LA CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum* spp.) Y SU MEJORAMIENTO GENETICO EN CUBA. CASI UN SIGLO DE EXPERIENCIAS

R. Espinosa y G. Gálvez

ABSTRACT. This paper comprises a panoramic view of sugarcane development, considering breeding since its introduction to Cuba, further passing over all stages until now-a-days. A brief information of the main research achievements and its current framework is also given.

Key words: Sugarcane, *Saccharum*, breeding, varieties

RESUMEN. El presente trabajo brinda una panorámica del desarrollo de la caña de azúcar, atendiendo a los aspectos de su mejoramiento genético, que parte desde su introducción en el país, pasando por las diferentes etapas hasta llegar a los momentos actuales. Se ofrece una información sintética de los principales logros alcanzados por la investigación, así como la estructura actual en dicho campo de acción.

Palabras claves: Caña de azúcar, *Saccharum*, mejoramiento genético, variedades

INTRODUCCION

La caña de azúcar fue introducida en Cuba en 1516 (Espinosa, 1980) y la Criolla (un híbrido natural de *S. officinarum* x *S. Barberi*) fue la primera variedad en producir azúcar en el país (Fernández-Artiles, Dávila y del Toro, 1983).

Esta variedad continuó produciendo azúcar hasta 1750 cuando la Blanca fue establecida, comenzando con ella la llamada **era de las cañas nobles**; posteriormente, la Morada hizo su aparición y se mantuvo hasta 1796, cuando la Cristalina, también conocida internacionalmente como Light Cheribon, Light Preanger y Whitetransparent, comenzó a ser plantada, iniciándose un reinado que duraría por más de un siglo (Espinosa, 1984), según se muestra en la tabla I.

La Cristalina, **la caña más noble entre las nobles**, produjo en su era más azúcar que ninguna otra variedad, no solo en Cuba sino en el resto del mundo cañero (Martín-Oria *et al.*, 1987).

TRABAJO REALIZADO ANTES DE 1959

Los primeros intentos para el mejoramiento varietal en Cuba fueron realizados por Atkins y Grey, en el entonces Jardín Botánico de Harvard, en Cienfuegos en 1905, con la realización del primer estudio comparativo de clones de que se tengan noticias (Espinosa, 1980b).

Los primeros trabajos de cruzamientos en caña de azúcar fueron realizados en la antigua Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas (La Habana) en 1914 (Fernández-Artiles, Dávila y del Toro, 1983). Los primeros "seedlings" se obtuvieron en 1921, pero ninguno alcanzó importancia comercial.

En 1927 la misma estación introdujo, en colaboración con el Club Azucarero de Cuba, la POJ 2878. Este fue el primer híbrido interespecífico con resultados satisfactorios en Cuba, dando inicio a una nueva era de cañas y, por consiguiente, poniéndole fin a la era de las cañas nobles.

La POJ 2878 fue la variedad líder hasta 1964, formando un grupo con otras variedades (hasta un número de 92), dentro de las cuales sobresalieron las Co.213, Co.281 y Co.290 (OMPA, 1961 y Espinosa, 1980b).

Durante el reinado de la POJ 2878, el Club Azucarero de Cuba desarrolló programas de hibridación en el antiguo central Baraguá (hoy Ecuador), en la provincia Camagüey, bajo la dirección del señor H.C. Sorensen, el que obtuvo un grupo de variedades prometedoras, entre las cuales sobresalió la Ba.114/35 (POJ 2878 x Co. 281), conocida popularmente como PPQK (Stevenson, 1965), la que fue cultivada hasta la década de los años 60.

En 1947, el estado fundó en Jovellanos (Matanzas) la Estación Experimental de la Caña de Azúcar y hacia ella se trasladaron los trabajos de mejoramiento iniciados en Santiago de las Vegas. La variedad más sobresaliente de esta etapa fue sin dudas la C.529-50.

Algunos ingenios azucareros desarrollaron programas de mejoramiento propios; dentro de los más importantes se puede citar el desarrollado por el Sr. Beatle en Media Luna, región oriental del país (actual Granma), quien obtuvo la ML-318 (SC 12-4 x POJ 2878), variedad de buena aceptación para determinadas condiciones de suelo.

