

# **El potencial de desarrollo de la agricultura cañera cubana sobre bases sustentables**

---

Dr. C. Santiago Rodríguez Castellón

## ***Introducción***

Antes de 1990 predominaban en la agricultura cubana los paquetes tecnológicos apoyados en la llamada *revolución verde*, basados en variedades de alto rendimiento potencial, amplios suministros y aplicación de insumos, el empleo de maquinaria agrícola y la quimización, altos gasto energético de los equipos de alta aspersión. A finales de la década del ochenta estos paquetes tecnológicos entraron en crisis al observarse un deterioro marcado de los suelos, y es en este período donde comienza a surgir una visión tecnológica conservacionista, tratando de fomentar nuevas tecnologías agrícolas intensivas a partir de un mejor manejo de los medios naturales, de una nueva concepción varietal, de los biofertilizantes, etc.

Los nuevos paquetes tecnológicos integrales logran buenos resultados técnico-económicos, con adecuados rendimientos que permiten rentabilidad económica.

Desde finales de la década del ochenta se han desarrollado investigaciones con vistas a fomentar el desarrollo cañero sobre bases propias lo que incluye la rotación de cultivos, nuevas variedades, intercalamiento, utilización de compost (abono orgánico), zeolita y biofertilizantes, con el fin de aumentar los rendimientos agrícolas, disminuir la utilización de grandes cantidades de fertilizantes inorgánicos, herbicidas, combustibles y mejorar las propiedades físico químicas de los suelos sometidos al monocultivo intensivo.

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar el potencial de desarrollo que sobre bases sustentables posee la producción cañera en Cuba, fundamentado en un conjunto de posibilidades para disminuir el impacto ambiental y una mejor utilización de las tecnologías nacionales y los recursos naturales.

## ***Maquinaria agrícola: la remotorización***

Se trata de un programa cuyo contenido esencial es la sustitución de los motores rusos por motores Mercedes Benz, Taínos y Detroit. El 30% de la maquinaria posee motor ruso de alto consumo de combustible, anteriormente esta cifra era del 100%. Estos cambios permiten mejorar en la capacidad de corte de las combinadas y disminuir el tiempo perdido por roturas de motores.

## ***Variedades***

Es durante los últimos 5 o 6 años cuando más se ha sentido la lentitud en la incorporación de nuevas variedades, pero es evidente que la razón fundamental de

que el balance varietal de los últimos años haya sufrido pocas modificaciones, a favor de la introducción de nuevas variedades para sustituir de aquellas con evidentes síntomas de declinación, no radica en la inexistencia de nuevas y mejores variedades, sino en las acciones de introducción de éstas, afectadas en ese período por los mismos problemas que han limitado la agricultura cañera en general, en especial, las depresiones de los planes de plantación. La introducción de nuevas variedades lleva implícitos tres factores de retraso:

- + Suficiente producción de semilla.
- + Ajuste a las condiciones de explotación en gran escala.
- + Vencer la desconfianza del agricultor.

Para minimizar los anteriores factores se plantea la especificación de condiciones óptimas de explotación por la investigación, así como lograr un abastecimiento de semillas suficiente en el menor período de tiempo posible. Al mismo tiempo que se estudian estos elementos se debe proceder a la producción de semillas, poniendo la biofábrica en función de la propagación acelerada de las nuevas variedades, suministrar las vitroplantas directamente, estableciendo una disciplina de producción de semilla en la categoría de certificada similar a la alcanzada en la categoría de registrada.

La tecnología de la producción de semillas a través de la biofábrica permite producir grandes cantidades de plantas en tiempo reducido, a menor costo y con mejor sanidad, semillas de mejor calidad y pureza, mayor volumen de caña por unidad de área y un mejor aprovechamiento de las potencialidades de las variedades. El sistema está concebido para producir entre 1-3 millones de vitroplantas por año.

Las variedades actuales persiguen mayor resistencia y alto potencial azucarero (ver Tabla No. 1).

**Tabla No.1 Comparación por cepas**

Tipos de cepas	Pol (contenido de azúcar) (en %)	Rendimiento agrícola (en toneladas de caña por hectárea)	Rendimiento industrial (en toneladas de azúcar por hectárea)
C86-12	19.51	111.41	21.74
Ja60-5	19.12	57.35	10.97
C86-12	17.28	148.37	25.63
Ja 60-5	16.98	111.42	18.91
C86-12	19.00	74.96	14.24
Ja60-5	17.80	66.19	11.78

Fuente: Tuero, Susana (1999), La C86-12 una variedad con perspectivas, en *Revista Cañaveral*, Vol. 5, No. 2, Abril junio, INICA, p. 16

Como se observa en la Tabla No. 1, la variedad C86-12 presenta el mejor índice fitosanitario y excelentes características agrobotánicas. Es una variedad de madurez temprana.

