

El sorgo azucarado como cultivo energético *

El presente artículo técnico sobre el tema "Sorgo azucarado como cultivo energético", ha sido elaborado por el Director de la Estación Experimental de Cerro Largo, Ing. Agr. Roberto Fariello.

1: INTRODUCCION

Dentro de las materias primas renovables, el sorgo azucarado, ha sido reconocido como una importante fuente para la producción de alcohol, azúcar y biomasa (materia seca referida a energía) y para un elevado número de otros productos. (1)

El cultivo del sorgo azucarado para la producción de alcohol etílico y azúcar ha sido escasamente estudiado en nuestro país. En Estados Unidos se ha utilizado para algunos de estos fines de 1878. (Coleman, 1975).

Dado que en el Uruguay, los datos experimentales sobre el cultivo del sorgo azucarado se remontan a 1956, no podemos asegurar actualmente ventajas frente a otros cultivos. Lo que sí podemos destacar, es que ya en 1956, este cultivo mostraba ventajas comparativas frente al maíz, como materia prima alcohólica. (Bergeret y Fernández, 1956).

A través de datos bibliográficos sobre su comportamiento agrícola y su utilización industrial, hemos podido constatar que, desde el punto de vista de su utilización como materia prima para la producción de alcohol en complementación con el cultivo de la caña de azúcar o en sustitución de ésta en determinadas regiones, es un cultivo que presenta características que justifican su investigación.

De acuerdo a los datos de rendimientos agronómicos e industriales, encontrados en diferentes publicaciones, podemos asegurar, sin lugar a equivocarnos, que la investigación en sorgo azucarado se presenta con ventajas ponderables frente a otros cultivos. Si tenemos en cuenta que sus tallos presentan características similares a los

de la caña de azúcar, vemos que los equipamientos ya existentes para el procesamiento de ésta, pueden ser utilizados para la industrialización del sorgo.

Si sumamos a esto que los jugos extraídos de los tallos de sorgo azucarado son ricos en sacarosa, glucosa y fructosa, de fácil fermentación para su transformación en alcohol etílico, vemos que su utilización a nivel industrial, permitirá, con ligeras adaptaciones, utilizar los ingenios azucareros en los períodos de entre zafra. Se extenderá así el lapso en que los mismos son usados, con lo cual se reducirán los costos generales en todas las operaciones y mejorará el aspecto económico de la producción azucarera. (Serra, 1976).

A los efectos de estudiar el comportamiento agro-industrial del sorgo azucarado bajo las condiciones agroclimáticas de nuestro país, en 1978 se siembra en la Estación Experimental de Montevideo, dependiente de la Facultad de Agronomía, un ensayo con cultivares americanos. Dados los óptimos rendimientos obtenidos a nivel experimental, en lo que respecta a tt tallos/hectáreas y lt jugo/hectárea se entendió que el cultivo del sorgo azucarado se presentaba con ventajas ponderables para la producción de azúcar y alcohol utilizable como fuente de energía.

Se consideró entonces conveniente dar continuidad y prioridad a las investigaciones iniciadas en 1978. Es así que en 1979 se comienzan a hacer las primeras introducciones de materiales argentinos y americanos con la finalidad de comenzar su evaluación. Al mismo momento se plantea un ensayo, el cual tiene por finalidad continuar la evaluación de aquellos cultivares estudiados en 1978.

Los resultados de los 5 cultivares americanos, así como los de aquellos materiales argentinos que mostraron ser más promisorios, se presentan en el cuadro I.

G. y PEREZ - LOPEZ, F. El sorgo azucarado: resultados de experiencias de campo y su empleo en la industria. Comunicación personal.

CUADRO I.

CULTIVARES	tt tallo/há.	ltrs. jugo/há. ()	kg. bagazo/há.	Grados Brix	Azúcares totales gr/ltr.	kg. azúcar/há.	litros alcohol/há. (*)
X 4317 (5858)	65.86	39.516	23.776	16.36	141.01	5.572	2.785
X 4352 (S 5970)	40.69	24.414	14.690	15.1	145.42	3.550	1.775
X 4323 (5858)	59.5	35.700	21.480	15.45	145.29	5.186	2.593
X 4315 (5134)	62.56	37.536	22.585	15.16	111.01	4.168	2.085
X 4317 (5857)	59.26	35.556	21.393	14.7	139.11	4.946	2.472
Sorghum							
saccharatum	21.76	13.054	7.853	14.1	147.5	1.925	962.5
Atlas (Cl 899)	44.33	26.598	16.003	18	173.9	4.625	2.313
Ellis	34.01	20.408	12.279	15.3	150	3.061	1.530
Leoti	49.23	29.540	17.773	16.5	151.6	4.478	2.239
Rex	38.81	23.288	14.012	17.2	176.1	4.101	2.050
Sart	34.52	20.714	12.464	15.8	154.8	3.207	1.603

Los valores en el cuadro representan promedios de 1 año de experimentación. Ensayo realizado en la Estación Experimental Alejandro Backhaus de la Facultad de Agronomía, el año 1979/80.