Dr. R. Espinosa, Investigador Titular del departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas, La Habana y Dr. G. Gálvez, Investigador Titular del Viceministerio de Desarrollo, Ministerio del Azúcar, calle 23 entre N y O, Vedado, La Habana, Cuba.

Tabla I. Variedades predominantes y la producción de azúcar por período

Variedades predominantes	Años (desde	hasta)	Rangos medios de toneladas de azúcar producidas	
Criolla	1516	1750	No hay datos	disponibles
Blanca	1750	1796	3 160	26 373
Cristalina	1796	1927	26 373	4 133 100
POJ 2878	1927	1964		
ML 318	1927	1964		
PPQK	1927	1964		
Co. 213	1927	1964	4 136 100	7 224 647*
Co. 281	1927	1964		
Co. 290	1927	1964		
Ja., 60-5	1964	la fecha		
C. 87-51	1964	la fecha		
B. 4362**	1964	la fecha		
PR. 980	1964	1980		
Ja. 64-19	1973	la fecha	7 224 647	7 992 000***
Cp. 5243	1978	la fecha		
C. 266-70	1964	la fecha		
C. 120-78	1986	la fecha		

* La producción más alta antes de 1959 (datos de la zafra de 1952)
** Esta variedad desapareció por su alta susceptibilidad a la roya
*** La más alta producción en la historia de Cuba (zafra de 1970)

Durante la década de los 50, el Sr. Fors desarrolló un programa de obtención de variedades en la zona de Cienfuegos y obtuvo los llamados clones de San Isidro.

Otro programa de importancia fue el desarrollado por el Ing. Fernández-Artiles en el antiguo central Mercedes (Matanzas), quien obtuvo, entre otras, la variedad MD 30-3-49, que fue popular localmente y se cultivó hasta los años 60 (Figura 1).

El programa de mejoramiento más importante del período fue desarrollado por un grupo de compañías azucareras norteamericanas radicadas en el oriente de Cuba, en la llamada Estación Experimental UCW en el antiguo central Preston (hoy Guatemala) en Guaro, actual provincia de Holguín, donde bajo la dirección del Dr. Brandes se produjeron miles de variedades, entre las que se destacaron de forma sobresaliente las UCW 5465, UCW 5514, UCW 53129, entre otras, que fueron posteriormente renombradas como variedades My., atendiendo al lugar donde se encontraba ubicada la estación que las produjo.

El Sr. H. C. Sorensen desarrolló un programa de mejoramiento en el antiguo central Jaronú (hoy Brasil) provincia de Camagüey. Aunque este programa no produjo tantas variedades como el de las UCW, sí brindó en 1960 la variedad cubana más sobresaliente de todos los tiempos y que ha soportado la producción azucarera nacional durante los últimos 20 años, la Ja.60-5 (Ja.55-663 x B.42231). El crédito por la selección de esta sobresaliente variedad recae enteramente en el Dr. Eliseo Acosta.

La introducción de variedades extranjeras a partir de 1959 permitió el uso comercial de algunos materiales de importancia, entre las más sobresalientes están: B.4362, B.42231, P.R. 980, CG.12-745, Co.421 y CP 5243.

De las variedades cubanas (C) producidas antes de 1959 y usadas posteriormente como comerciales, están: C.87-51, C.86-51, C.676-47, C.693-47 y C.236-51; la primera de ellas aún conserva cierta importancia en la producción nacional.

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO A PARTIR DE 1959

Como fue previamente citado, antes de 1959 solo existía una estación experimental de la caña de azúcar sustentada por el estado, que comprendía la hibridación dentro de sus programas.

En el período de 1959-1964, que se considera transicional, la Organización para el Mejoramiento de la Producción Azucarera (OMPA) asumió la tarea de crear otras estaciones experimentales así como incorporar el trabajo investigativo a las universidades del país, en especial la Universidad Central de Las Villas.

El trabajo antes mencionado sentó las bases para la creación de la Primera Red Nacional de Investigaciones, que llevó a la fundación del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar en 1964. Esta Institución primeramente fue ubicada en la Academia de Ciencias de Cuba y en 1984 fue transferida para el Ministerio del Azúcar (MINAZ). Se pueden definir dentro de esta etapa dos grandes momentos:

- De 1964 a 1983: se fundó una red compuesta de tres estaciones de mejoramiento genético, en el occidente, centro y oriente del país. Las universidades participaron directamente o mediante sus institutos anexos en una magnitud de importancia.