La política en el uso de las semillas está enfocada en el desarrollo de un sistema integral de la producción, ya que el tradicional requiere actualización. El sistema integrado preserva con la integración de varias tecnologías de producción de semillas las ventajas de cada una de ellas. Este sistema permite integrar las formas de propagación de la caña de azúcar, garantiza que todas las siembras del país se hagan con semillas categorizadas de la mejor calidad, elimina semillas procedentes de plantaciones comerciales, así como la mezcla de variedades conservando la identidad genética. Cuba dispone de 12 bancos de semillas básicas, 150 de registradas y bloques de semillas comerciales en las unidades de producción.

Existe un potencial importante en el desarrollo de variedades energéticas de caña de azúcar, con vistas a aumentar la biomasa y utilizar con eficiencia la energía solar. Ellas presentan un grupo de características botánicas muy favorables que las hacen aptas para crecer vigorosas en suelos de mediana fertilidad, en condiciones de secano y producen el doble de materia seca por área que las variedades productoras de azúcar. Son resistentes a plagas, enfermedades y condiciones adversas, y poseen el doble de fibras que las variedades tradicionales (ver Tabla No. 2).

**Tabla No. 2 Comparación en la producción de masa seca**

Cultivo	Tonelada de masa seca / ha / año
Caña Tradicional, planta completa	30-82
Caña energética	50-90

Fuente: Campo Sabala (1998), Variedades energéticas de caña de azúcar, en Revista Cuba -Azúcar, No. 1, Enero-Abril, INICA, p. 11.

Los tallos de las variedades energéticas poseen un valor de combustión de 4500 a 4800 kcal/kg en comparación con 4600 que posee el bagazo tradicional de las variedades explotadas para la producción de azúcar de caña. Si se quemaran estas variedades para suministrar la energía del proceso fabril de azúcar u otros fines, de acuerdo con los valores de combustión y el alto rendimiento de biomasa que las mismas presentan, sería posible producir, como promedio, 15 toneladas por hectárea al año de combustible equivalente, lo que se puede elevar hasta el doble si se usan mejores suelos o zonas para su siembra.

Para estimar el beneficio económico que reportaría el uso de variedades energéticas para emplear el bagazo que ellas generen como sustituto de la leña que utiliza el MINAZ (Ministerio del Azúcar) para la arrancada de los centrales y cuando éstos presentan falta de energía por paradas no planificadas, se partió del consumo de leña para estos fines en todo el país en el año 1998, que fue de 80 mil toneladas, se

consideró el empleo de un 20% más de caña que de leña, habida cuenta la diferencia en el calor de combustión a favor de la última. A partir de estas consideraciones se calcula unas 101 992 toneladas de masa seca, con un menor porcentaje de humedad que la leña. Esta masa seca equivaldría a 30 600 toneladas de petróleo equivalente y se obtendrían plantando 2 040 hectáreas.<sup>1</sup>

Tomando en cuenta un precio unitario de 150 dólares para el petróleo, las 30 600 toneladas tendrían un valor de 4 500 000 dólares. Si ello se relaciona con el precio al que el Ministerio de Agricultura vende al Ministerio del Azúcar la leña (30 dólares la tonelada), incluido el transporte promedio de 100 kilómetros de distancia), este último ministerio podría ahorrarse 2 400 000 dólares con la caña energética. A esto hay que agregar la fácil obtención y el bajo costo de una hectárea de caña energética en comparación con la lejanía y necesidad de transporte de la leña, lo que la encarece.

### **Fertilización**

El uso de fertilizantes no sólo representa ventajas, asociado a esta práctica se encuentra el riesgo de producir desbalances nutricionales y efectos contaminantes que pueden incidir negativamente en la producción sostenida de un área determinada.

En Cuba se han aplicado a la caña, tradicionalmente, cantidades significativas de fertilizantes portadores de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK). Hasta 1980 la suma de nutrientes alcanzó una cifra superior a los 200 kg/ha (ver Tabla No. 3).