(||) Se tomó un porcentaje de extracción del 60 %.

(*) Se calculó en base a una eficiencia del proceso de fermentación del 90 %.

2. BALANCE ENERGETICO

El balance energético, elemento de fundamental importancia para la elección de una determinada materia prima para la producción de energía, fue analizado partiendo de un rendimiento agrícola estimado en 40 tt de tallo limpio y despuntado, un % de extracción del 70 %, un rendimiento de alcohol de 60 lt/tt y un residuo de bagazo de 250 kgs/tt.

Para realizar este tipo de cálculo se consideró el costo en términos de energía para producir un cultivo de sorgo azucarado, el costo del transporte de la materia prima hasta la planta de procesamiento y finalmente el costo energético del proceso industrial de extracción.

El balance consiste entonces en la diferencia entre la energía consumida en todas las etapas del proceso agrícola e industrial y la energía obtenida en el producto resultante.

El cálculo de costo energético del cultivo se realizó siguiendo, con algunas modificaciones, el método utilizado por Ortmaier y Thoma, (1979), los cuales consideran el tenor energético de los insumos como componentes del consumo de energía agregándosele el gasto de energía estimado para la construcción de la maquinaria agrícola. (FAO, 1980).

En el cuadro II se presentan los insumos requeridos para la producción de 1 há. de sorgo azucarado así como los contenidos en energía.

Del cuadro surge que se requieren 2.948,42 Mcal para producir una há. de sorgo azucarado, siendo los componentes más significativos el fertilizante nitrogenado 51.58 % y el combustible y maquinaria 39.77 %. De estos valores surge que si logramos una disminución en el uso de fertilizante nitrogenado, estaremos realizando un importante ahorro de energía. De acuerdo a esto, es evidente que se deberán realizar estudios de rotaciones de cultivos a los efectos de determinar cual es la secuencia más adecuada que permita disminuir en forma sensible la aplicación de fertilizante nitrogenado, manteniendo el potencial del cultivo. Al mismo tiempo efectuando un más eficiente uso de la maquinaria, incluyendo prácticas de siembra de mínimo laboreo para la instalación del cultivo, o un más eficiente uso de productos químicos para el control de malezas, estaremos disminuyendo el uso de maquinaria con lo cual contribuiríamos en forma positiva al balance energético del cultivo.

CUADRO II. - Consumo de energía para la producción del cultivo de sorgo azucarado.

	Kg./lt ó unidad/há	Mcal/kg ó Mcal/há	%	
Fertilizante: N	80	19.01	1520.8	55.58
P O	60	3.35	201.0	6.82
2 5				
Semilla	10	1.8	18.0	0.61
Herbicida	1.5	23.92	35.9	1.22
Combustible	67.57	10.78	728.4	24.7
Maquinaria			444.32	15.07
		TOTAL	2948.42	100.00

Nota:

El tenor energético de los fertilizantes se tomó de acuerdo a Lewis y Tatchell, 1978, el de los agroquímicos (Ortmaier y Thoma, 1979), para combustible (gas-oil) se incluye el consumo de energía durante el refinado. Clark y Johnson, 1974 y el contenido energético de la semilla fue estimado en función de lo que insume producirla y procesarla. El costo de fabricación de maquinaria fue estimado en función del gasto de combustible x 0.61, (FAO, 1980).

Teniendo en cuenta, entonces, que para producir 40 tt de caña de sorgo azucarado se requieren 2948.42 Mcal, la producción de 1 tt demandará un gasto de 73.71 Mcal. Si se supone una distancia promedio a la planta de procesamiento de 50 km., se consumirá por tonelada transportada 2 lt. de gasoil, con lo cual obtendremos un costo energético de 95.27 Mcal por tonelada de sorgo puesto en planta.

2.1 Costo energético del proceso: de una tonelada de sorgo se obtienen 66 lts. de alcohol (Silva, Serra e. Moreyra, 1976). La energía necesaria para la extracción es de aproximadamente 3000 kcal/lt dependiendo del proceso (10, 11), o sea un consumo de 5.5 kg vapor/lt. con un contenido energético de 540 Kcal/Ekg vapor (Silva, Serra e Moreyra, 1976).

Si una tonelada de sorgo azucarado puesta en planta insume un gasto de 95.27 Mcal y produce 66 lts. de alcohol, tenemos que el costo agrícola y el transporte para 1 lt. de alcohol es de 1.440 Kcal., si sumamos a esto el costo industrial de 3000 Kcal/lt vemos que producir 1 lt. de alcohol insume un gasto energético de 4440 kcal. Teniendo en cuenta que el litro de alcohol contiene 5260 Kcal. (Silva, Serra e Moreyra, 1976), resultará un balance energético igual a 1.18.

2.2 Subproducto: Es necesario tener en cuenta, cuando realizamos el balance energético, que todo el proceso anteriormente descrito deja un volumen importante de bagazo de significativo valor energético.