Figura 1. Centros experimentales en 1959

- A partir de 1984: el Gobierno Central del país decidió establecer un programa general para las investigaciones de la caña de azúcar. La red experimental se extendió a 13 provincias y actualmente existen 16 estaciones experimentales así como una estación de cuarentena, en la Isla de la Juventud, con una gran capacidad de solución de problemas. Además de lo anterior, se estableció una red de 60 localidades experimentales, donde se prueban las nuevas variedades en la fase de regionalización, permitiendo la familiarización de los técnicos y obreros azucareros con las características de las mismas (Figuras 2 y 3).

Los resultados de este período son altamente positivos, dado que el número de estaciones de cruzamiento se incrementó de una a cuatro y el número de posturas ascendió de 60 000 a cerca de medio millón, las que son seleccionadas en 16 localidades diferentes en lugar de una sola como era anteriormente. El esquema actual de selección (Milanés y López, 1986) propone cuatro etapas que comprenden 11 años como máximo, pero que puede acortarse cuando se seleccionen clones élites. Las cuatro etapas incluyen: posturas, clones, etapas intermedias y ensayos varietales. Ultimamente se está introduciendo el concepto de los postuclones, que pueden acelerar aún más el proceso de selección de los nuevos individuos (Figura 4).

Dentro de los principales resultados obtenidos con relación al cruzamiento en este período, los siguientes merecen ser señalados (Tabla II):

- Incremento de la colección de germoplasma existente desde poco más de 1 300 individuos a 2 600. Se ha comenzado a estudiar dicho germoplasma en diferentes condiciones ambientales.
- Desarrollo de estudios de floración y su sincronización, para lo cual se construyeron las primeras cámaras fotoperiódicas en Jovellanos y Mayarí, además de ubicar diferentes lugares en el país donde el florecimiento de las principales variedades usadas como progenitores se produce de forma natural. En el presente se realizan alrededor de 1 800 cruzamientos, de ellos 1 500 son biparentales y el resto policruces.
- Haber estimado el valor de la interacción genotipo-ambiente (GxE); utilizar métodos estadísticos adecuados para el cálculo preciso de sus estimados y clasificar los ambientes en el país así como realizar estudios de métodos y criterios de selección (Gálvez, Espinosa y Ortíz, 1977; Gálvez, 1978; Ortíz, 1982; Gálvez *et al.*, 1983; Gálvez y Thomas, 1989; López, 1986, y Ortíz y Caballero, 1988) (Tabla III).
- Haber aplicado la estadística y la computación como herramientas de rutina en el programa de mejoramiento.

El resultado práctico de todo lo anterior es que, en la actualidad, cerca del 95 % de las variedades cultivadas comercialmente en Cuba, en alrededor de 1.7×10^6 hectáreas, son cubanas y las variedades extranjeras, de las cuales las B.63118 y CP 5243 son los ejemplos más sobresalientes, solo representan alrededor del 5 % de la superficie total.

Por otro lado, las variedades que se encuentran en extensión desde 1984, es decir, las nuevas variedades, ocupan alrededor del 20 % de la superficie cañera, con una tendencia al incremento.

Se ha incorporado una línea específica de investigación acerca de la resistencia genética a las principales enfermedades, Carbón y Roya entre otras (Cabrera, Chinea y Pérez, 1992), así como a las condiciones climáticas adversas (sequía, salinidad y drenaje deficiente).