**Tabla No. 3 Uso de fertilizantes químicos en la agricultura cañera.**

	Total (miles de toneladas)	Nitrogenados (miles de toneladas)	NPK aplicado (kilogramos por tonelada de caña)
1980	723.5	135.0	173
1985	794.3	154.5	210
1988	662.1	125.1	223
1990	743.8	128.0	226
1992	99.5	62.2	63
1995	89.7	32.0	62
1997	299.5	69.1	147
1998	375.0	173.0	211
1999	498.0	195.0	278

Fuente: Villegas, M. León (2000), El nuevo servicio de recomendaciones de fertilizantes de la agricultura cañera, en *Revista Cuba Azúcar*, No. 1, Enero-Abril, INICA, p 25

<sup>1</sup> Campo, Raúl (1999), Variedades energéticas de caña de azúcar, en *Revista Cuba Azúcar*, No. 1, Enero Abril, INICA, p. 11.

Hay que ampliar la aplicación de fertilizantes orgánicos, como es caso de la cachaza, la cual se obtiene en el proceso de clarificación de los jugos de la caña. Este material posee gran cantidad de materias orgánicas y de nutrientes como son el nitrógeno y el fósforo, el calcio y en menor medida el potasio. Dicho material representa no sólo un importante ahorro de fertilizantes y una nueva fuente de agua para la agricultura, sino que mejora los suelos y evita, a la vez, la contaminación del manto freático con estas sustancias. También permite aumentos en la producción por área (de 12 a 20 toneladas de caña por hectárea) al crecer la edad promedio del corte de las cañas de primavera

Tomando en cuenta que la cachaza representa alrededor del 35% de la caña molida, en dependencia de las cantidades de impurezas que presente el jugo, y considerando una zafra de 500 millones de arrobas molidas, la producción de ese residual puede alcanzar cerca de 172 500 toneladas, lo que constituye material potencialmente disponible para plantar en la etapa Enero–Abril unas 5700 hectáreas, cifra que significa alrededor del 20 a 25% del plan de siembra de primavera.<sup>2</sup>

La utilización de la cachaza en el tape de la semilla agrícola de la caña de azúcar estimula la brotación de las yemas y permite realizar plantaciones en áreas carentes de **riego**. El beneficio económico por ahorro de fertilizantes equivale a 4693 dólares por hectárea al año.

## Fertiriego

La técnica del fertiriego se basa en aplicar los residuales líquidos del central azucarero, los restos de las destilerías y los mostos de la fabricación de la levadura torula. Las aguas residuales provenientes del complejo agroindustrial azucarero utilizadas para riego de plantaciones cañeras aledañas, posibilitan incrementar los rendimientos en las áreas cañeras, a la vez que brindan beneficios económicos al aportar nutrientes al suelo y evita la contaminación de las cuencas

**Tabla No. 4. Resultados productivos**

Zafra	Rendimiento agrícola (tonelada / ha)		
	Fertiriego	Tradicional	Diferencia
1995/1996	78.24	66.13	12.11
1996/1997	79.64	65.67	13.97
1997/1998	70.20	51.70	18.50
1998/1999	77.40	50.80	26.60

Fuente: Duarte Juan. Fertiriego con residual azucarero. Revista Cañaveral Vol. 3 No.2 Abril-Junio 1997. MINAZ. Pág. 41.

<sup>2</sup> García Eugenio. Efectividad de la cachaza en el tapado de semilla. Revista Cañaveral. Vol.3 No.2 Abril Junio 1997. MINAZ. Pág 36.

Además de los beneficios ambientales, el fertiriego aporta un ahorro de 32 dólares por hectárea, por concepto de economía de fertilizantes y alrededor de \$114.00 de ganancia por hectárea, a cuenta del aumento de los rendimientos cañeros, todo lo cual suma \$46 720.00 en cada zafra, considerando el área total irrigada.<sup>3</sup>

## La tecnología del compost para la fertilización

Se impone la tendencia a desarrollar soluciones y técnicas de fertilización para evitar la destrucción del medio ambiente y eliminar la alta dependencia de los fertilizantes químicos importados. Tal es el caso de la fertilización en base al compost. Su tecnología consiste en la descomposición de los desechos orgánicos por una población mixta de microorganismos en un ambiente cálido, húmedo y aireado.

El compost es de gran utilidad debido a sus cualidades, entre las que están:

- ✚ Mejorar la fertilidad del suelo
- ✚ Controlar la erosión
- ✚ Evitar la pérdida de la humedad

A partir de la cantidad de desechos generados por la producción azucarera, se utiliza a gran escala el compost de cachaza, material que aporta gran cantidad de nutrientes.