Por cada tonelada de caña de sorgo azucarado que se procesa, se produce un excedente de 200 kgs. de bagazo con un poder calórico de 1300 Kcal/kg. (Silva, Serra e Moreyra, 1976); por tanto, cada lt. de alcohol producido dará un residuo de 3.79 kgs. de bagazo con un contenido energético igual a 4927 Kcal.

Dado que este bagazo excedente puede ser utilizado como materia prima energética para producir vapor en las plantas procesadoras, podemos inferir que el costo industrial en energía es cero, obteniéndose además un excedente de 1927 Kcal, pues todo el bagazo producido no es utilizado en el proceso.

Por lo tanto el balance energético del sorgo azucarado considerando la utilización del bagazo producido sería: consumo de energía para producir y transportar 1 tt de caña de sorgo a la planta de procesamiento 95.27, Kcal. Podemos asumir que para extraer los 66 lts. de alcohol que esa tonelada de sorgo puede producir, el gasto energético es cero. De acuerdo a lo anteriormente expresado obtenemos un consumo de 1440 Kcal/lt de alcohol producido y teniendo en cuenta de que 1 lt. de alcohol contiene 5260 Kcal., el balance energético daría $5260/1440 = 3.65$, es decir que por cada unidad de energía invertida en el proceso obtenemos 3.65.

3. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del balance energético presentado podemos afirmar que el cultivo de sorgo azucarado se presenta con ventajas ponderables frente a otros cultivos alcoholígenos; máxime si observamos que los rendimientos estimados de tt tallo/há utilizados para efectuar los cálculos del balance se encuentran por debajo del potencial del cultivo, demostrado éste en los ensayos experimentales realizados en la Facultad de Agronomía, los cuales no discrepan con los encontrados en la bibliografía consultada.

Es evidente que cuanto más aumenten los rendimientos por há., los costos energéticos por lt. de alcohol producido disminuirán en forma considerable. Debemos tener presente, también, que todas aquellas prácticas de manejo de cultivo tendientes a reducir el empleo de maquinaria agrícola así como aquellas que produzcan un ahorro en la fertilización nitrogenada, contribuirán a hacer más eficiente el proceso de producción lo cual redundará en un menor costo energético por litro de alcohol producido.

Otra de las ventajas de la utilización del sorgo como fuente de materia prima renovable para la producción de alcohol es que este cultivo se puede desarrollar en todos los suelos agrícolas del país, es un cultivo de fácil manejo dado que es posible su mecanización desde la siembra a la cosecha, con maquinaria que no requiere ninguna sofisticación. Sumamos a todo lo anteriormente expuesto la producción del bagazo en exceso, el cual puede ser utilizado como material energético en los Ingenios.

4. BIBLIOGRAFIA

- BERGERET, P. y FERNANDEZ-PAOLILLO, W. Estudio de diversas variedades de sorgo azucarado y sus posibilidades alcohólicas. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay 25(99):17-36. 1956.
- CLARK and JOHNSON. 1974.
- COLEMAS, O. Jarabe y azúcar de sorgo dulce. In Wall, J.S. y Ross, W.M. Producción y usos del sorgo. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. pp. 237-250.
- DE L'ALCOOL-CARBURANT (Power Alcohol) a base de sucre. Agrarische Rundschau N° 4:28-32. (Original no consultado; compendiado en: Bulletin d'Information (Belgique) 14(10):15-18. 1979).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Distribución de la energía comercial para la fabricación y funcionamiento de maquinaria agrícola 1972/73; información estadística respecto a agroenergía. Montevideo, Oficina de FAO en el Uruguay, 1980.
- LEWIS, D.A. et TATCHELL, J.A. Phosphore et agriculture N° 74:1-13. (Original no consultado; compendiado en: Bulletin d'Information (Belgique) 14(2):64-66. 1978).
- ORTAMATER, E. et THOMA, H. Les bilans énergétiques et coûts de l'énergie dans différentes cultures. D. Zuckerrubenzweig 15(5):15. (Original no consultado; compendiado en: Bulletin d'Information (Belgique) 14(10):70-72. 1979).
- SERRA, G.E. Algumas considerações sobre as possibilidades de materias primas para produção del álcool etílico. Brasil Açucareiro 87(3): 44-51. 1976.
- SILVA, J.G., SERRA, G.E. e MOREYRA, J.R. Balanço energético cultural de produção de álcool etílico de caña de açúcar, mandioca e sorgo sacarino; fase agrícola e Industrial. Brasil Açucareiro 88(6): 821. 1976.
- TROCCHI, Z. Solución etanol ¿Utopía o realidad? El Surco (España) N° 21:17-24. 1980.



DIXANA S.A.

**EL CENTRO
AGRO-VETERINARIO
DEL CENTRO**

**Plaguicidas Agrícolas
Semillas - Pulverizadoras**

**Avda. Uruguay 1191 — Teléfono 98 08 51
Montevideo (Uruguay)**