Tabla II. Los resultados más importantes en la interacción genotipo por ambiente (gxe) obtenidos en Cuba con posterioridad a 1959

Resultados	Autores
Estudio de características agronómicas y establecimiento de metodologías para estudios de variedades	Acosta, 1973 Espinosa, 1980a CNCT, 1976
Estimados del valor de la interacción gxe que constituyen el 60 % de la variación fenotípica total	Gálvez, Espinosa y Ortíz, 1977
Aplicación de diferentes métodos de estabilidad en estudios de variedades	Espinosa y Gálvez, 1980 Espinosa, 1980b
Comparación de resultados de estabilidad. Estudios con diferentes métodos y estimados de la interacción gxe representados por genotipos x fechas de plantación x edades en el momento de la cosecha	Gálvez y Placeres, 1987 Gálvez, 1978
Estudio de la repetibilidad del método de la regresión lineal para estimar la estabilidad de los genotipos	Gálvez *et al*, 1983
Aplicación de algunos métodos multivariados en la clasificación de genotipos y ambientes	Gálvez y Thomas, 1989 López, 1986 Bernal, 1986 Milanés, Mesa y López, 1988

Tabla III. Los resultados más importantes de estudios y criterios de selección en Cuba después de 1959

Resultados	Autores
Comparación de los sistemas de grado con el vigor solamente	Gálvez, Amador y Morales, 1987
Uso del brix en la primera selección clonal como criterio fundamental de conjunto con el rendimiento agrícola	Pérez, Cabrera y Pérez, 1977
Comparación de diversos sistemas y criterios de selección en 11 familias en etapa de plántula. Resultados del uso de una menor presión de selección (más del 10 %) y la combinación del brix y el vigor ponderadamente	Ortíz y Caballero, 1988
Confirmación del criterio de Ortíz. Baja repetibilidad entre la etapa de plántula para componentes del rendimiento agrícola	Abrahantes, 1986
Búsqueda de una adecuada combinación entre la selección individual y familiar. Resultados de etapas de plántula y clonal	Ortíz y Caballero, 1988

