

cuantificación del potencial energético de la cascarilla del arroz y el olote del maíz en Costa Rica

Rolando Flores Galarza* Rodolfo Zeledón Morales**

INTRODUCCION

La dependencia que Costa Rica tiene de los hidrocarburos demanda que se estudien todas las opciones energéticas viables, que puedan llegar a sustituir los combustibles fósiles parcial o totalmente en aquellos procesos industriales que los requieran.

Es dentro de esta directriz que se están llevando a cabo estudios y experiencias con diversas fuentes energéticas por todos conocidas, como entre otras lo son: el alcohol carburante, los biodigestores, la energía solar y los residuos de procesos agroindustriales.

Al olote y a la cascarilla del arroz se le pueden dar muchos usos variados⁽²⁾, no obstante el objetivo de esta presentación es cuantificar la disponibilidad energética que, como fuentes calóricas presentan estos dos subproductos.

No se pretende llegar en este trabajo a dar todas las indi-

caciones y resultados prácticos posibles, sino que se trata de dar una "voz de alarma", con el fin de motivar a otros sectores para que traten de darle un uso energético más racional a estos subproductos; uso que tendría un doble resultado: por un lado se reduce la contaminación del medio, y por el otro se sustituye el consumo del combustible fósil.

MATERIALES Y METODOS

Se determinaron las características físicas que permitieran cuantificar el potencial energético de estos subproductos, tales como el porcentaje por peso que representan del producto inicial, el poder calórico y la eficiencia de un horno para quemar cascarilla de arroz y cuyo calor se utilizaría en el secado de granos. Se analizó solo el horno para cascarilla de arroz puesto que a la fecha no hay indicios de la utilización del olote como fuente calórica en procesos industriales en Costa Rica.

La metodología seguida se presenta a continuación:

Cálculo de subproducto:

— 76,5 kg de maíz amarillo en mazorca a 23,70/o de humedad (base húmeda (b.h.)) se desgranó utilizando una desgranadora co-

mercial John Deere (Planta Guácimo C.N.P.) y el producto desgranado se pesó, separando la cantidad de grano del olote obtenido. De los datos obtenidos se calculó el porcentaje por peso que representa el olote del maíz en mazorca.

— Cinco muestras de 2 kg de arroz CR-1113 en cáscara (granza) a 10⁰/o de humedad (b.h.), fueron piladas en una piladora Mak Gil Sheler de laboratorio. Los productos resultantes del pilado se pesaron y se obtuvo el porcentaje por peso que representa la cascarilla del arroz en granza.

Calor de combustión de los subproductos:

Para determinar el calor de combustión por peso de los subproductos se utilizó una bomba calorimétrica (Tarr, serie 2487, Illinois, USA) propiedad del Centro de Electro Química de la Universidad de Costa Rica.

Eficiencia de un quemador de cascarilla de arroz:

Se tomaron muestras de las cenizas resultantes de la combustión de la cascarilla en un horno, las que fueron puestas en la bomba calorimétrica y se obtuvo el

* Ingeniero mecánico (U. de C.R.), Máster en Ingeniería Agrícola (I.S.U.), Director de la Unidad de Producción Industrial del Consejo Nacional de Producción (C.N.P.), y profesor del Departamento de Ingeniería Agrícola del I.T.C.R.

** Estudiante de Ingeniería Mecánica de último semestre (a la fecha de trabajar en este proyecto, enero-julio, 1982). Parte de este trabajo constituyó su Proyecto de Graduación bajo la dirección del primer autor.

calor de combustión por peso, remanente en la muestra de ceniza. Para obtener la eficiencia del horno se aplicó la siguiente fórmula:

$$E = 100 - \frac{Q_{cen}}{Q_{cas}} \cdot P_{con}$$

donde, bajo las condiciones de la bomba calorimétrica:

Q_{cen} = calor de combustión de las cenizas (cal/gr)

Q_{cas} = calor de combustión en la cascarilla (cal/gr)

P_{con} = porcentaje del peso de la muestra original consumida durante la combustión completa.

E = eficiencia del horno (0/o)

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio realizadas se presentan en el cuadro No. 1.

CUADRO N^o 1. Resultados de laboratorio para la cascarilla de arroz y el olote.

Característica	Subproducto	
	Cascarilla de arroz	Olote
Porcentaje en peso del producto original	23	17
Calor de combustión por peso de subproducto (kilocalorías/kilogramo)	3 672	3 643
Eficiencia del horno (0/o)	59	—
Contenido de humedad de las muestras (0/o b.h.)	10,0	21,0

Los datos presentados en el cuadro No. 1 sirven para hacer los cálculos de la energía disponible en ambos subproductos.

El calor de combustión indicado por la bomba calorimétrica es bajo condiciones en las que se obtiene la combustión completa; lo que en la práctica no ocurre por razones tales como la ausencia del suministro apropiado de oxígeno, alta humedad del producto que se va a quemar, eficiencias bajas en los ventiladores de suministro de aire, etc. De ahí la importancia de obtener la eficiencia del horno quemador en cuanto a la obtención de todo el calor disponible en los subproductos bajo estudio.