Si se aplican 35 toneladas por hectárea de cachaza **localizada** se sustituyen:<sup>4</sup>

- ➡ 312 kilogramos de urea, que costaban \$68-70 USD la tonelada (a precios de 1999) **y 84-106 USD la tonelada a precios del 2002**
- ➡ 282 kilogramos de superfosfato triple, que significa ahorro de \$60-62 usd la tonelada **y 129-138 USD la tonelada a precios del 2002**
- ➡ 70 kilogramos de cloruro de potasio, con un costo de \$94-95 usd la tonelada **y 112-116 USD la tonelada a precios del 2002**

Esto representa un ahorro de \$2980 usd por 13.4 hectáreas beneficiadas y un efecto residual de cinco años, garantizando incrementos en los rendimientos de 6-15%. En la preparación del compost se utilizan microorganismos que agilizan el proceso y fijan los nutrientes.

---

<sup>3</sup> Duarte Juan. Fertiriego con residual azucarero. Revista Cañaveral Vol. 3 No.2 Abril-Junio 1997. Pág.41.

<sup>4</sup> Según versión de especialistas del MINAZ.

El compost puede enriquecerse con fertilizantes minerales y zeolita, produciéndose un ahorro (o abono?) organo-mineral de mayor concentración con resultados favorables.

### Las cenizas de la combustión como medio de fertilización

Constituyen un residuo sólido de la combustión de los subproductos. La aplicación de 25 toneladas de cenizas por hectárea equivale a 380 kilogramos de superfosfato triple a 85 dólares la tonelada (a precios de 1999). A la vez, sustituye 335 kilogramos de cloruro de potasio a 47 dólares la tonelada. Lo anterior representa un ahorro en divisas no menor a 1700 dólares por cada 13.4 hectáreas beneficiadas, con un efecto residual de 5 años como mínimo, garantizando un incremento en los rendimientos agrícolas entre 6-15%.<sup>5</sup>

### Rotación de cultivos en áreas cañeras.

La rotación de cultivos en las áreas cañeras ofrece ventajas importantes en el contenido de materia orgánica y de nitrógeno total. Los resultados de la Tabla No. 5 indican que rotando soya y frijol negro, los contenidos de materia orgánica y nitrógeno en el suelo son superiores que cuando no se rota.

**Tabla No. 5. Variación del contenido de materia orgánica y nitrógeno total en el suelo**

Variantes	Contenido de materia orgánica		Contenido de nitrógeno total	
	Pos rotación	Pos cosecha de la caña	Pos rotación	Pos cosecha de la caña
Barbecho	3.27	3.29	0,21	0.19
Rotación con soya	3.75	3.55	0,23	0.24
Rotación con frijol negro	3.50	3.34	0.22	0.23

Fuente. Crespo, Ramón (1998), Producción cañera más eficiente y ecológica, en *Revista Cañaveral*, Vol. 4, No. 1, Enero-Marzo, MINAZ, p. 25.

La zeolita constituye un mineral que se usa para aumentar el rendimiento cañero como se observa en la Tabla No. 6.

<sup>5</sup> Según cálculos de especialistas del INICA.MINAZ

**Tabla No. 6. Efecto de las aplicaciones del mineral zeolita sobre el rendimiento agrícola de la caña de azúcar**

Zeolita aplicada (tonelada por hectárea)	Pol (%)	Rendimientos	
		Caña (tonelada de caña por hectárea)	Azúcar (tonelada de azúcar por hectárea)
1.5	15.82	72.81	11.51
3.0	15.06	75.90	12.42
4.5	15.93	77.00	12.25
6.0	15.98	80.10	12.72
7.5	16.36	81.50	14.93
15.0	15.89	92.00	14.59

Fuente. Crespo, Ramón (1998), Producción cañera más eficiente y ecológica, en Revista cañaveral, Vol. 4, No. 1, Enero-Marzo, MINAZ, p. 27