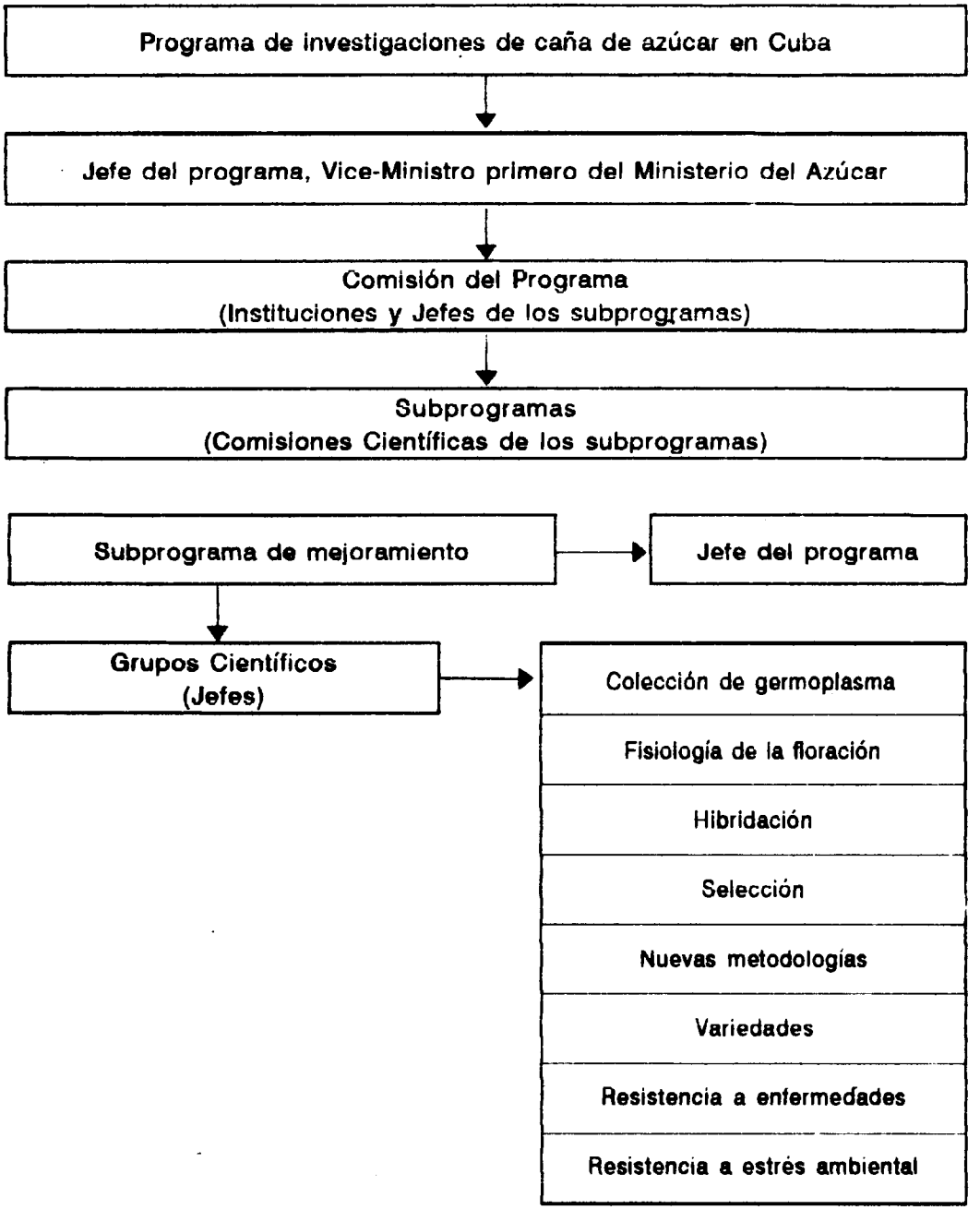

Figura 2. Programa general de investigaciones de la caña de azúcar en Cuba

Figura 3. Centros y localidades experimentales después de 1959

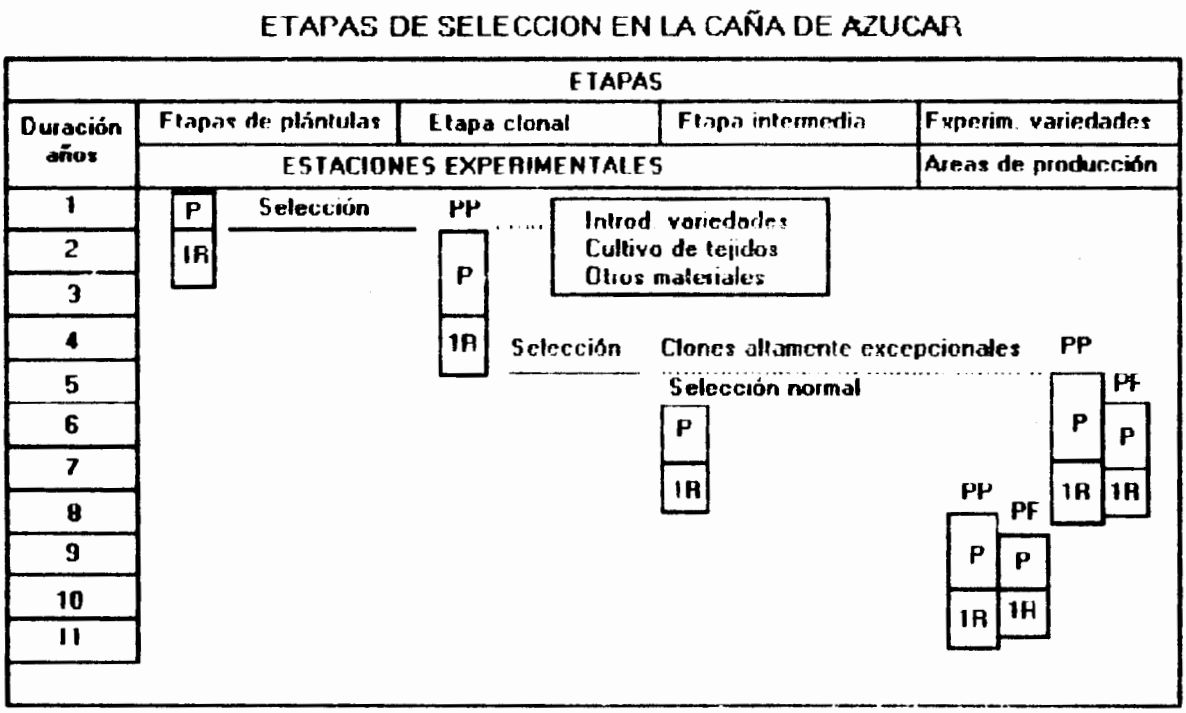

Figura 4. Esquema de selección actual en Cuba (Milanés y López, 1986, modificado). P: caña planta, 1R: primer retoño, PP: plantación primavera, PF: plantación de frío

Alrededor del 20 % de la superficie dedicada a la caña en Cuba se ve afectado en diferentes grados por estos problemas de suelo y clima señalados.

