes de operación a través de un mejoramiento de las aislaciones, un adecuado control de la operación evitando el sobrecalentamiento que conduce a consumos energéticos específicos altos que son innecesarios.

También incluiría esta etapa, una vez realizadas las medidas anteriores, el uso de recuperadores de calor que han demostrado (10) ser capaces de generar ahorros importantes de consumo energético. El valor de 70-80% que hemos estimado lo consideramos seguro y mínimo ya que en casos prácticos (10) sólo esta medida ha demostrado ahorros de hasta el 50%.

La segunda etapa es la reducción del consumo de combustible a 50-60% del actual.

Consistiría en la introducción de sistemas de calentamiento solar sin acu-

malación dado que entendemos que el costo de la unidad de energía por vía solar al introducir estos sistemas aumenta sustancialmente ya que instalar un sistema de acumulación no sólo implica el acumulador sino también un sistema de ductos, compuertas y controles asociado a él.

Por lo tanto en esta etapa el sistema solar debería dimensionarse para que en las mejores condiciones de insolación genere todo el calor que el sistema de secado necesite; lo que implicaría que en las horas en que la radiación es más baja el sistema convencional tendría que aportar la energía faltante.

En estas condiciones de diseño se necesitarían entre 20-23 m² de colector solar (eficiencia estimada 40%) por litro/hora de consumo de la unidad secadora.

El ahorro promedio anual que se generaría dependerá de las condiciones de insolación del lugar donde se instale el sistema y varía entre 29 l/m² y 36 l/m² de colector instalado para Buenos Aires y Mendoza respectivamente, considerando la temporada de secado de 4 meses.

Esto implicaría un ahorro porcentual entre el 20-30% de la carga térmica total.

La tercer etapa es la reducción del consumo de combustible a 10-15% del actual.

Esta etapa incluye la instalación de sistemas de acumulación, lo que permitiría acumular calor para las horas de baja insolación.

Esta etapa depende fuertemente de las condiciones de insolación del lugar y si bien los porcentajes de sustitución son altos nunca pueden ser totales.

En cuanto a la posibilidad de secado solar a nivel familiar, si bien no representaría un ahorro de combustible, sí significaría una disminución de las pérdidas que se producen por exposición directa al aire libre.

Esas pérdidas se podrían reducir al 5-10% y el producto obtenido sería de calidad comercial.

Además, la introducción de sistemas solares para secado familiar permitiría realizar secado en zonas donde habitualmente no se practica secado al aire libre debido a condiciones climáticas existentes.

4. CONCLUSIONES.

Respecto al secado de granos se pueden predecir etapas que conducen a un ahorro energético (tal como las planteadas para frutas), provenientes de racionalizar el uso de combustibles tradicionales.

Estas etapas, para su implementación, deben contar con una decisión política a nivel nacional. (Hay países, como Brasil, donde rigen desde principios de 1981 leyes que impiden la utilización de petróleo para secar granos).

Si bien en este momento es técnicamente posible el secado solar, en la práctica deberá encararse el problema a través de las tres etapas mencionadas.

Si se encara el secado en lotes pequeños, a nivel productor, estos ahorros pueden esperarse en menos tiempo y de manera más significativa.

En lo referente a frutas para el secado a nivel industrial y aplicando las etapas detalladas se puede predecir un ahorro de combustible del 80-85%.

En el caso de encararse el secado a nivel familiar, también es técnicamente realizable en este momento. No se disponen de datos que permitan hacer una evaluación económica aceptable del beneficio que implicaría la introducción de este tipo de sistemas, sin embargo no hay dudas en pensar que traería aparejado un mejoramiento cierto de las condiciones de vida de las familias dedicadas a esa actividad.

5. REFERENCIAS.

- 1- Conclusiones de la Mesa Redonda sobre Secado de Productos Agrícolas. Actas ASADES Catamarca. 1980. pg. 93.
- 2- Almacenamiento de Granos en Arg. ACA. 1977
- 3- Moneta M. "Out-Look '81". Revista Banco Nación Argentina y Fundación Banco Prov. Año III N°17. 1980.
- 4- Panorama Agropecuario Mundial. Revista Banco Nación y Fundación Banco Prov. Año III N°17. 1980.
- 5- Combustibles. Anuario estadístico 1979. Secretaría de Energía.
- 6- Cortes et al- Estudio comparativo del secado solar con distintos granos y sistemas. ASADES - Catamarca 1980. pg 15.
- 7- Bakker- Arkema et al. 1980. Testing alternative on farm grain drying systems. ASAE paper N°80-3017.
- 8- CAVI. Publicación N°42.
- 9- FAVI Estadística general de las exportaciones del sector. 1978.
- 10- Carnegie et al. Operation of an Industrial Solar Drying System. Proceeding of the ISES Congress 1979. Vol.2 pag. 1037.