## ***Tecnologías***

Las tecnologías tradicionales en la preparación de los suelos, a causa del exceso de labores y a la decisión de preparar todo el suelo, ocasionan consumos promedio de combustibles que oscilan entre 0.05 y 0.08 toneladas por hectárea. Para la aplicación de las referidas tecnologías se dispone de una cantidad de tractores, pero que resultan insuficientes para el volumen de preparación programado, ya que el número de equipos se reduce anualmente y la disponibilidad técnica también decrece. El llamado laboreo localizado (que consiste en trabajar sólo la franja de terreno donde se va a plantar con posterioridad a la cosecha) pone de manifiesto que existen mejores condiciones para realizar el mismo en comparación a tecnologías tradicionales, ya que permite un ahorro de combustible del orden de 75% y alrededor de \$74.63/hectárea menos de gastos generales.<sup>6</sup>

La adquisición de tractores en número suficiente para preparar suelos con los métodos tradicionales no resulta factible en las nuevas condiciones de la economía cubana. Si se analizan los precios de los tractores en el mercado mundial, se verá que los gastos de amortización de tractores e implementos triplican los de combustible y salario de las nuevas tecnologías de laboreo localizado, que representan entre 30 y 40% de los gastos de las técnicas tradicionales. Las técnicas de laboreo localizado ofrecen una perspectiva muy favorable para la reducción de los costos de la mecanización cañera.

<sup>6</sup> Gómez, Antonio (1997), Nuevas soluciones para la preparación de suelos en Cuba, en Revista Cuba Azúcar, No. 3, Septiembre-Diciembre, INICA, p. 35



Se evidencia la necesidad de establecer los conceptos de laboreo de suelos cañeros cubanos, a partir del conocimiento de las condiciones naturales en que se desarrolla la preparación de los suelos en Cuba. La extensión de nuevas máquinas para la sustitución en lo posible, de arados y gradas tradicionales, es no sólo una necesidad cubana, sino una práctica mundial. La reducción de los plazos de ejecución de laboreo del suelo, así como la disminución de los costos deben ser las premisas para la aplicación de nuevas tecnologías de preparación de suelos en Cuba.

El multiarado realiza tres operaciones en una sola labor con mayor eficiencia que anteriormente, sobre todo en la fertilización, lo que facilita el mejor desarrollo de cultivo. Permite hacer con un solo implemento y un solo equipo ligero las labores que antes hacían tres tractores y tres implementos. La antigua práctica traería consigo mayor compactación de suelo, mayor gasto de combustible y menos productividad del trabajo.

Las tecnologías convencionales en la labranza están gravadas por el alto costo de los discos y rodamientos. **Una operación laborando** con regulaciones correctas permite conservar el suelo, disminuir la compactación y evitar la pérdida de materia orgánica al realizar un menor número de pases, entre otros.

### ***Riego localizado***

Constituye una tecnología en la cual el agua se conduce por tuberías soterradas al sistema radicular, donde la planta la usa de modo más racional (ahorra agua e incrementa el rendimiento). Permite utilizar del 20 al 30% de agua menos que con aspersión. Ahorra energía por concepto de caudales y presiones reducidas, se consume de 30 a 50% menos de energía que con la tecnología de aspersión. Es una alternativa para zonas con baja disponibilidad de agua y mano de obra

### ***Métodos actuales propuestos para lograr una agricultura sustentable***

1. **Sistemas integrados de nutrición de plantas**, basados en los resultados de una red de experimentos, donde se integran diversas fuentes de fertilizantes, tanto orgánicas como minerales, que sirven de mejoradores de las condiciones físicas y químicas del suelo.
2. **Manejo de nutrientes a precisión o agricultura de precisión**, donde se evalúa económicamente el manejo de los nutrientes a largo plazo, basada en la interpretación del análisis del suelo en cada lugar específico.

### ***Tracción animal***

En el mundo, incluso en los países desarrollados, alrededor del 60% de las labores agrícolas se realizan con la tracción animal. Esta tecnología es humanizada desde el punto de vista del esfuerzo físico que tiene que hacer el hombre. La máquina y el

buey no se contradicen. Todas esas ideas nos conducen a defender esta alternativa tecnológica, sin extremismos, sin negar la importancia del tractor, Hay que lograr que la máquina y el buey se integren, ambos se complementan. Las principales dificultades que enfrenta la tracción animal tienen que ver, en primer lugar, con la barrera psicológica que se debe romper, para no verla como un signo de subdesarrollo, y con la necesidad de prestarle la atención al boyero, el cual rinde por 20-30 hombres.