Se ha iniciado un programa para la obtención de variedades de maduración temprana, que permita iniciar la cosecha con contenidos de azúcar más altos (Gálvez, 1992).

Una atención especial se viene prestando al trabajo de investigación en biotecnología que se desarrolla desde 1980.

Se han establecido dos fuertes equipos investigativos, uno en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) y el otro en la Universidad Central de Las Villas, los que han obtenido resultados promisorios, fundamentalmente con la liberación de subclones que superan a las variedades donantes (Pérez *et al.*, 1987). Adicionalmente, se ha establecido el uso de la micropropagación (Nodarse *et al.*, 1992) para la producción de material de propagación a escala comercial, con la aplicación del cultivo de tejidos y la entrada en producción de una biofábrica localizada en la zona central del país, con capacidad para producir cerca de seis millones de vitroplantas por año.

Especial atención debe prestársele al trabajo iniciado para integrar un programa de mejoramiento, para la producción de variedades de caña de azúcar destinadas a la alimentación animal, así como para la obtención de subproductos y productos específicos derivados de la agroindustria azucarera (ICIDCA-GEPLACEA-PENUD, 1988 y Gálvez, 1992b).

BIBLIOGRAFIA

Abrahantes, R. I. Caracterización de poblaciones de caña de azúcar en las primeras etapas de selección. / R. I. Abrahantes.- Tesis de grado (Dr. en Ciencias Agrícolas); INICA, 1986.

Acosta, P. P. Estudio de caracteres agronómicos y de madurez en variedades de caña de azúcar. **Academia de Ciencias de Cuba. Caña de Azúcar** (La Habana)29, 1973.

Bernal, N. Clasificación de ambientes en las provincias de Holguín, Las Tunas y Granma en los estudios de regionalización de variedades de caña de azúcar. / N. Bernal.-Tesis de grado (Dr. en Ciencias Agrícolas); INICA,1986.

Cabrera, L., Comportamiento genético de la resistencia a la Roya de la caña de azúcar : Resúmenes. / L. Cabrera, A. Chinea, G. Pérez.- **En**: Seminario Científico del INICA, 8, La Habana, 1992.- p. 82.

CNCT. Primera Reunión Nacional de Genética Vegetal en Cuba. Memorias, Primera parte, 1976.- pp. 9-14. La Habana.

Espinosa, R. Informe sobre el comportamiento de variedades de caña de azúcar en suelos Ferralíticos en el macizo centro de la provincia La Habana. / R. Espinosa.- Informe Interno; INCA, 1980a.- 8 p.

Espinosa, R. Influencia de las fechas de plantación y las edades al momento de la cosecha sobre el rendimiento y sus componentes en caña de azúcar. / R. Espinosa.- Tesis de grado (Dr. en Ciencias Agrícolas); INCA, 1980b.

Espinosa, R. The Interaction of The Genotypes With Planting Dates and Harvest Cycles in Sugarcane. / R. Espinosa, G. Gálvez.- **En**: Proc. ISSCT, 17, Manila. Filipinas, 1980.

Espinosa, R. Apuntes sobre el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) con especial atención a las fechas de plantación y las edades al momento de la cosecha. / R. Espinosa.- La Habana : INCA, 1984.- 4 p.

Estudio de la variabilidad de la conservación *in vitro* de variedades de caña de azúcar del banco de germoplasma. / O. Nodarse... / *et al* /.- **En**: Seminario Científico, 8, INICA, 1992.- p. 79.

Fernández-Artiles, R. Botánica y Fisiología de la Caña de Azúcar. / R. Fernández-Artiles, A. Dávila, F. del Toro.- La Habana : Editorial Pueblo y Educación, 1983.- 13 p.

Gálvez, G. Reporte preliminar de la aplicación de dos sistemas de selección en primeras etapas en caña de azúcar : Resumen. / G. Gálvez, M. Amador, C. Morales.- **En**: Conferencia ATAC, 41, La Habana, 1987.- 158 p.