Para el horno de cascarilla de arroz se obtuvo una eficiencia del 59^o/o.

Para el caso del olote como se mencionó anteriormente la ausencia de hornos para estos en el país impidió la obtención de datos prácticos. No obstante, Claar, Buchele y Marley⁽³⁾ encontraron que para un horno que utiliza el calor de combustión del olote para el secado de maíz, se llegan a tener eficiencias del orden del 92^o/o.

Considerando la cosecha nacional de granos 1981—1982 y los datos del cuadro No. 1, se puede calcular el potencial energético que se tuvo disponible durante las cosechas de arroz y maíz para ese año agrícola; si de la totalidad de los subproductos se hubiera utilizado el calor producido en la combustión de ellos. Estos cálculos se resumen en el cuadro No. 2.

CUADRO N^o 2. Energía calórica disponible en los desechos de la cosecha nacional de arroz y maíz del año agrícola 1981 — 1982. 3.

Grano	Producción (toneladas)	Subproductos (toneladas)	Energía disponible (millones de kilocalorías) <u>5</u>
Arroz	202 037	46 469	88 730
Maíz	82 628	16 924 <u>4</u>	56 722

/3 Datos tomados de la referencia 5.

/4 Este es el volumen de producción ya desgranado, de ahí que el cálculo del volumen de subproductos se hace en forma inversa.

/5 La eficiencia de combustión para la cascarilla de arroz se tomó en un 59^o/o y la del olote en un 92^o/o.

En Costa Rica la totalidad del arroz y maíz, una vez cosechado, se seca por medio de aire caliente. Este aire es calentado por la combustión del diesel. Son pocas las excepciones a este patrón de secamiento, como lo son para el maíz algunos secadores solares y para el arroz el que pocas plantas de proceso de este grano queman la cascarilla de arroz.

Considerando los valores promedios de humedad de recibo de los granos en las Plantas de secado⁽⁴⁾, se presenta en el cuadro No. 3 lo que se debió haber consumido en diesel para secar los granos a una humedad de almacenamiento de 13^o/o (b.h.), humedad que garantiza su buena conservación.

Comparando los resultados para la energía calórica disponible (cuadro No. 2) y la energía usada en el secamiento (cuadro No. 3), es claro que con el calor de combustión de los subproductos respectivos se pudo haber secado la cosecha de arroz y maíz de 1981—1982.

CUADRO N^o3. *Requerimiento energético para secar la cosecha nacional de arroz y maíz del año agrícola 1981 – 1982.*

Grano	Producción (toneladas)	Humedad de recibo (°/o b.h.)	Agua que se evapora (toneladas)	Energía ⁶ requerida (millones de kilocal.)	Combusti- ⁷ ble diesel requerido (litros)	Costo del ⁸ combustible usado (millones de colones)
Arroz	202 037	18	11 611	8 128	927 854	10,7
Maíz	82 628	20	5 648	4 654	531 279	6,1

⁶ El calor latente de vaporización del agua en el grano es de 700 kcal/kg (6).

⁷ Se consideró un calor de combustión del diesel de 8 760 kcal/litro y una eficiencia de quemado del 95°/o.

⁸ Se consideró un costo promedio del diesel de ₡11,55/litro en vista de que durante ese año fluctuó de ₡ 6,10 por litro a ₡17,00 por litro.

De haberse utilizado los subproductos como combustibles se hubiera tenido una economía de dieciséis millones ochocientos mil colones y quedaría aún un remanente energético equivalente a $132\,670 \times 10^6$ kilocalorías, que de haberse quemado en calderas para producir energía eléctrica (a un 70°/o de rendimiento) se hubieran producido 154 300 megawatts hora o el equivalente a diez millones de litros de diesel combustible.

Un panorama más dramático se va a presentar en el secado de la cosecha del presente año (1982–1983), en donde se estima una producción de 230 000 toneladas de arroz y 85 000 toneladas de maíz⁽⁴⁾. Esta cosecha demandará que se utilicen en su secado $1,6 \times 10^6$ litros de diesel con un costo de veintisiete millones de colones, asumiendo que el costo del combustible permanecería a ₡17,00 por litro.

En resumen estos resultados indican que un 9,2°/o de la cascarilla de arroz producida en una cosecha puede secar la misma, y siendo un 8,2°/o de todo el olote de una cosecha, el necesario para secar el maíz cosechado.

Por las características de

siembra de maíz, donde un 80°/o de las siembras se hacen en fincas de menos de 100 Ha⁽⁵⁾ una recolección general del olote para su utilización centralizada trae complicaciones y costos adicionales. No obstante, un programa nacional tendiente a que los productores sequen su propio grano con el calor de la quema del olote, hará que el agricultor tenga mejores ganancias con su producto, ya que estará más seco, no tendrá que hacer falsos fletes por agua en el grano y se reducirá el riesgo de la contaminación del grano con micotoxinas. Dicho programa podría atender a financiar centros de acopio y secado en cooperativas de pequeños productores y facilitaría el financiamiento para la construcción de sistemas secadores con el uso del olote.