Otras limitaciones en su desarrollo tienen que ver con que:

- ✿ Se ha perdido la tradición. Hay que borrar la falsa imagen de que el buey es sinónimo de atraso.
- ✿ Falta personal con experiencia.
- ✿ Formar personal con esta calificación lleva tiempo
- ✿ Falta atención al boyero, estímulo, reconocimiento.
- ✿ Hay que crear una infraestructura de tierra destinada al pasto
- ✿ Resultan muy costos los avíos e implementos

Por otro lado, el empleo de la tracción animal tiene ventajas , como son:

- ✚ Disminuye la compactación del suelo y contribuye a fertilizarlo con los desechos de los animales.
- ✚ Permite trabajar en condiciones de mucha humedad.
- ✚ Se adapta a un menor marco de siembra y causa menos daño a las plantas .
- ✚ No consume petróleo, aceites, grasas, rodamientos, baterías, etc.
- ✚ Usa implementos 10 o 15 veces más baratos que los del tractor, y más fáciles de producir.

La tracción animal en Cuba brinda las posibilidades de librar el combate contra la hierba en grandes plantaciones. Esta tecnología implica más rendimiento por área, economía de tiempo y, por tanto, más alimentos.

Al comparar las tecnologías con bueyes y con tractores tenemos el resultado que se muestra en la Tabla No. 7 a nivel de un central.

**Tabla No. 7. Costo en divisas (dólares)**

Actividad	Con bueyes	Con tractor
Tiro de caña (1000 @)	1.71	5.62
Cultivo (13,4 hectáreas)	14.70	49.23

Fuente. Herrera, Osvaldo (1999), Cultura de la tracción animal, en Revista *Cañaveral*, Vol. 5, No.2, Abril-Junio, INICA, p. 35

Como se observa en la Tabla No. 7, el costo del tiro de 1000 @ de caña en tractor es más alto que el tiro de 1000 @ con bueyes. Por otro lado, el costo del cultivo de 13,4 hectáreas en tractor también es más alto en comparación al mismo trabajo con bueyes.

El ahorro de divisas a nivel de un central por el uso de la tracción animal se observa en la Tabla No. 8.

**Tabla No. 8. Ahorro de divisas por el uso de la tracción animal (Miles de dólares)**

	Tiro de caña	Cultivo	Total
1996	12.3	20.2	32.5
1997	14.3	27.4	41.7
1998	12.1	22.9	35.0
Total trienio	38.7	70.5	109.2

Fuente: Herrera, Osvaldo (1999), Cultura de la tracción animal, en Revista *Cañaveral*, Vol. 5, No.2, Abril-Junio, INICA, p. 35

De igual manera, también se observa ahorro en el combustible a nivel del central (ver Tabla No. 9).

**Tabla No. 9. Ahorro de combustible por el uso de la tracción animal a nivel del central (en toneladas)**

	Tiro de caña	Cultivo	Total
1996	40.0	52.2	92.5
1997	46.4	71.2	117.6
1998	39.2	59.6	98.8
Total trienio	125.6	183.0	308.9

Fuente: Herrera, Osvaldo (1999), Cultura de la tracción animal, en Revista *Cañaveral*, Vol. 5, No.2, Abril-Junio, INICA, p. 35

El cultivo y el tiro de la caña con **fuerza animal** son más costosos en moneda nacional que si se realizaran mecanizadamente, pero son compensados económicamente por el Estado para estimular a los productores cañeros a usar esta tecnología que en dichas labores suponen un ahorro considerable de divisas.

En 1999 un tractor de 70 HP tenía un precio internacional de 30 000 dólares. Con el precio de un tractor se podrían comprar laminados para fabricar los implementos necesarios para la agricultura. En la práctica 15 yuntas de buey realizan las labores agrícolas de un tractor. En la agricultura existe un potencial de aproximadamente 30000 yuntas, las cuales realizarían las labores agrícolas de 2000 tractores de 70 HP. Luego de 5 años 2000 tractores podrían costar al país por concepto de reposición y mantenimiento dos veces su valor, esto representaría una inversión de 20 000 yuntas de buey, que luego de 5 años serían utilizadas como alimentación de la población

Otras líneas tecnológicas tienen que ver con el aumento de la productividad de los implementos de tracción animal, para poder competir con los de tracción motorizada. Otra tecnología tiene que ver con la versatilidad de los implementos agrícolas, para poder realizar una amplia gama de labores con un solo implemento, ahorrar metales, etc.

### ***La generalización de nemátodos***

En el país funcionan en 1999 más de 272 laboratorios, biofábricas o insectorios de cría y multiplicación de insectos benéficos. La producción masiva de nemátodos entomopatógenos es una nueva tecnología en desarrollo, primeramente se inició en vivo, después la producción *in vitro* en medio sólido hasta llegar finalmente al sistema de producción en fermentación líquida.