Gálvez, G. La interacción genotipo-ambiente en experimentos de variedades de caña de azúcar en el occidente del país : Resumen / G. Gálvez, R. Espinosa, R. Ortiz.- **En**: Conferencia ATAC, 41, La Habana, 1977.- p. 135.

Gálvez, G. Estudio de la interacción genotipo-ambiente y métodos de estabilidad en experimentos de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). / G. Gálvez.- Tesis de grado (Dr. en Ciencias Agrícolas); INCA, 1978.- p. 64.

Gálvez, G. Estudio del rendimiento de variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido) en experimentos y en producción. / G. Gálvez, J. Placeres.- **En**: Memorias Congreso Latinoamericano de Genética Vegetal, 8, La Habana, 1987.- p. 47.

Gálvez, G. A Proposal of Univariate and Multivariate Methods For Clasifying Varieties and Environments. / G. Gálvez, E. Thomas.- **En**: Proc. of Cong. of ISSCT, 20, La Habana, 1989.

Gálvez, G. ¿Es necesario un programa de mejoramiento genético para madurez temprana? / G. Gálvez.- **En**: Congreso de la ATAC, 46, La Habana, 1992a.- p. 40.

Gálvez, G. Perspectivas del mejoramiento genético no comercial de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) en Cuba : Resúmenes. / G. Gálvez.- **En**: Seminario del INICA, 8, La Habana, 1992b.- p. 85.

Historia, Botánica y Taxonomía. / J. R. Martín Oria... / *et al* /.- **En**: La Caña de Azúcar en Cuba. La Habana : Ed. Científico Técnica, 1987.- p. 14-35.

ICIDCA-GEPLACEA-PENUD. Manual de derivados de la caña de azúcar.- C. Mexico GEPLACEA, 1986.- p. 252.

López, E. Influencia de algunos factores del ambiente sobre el rendimiento y aplicación de tres métodos de estabilidad en los estudios de regionalización de variedades de caña de azúcar en las provincias Camagüey y Ciego de Avila. / E. López.- Tesis de grado (Dr. en Ciencias Agrícolas), INICA, 1986.

Milanés, N. y E. López. Propuesta de un nuevo esquema de selección de la caña de azúcar en Cuba. **INICAÑA** (La Habana)5 5, 1986.

Milanés, N. Clasificación de ambientes. Influencia de las variables del clima y el suelo en la tercera etapa de la caña de azúcar / N. Milanés, J. M. Mesa y E. López.- **En**: Memoria Conf. ATAC, 5, La Habana, 1988.- p. 43.

Organización para el mejoramiento de la producción azucarera (OMPA). Variedades de caña. Zafra 1961. / OMPA.- La Habana : MINAZ, 1961 - t. 1.

Ortiz, R. Características poblacionales y criterios de selección en las primeras etapas de caña de azúcar. / R. Ortiz.- Tesis de grado (Dr. en Ciencias Agrícolas); INCA, 1982.

Ortiz, R. Posible uso de la selección familiar en la fase de plántulas en la caña de azúcar. / R. Ortiz, A. Caballero.- **En**: Memorias Congreso ATAC, 45, La Habana, 1988.- p. 46.

Pérez, G. A. Ensayo preliminar sobre la utilidad del brix para la selección de variedades azucareras en Cuba. / G. A. Pérez, L. Cabrera, F. Pérez.- **En**: Congreso ATAC, 41, La Habana.- p. 27.

Selección de subclones de baja floración en caña de azúcar (*Saccharum* spp.) var. CP.5243 a partir de callos irradiados. / J. Pérez... / *et al* /.- **En**: Memorias Congreso Genética Vegetal, 8, La Habana, 1987.- p. 123.

Stevenson, G. C. Genetics and Breeding of Sugar Cane. / G. C. Stevenson.- Londres: Longmans, 1965.- p. 67.

A study of The Repeatability Parameter For Yield and Quality of Sugar Cane Juice (*Saccharum* spp. hybrid). / G. Gálvez... / *et al*/.- **En**: Proc. ISSCT, 18, La Habana, 1983.

Recibido: 9 de noviembre de 1993
Aceptado: 15 de noviembre de 1993