En el caso del arroz ya se está secando con el calor de combustión de la cascarilla en forma aislada. Para poder utilizar la cascarilla de arroz en el secado se debe contar con un equipo de pilado para descascarar el grano y así obtener la cascarilla. Esta condición aunada a que el arroz

*1 Ha = 0,01 Km²

no es secado en la finca, salvo en muy pequeñas cantidades, permite que se establezca una política nacional que sustituya el diesel del secado de arroz, ya que, con excepción del C.N.P., casi todas las plantas de recibo de arroz en Costa Rica tienen equipos de pilado y por ende el combustible que se propone.

La tecnología que se utiliza en los hornos para quemar residuos agrícolas no es muy complicada y ya se encuentran varios ejemplares de ella en Costa Rica y deberían los centros de investigación nacionales trabajar más en su desarrollo y aplicación con este propósito.

Es recomendable no utilizar el fuego directo en el secado de granos cuando se usa olote, ya que la combustión incompleta del olote produce compuestos que son carcinógenos comprobados⁽¹⁾. De ahí que se debe tratar de evitar el contacto directo de los gases de la combustión con el producto que se va a secar.

En el caso del uso de la cascarilla de arroz no se han conducido experimentos destinados a determinar compuestos carcinógenos. No obstante, se deben instalar los hornos o calderas de manera que se evite la contaminación del medio de trabajo con monóxido de carbono, previniendo que las corrientes de aire no introduzcan los gases de combustión en las áreas cerradas de trabajo.

El secamiento de arroz quemando cascarilla sin intercambiador de calor ha probado ser el elemento positivo en el control de insectos en los granos almacenados⁽²⁾. De producirse compuestos carcinógenos como producto de la combustión de la

cascarilla, en el caso del secamiento directo de arroz granza, la misma cáscara del arroz que se seca podría estar actuando como un elemento aislante entre estos compuestos y el grano destinado a consumo humano.

La utilización energética de estos subproductos les daría un valor que inmediatamente repercutiría en el beneficio que el agricultor recibiría de este producto. Ya no sería un subproducto que se castiga contra el agricultor en el precio de venta de su grano, sino que sería un combustible con valor comercial.

La sola utilización de estos subproductos en el secado de granos llevaría a la eliminación de gran parte de este agente contaminante y a la reducción en el uso del combustible diesel, y por lo tanto a la disminución en su importación, que como se vio por año, llega a los veintisiete millones de colones únicamente para el secado de maíz y arroz.

Esta sustitución del diesel de parte del proceso de industrialización del arroz implica una reducción en el costo del producto al consumidor.

Se ha planteado aquí, como opción más inmediata de la aplicación energética de estos subproductos, su uso en los procesos de secado de maíz y arroz, pudiendo extenderse al secamiento de café, maderas, sorgo, etc. Sin embargo, las aplicaciones energéticas que de estos subproductos puedan hacerse dependerán del ingeniero, investigador o del empresario que decida instalar en su unidad productora sistemas energéticos que usen estos subproductos como combustibles.

CONCLUSION

El potencial que como fuente de energía calórica presentan la cascarilla de arroz y el olote del maíz para Costa Rica es indiscutible.

Una política en ámbito nacional de parte del gobierno en la utilización de estos subproductos como combustibles en el secado de granos, se hace necesaria e impostergable para reducir el uso del combustible diesel en este proceso.

LITERATURA CONSULTADA

1. Anderson, M.E., Claar P.W. II, and C.J. Bern. "Corn drying evaluation utilizing a concentric-vortex biomass furnace system". **ASAE paper No. 81-3015**. Michigan: American Society of Agricultural Engineers, 1981.
2. Angladette, A. **El arroz**. Madrid: Editorial Blume, 1975.
3. Claar, P.W. II; Buchele, W.F. and S.J. Marley. "Crop residue combustion with a concentric-vortex furnace" **ASAE paper No. 81-1032**. Michigan: American Society of Agricultural Engineers, 1981.
4. Consejo Nacional de Producción, Departamento de Estudios Económicos. **Compendio mensual estadístico de las actividades de la División de Fomento**. Volumen 2, No.11, junio. San José (Costa Rica): Consejo Nacional de Producción, 1982.
5. Costa Rica. Dirección General de Estadística y Censos. **Censo agropecuario nacional**,

1973. San José (Costa Rica): MEIC, 1974.

6. Rossi, S.J., G. Roa. **Secagem e armazenamento de produtos agropecuarios com uso de energia solar e ar natural**. Publicacao ACIESP No. 22. Sao Paulo: Secretaria da Industria, Comercio, Ciencia e Tecnologia. Academia de Ciencias do Estado de Sao Paulo, 1980.