La producción basada con nemátodos es generalmente compatible con cualquier insecticida químico. Asimismo, los nemátodos pueden ser aplicados mediante sistemas de riego, incluso por goteo. Al comparar la viabilidad del uso de los nemátodos se obtienen los siguientes resultados (ver Tabla No. 10).

**Tabla No. 10. Comparación entre el control con nemátodos y con productos químicos.**

Producto	Costo/litro	Dosis y aplicación	Costos/hectárea
Químico	7.30 (dólares)	1.4 ha (2 aplicaciones)	14.60
Nemátodos	5.00 (moneda nacional)	2.4 ha (1 aplicación)	10.00

Fuente: Vidal, Margarita (1999), El complejo biológico, en Revista Cañaveral, Abril-Junio, INICA, p. 39

La aplicación de nemátodos en la caña de azúcar aporta un significativo ahorro en divisas, además del beneficio que recibe la salud humana y el medio ambiente.

### ***La biotecnología al servicio de la producción cañera.***

Los procedimientos para aumentar la producción de caña de azúcar cobran gran importancia en la actualidad, sin embargo, el cultivo y la propagación de plantas por métodos convencionales resultan muy lentos para el desarrollo y extensión de las nuevas variedades. La biofábrica es un nuevo concepto en la producción de plantas: se trata de una fábrica que usa métodos biotecnológicos, donde cada proceso de trabajo tiene sus pasos definidos para producir vitroplantas a escala comercial. Durante el año 1999 se produjeron 7 millones de vitroplantas en cinco fábricas del país, existiendo un potencial nacional de producción que media entre los 15 y 25 millones de vitroplantas al año.

La biotecnología en la agricultura cañera contribuye a un mejor diagnóstico de las enfermedades y contribuye a ser (o a hacer?) seguro el movimiento de germoplasma para evitar la introducción de plagas y enfermedades. Por otro lado, participa en el cultivo de tejidos y la multiplicación rápida de variedades de alto rendimiento, para economizar el recurso tierra y disminuir los riesgos al medio ambiente. También prescribe regulaciones de bioseguridad para hacer más seguros los productos derivados de la ingeniería genética, por ejemplo los clones resistentes a las enfermedades, plagas, etc.

### ***El potencial energético de la actividad agrícola cañera***

En este sentido constituye un requisito básico la solución de los problemas que afronta en la actualidad la agricultura cañera, en particular relacionados con el déficit de materia prima (recuperación del fondo cañero), lo que impacta negativamente en la estabilidad del proceso productivo y en el aprovechamiento de las capacidades de producción. La solución de estos problemas deberá ser requisito fundamental para evaluar la factibilidad económica de los nuevos proyectos de inversión en este campo.

Investigaciones sobre el potencial de las fuentes de recursos renovables de energía señalan que solamente la biomasa cañera supone, en términos de petróleo equivalente, entre 1.5 y 2 millones de toneladas de combustible al año (suponiendo volúmenes de zafras próximas a 7 millones de toneladas de azúcar crudo) lo que pudiera significar, entre otras cosas, la posibilidad de instalar una capacidad de generación eléctrica cercana a los 1.5 a 2.0 Gw.

Un aspecto importante a tener presente para que el aumento de la producción de electricidad tenga volúmenes económicamente significativos, es que requiere modificar la actual concepción, tratando de recoger el máximo posible de Residuos Agrícolas Cañeros (RAC) y teniendo en cuenta el efecto ambiental en la conservación de los suelos. Este RAC unido al bagazo enriquece su valor calórico y al mismo tiempo arrastra un mínimo insignificante de sacarosa. Según cálculos realizados por especialistas el procesamiento de la caña integral arroja lo siguiente:

- cada tonelada de RAC que se muele con la caña, determina 1.40 toneladas de bagazo adicional con 50% de humedad,
- los costos adicionales de los centros de acopio y limpieza, representan 0.257 dólares por tonelada de caña integral procesada,
- el costo de transportación de la caña integral es de 2 dólares por tonelada de caña integral transportada.
- el costo de transportación de las pacas de RAC, es de 4 dólares por tonelada de RAC transportado,
- el costo de recolección y empaque del RAC es de 3 dólares por tonelada de RAC recolectado y empacado,
- el costo de la combinada cañera en el sistema de cosecha actual, es de 3 dólares por tonelada de caña integral cosechada,
- el costo de la cosecha con modificaciones tecnológicas en las cortadoras, es de 1,82 dólares por tonelada de caña integral cosechada.

Desde el punto de vista de la producción de electricidad, lo más desventajoso del sistema de cosecha actual es que deja en el campo 52.8% del total de RAC del cañaveral. Según cálculos de los especialistas, por cada millón de toneladas de azúcar crudo producido se dejan en el cañaveral 1 410 999 toneladas de RAC, que equivalen a 352 749 toneladas de fuel oil equivalente y representan 35.2 millones de dólares. Por otra parte, en la actualidad tampoco se aprovechan los RAC que llegan a los centros de acopio y limpieza, que por cada millón de toneladas de azúcar crudo producido son 558 772 toneladas, que equivalen a 139 693 toneladas de fuel oil equivalente y representan 13.9 millones de dólares.

Los residuos de la cosecha cañera disponibles, después de garantizar la alimentación animal, están en el orden de 700 mil toneladas de petróleo equivalente al año.

## **Conclusiones**

El sistema agrícola cañero en las nuevas condiciones de producción y sobre la base del desarrollo del potencial sustentable debe combinar políticas y tecnologías dirigidas a la integración de principios socioeconómicos, reducir los riesgos en el cultivo, proteger el potencial de recursos naturales y ser económicamente viable.

El alto volumen de biomasa generado por la actividad cañera, así como la característica de su proceso agroindustrial, revelan las numerosas posibilidades para utilizar subproductos y residuales sustitutos de los fertilizantes químicos tradicionales.

La utilización adecuada de los subproductos y residuales azucareros en un modelo de fertilización orgánica puede suplir alrededor del 50% de las necesidades nutricionales que demanda la agricultura cañera cubana actual.

La mecanización agrícola por medio de tractores es costosa, sobre todo cuando hay que importar todos los elementos y ante la situación de escasez financiera que posee la actividad. **Una solución tecnológica sería combinar la tracción animal con los tractores con el fin de realizar varias labores (y no se hace???)**.

## **Bibliografía**

Acosta, R. (1992). *La caña de azúcar. Una biomasa efectiva para disminuir las emisiones netas de CO<sub>2</sub>*. IPCC/AFOS. Camberra Workshop, Australia.

Arnon. I. (1987) *La modernización de la agricultura en países en vías de desarrollo*. España. Editorial Limusa.

Arzola del Pino (1987). *Aprovechamiento de la cachaza y del residuo de la elaboración de la levadura torula como abono orgánica*. Primer encuentro producción-investigación de suelos. Cienfuegos. Cuba..

Revista Cañaveral, Vol. 4, No. 1, Enero - Marzo 1998, INICA

Vol. 3, No. 3, Julio –Septiembre 1997

Vol. 5, No. 2, Abril –Junio 1999

Vol. 3, No. 4, Octubre-Diciembre 1997

Vol. 3, No. 1, Enero Marzo 1997

Vol. 4, No. 4, Octubre-Diciembre 1998

Vol. 5, No. 1, Enero -Abril 1999

Vol. 3, No. 2, Abril- junio 1997

Vol. 2, No. 3, Julio - Septiembre 1996

Vol. 1, No. 4, Octubre-Diciembre 1995

Revista Cuba Caña, No. 1, Enero Abril 1997, INICA

No. 2, Mayo-agosto 1997

No. 3, Septiembre-Diciembre 1997

No. 2, Mayo–agosto 1998

No. 3, Enero-abril 1996.

No. 2, Mayo-Agosto 1996.

No. 3, Septiembre-Diciembre 1996

Revista Cuba Azúcar, No. 1, Enero-Abril 2000.

Fauconnier, R. (1980). *La caña de azúcar*. Editorial Científico Técnica. La Habana

ICIDCA-GEPLACEA-PNUD (1990). *Manual de los derivados de la caña de azúcar*. Segunda edición, Colección GEPLACEA

Orian Martín (1987). *La caña de azúcar en Cuba*. Editorial Científico técnica. La Habana.

Rivacoba (1992). *La caña de azúcar como base de un desarrollo agroindustrial sostenible*. MINAZ, Conferencia mundial sobre desarrollo y medio ambiente, ponencia. Río de Janeiro, Brasil.

Sulroca, F. (1992). *Programa para la introducción de los biofertilizantes en la agricultura cañera*. Dirección aerotécnica del MINAZ (documento interno).