

# FUNDAMENTACIÓN DE LA CREACIÓN DEL CENTRO NACIONAL DE HIBRIDACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA PROVINCIA SANCTI SPIRITUS

INGS. V. CARABALLOSA, F. GONZÁLEZ PUPO, R. RÁBAGO, DRES. N. BERNAL Y ÁNGELA TOMEU

*INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZÚCAR, INICA, MINAZ*

## Introducción

**E**n Cuba los trabajos de hibridación en caña de azúcar se desarrollan, desde 1902, en condiciones de campo, siendo necesario para realizar los cruces el empleo de estructuras de madera y gorros de cruzamiento de lienzo que permanecen fijos desde el montaje de éstos hasta la cosecha de la semilla, oscilando entre 28 y 35 d el tiempo de permanencia de cada cruzamiento en el campo, en dependencia de los progenitores femeninos utilizados y la localidad de hibridación de que se trate.

Hasta el año 1997, el trabajo de cruzamiento en el INICA se llevó a cabo en 5 provincias del país, utilizando 10 localidades con características favorables para la floración de la caña de azúcar y se efectuaron entre 1 500 y 1 800 cruces anualmente. Los cruzamientos en condiciones de campo están expuestos a factores que inciden en su efectividad, entre ellos, el viento, las bajas temperaturas y las escasas lluvias, características de la etapa de noviembre a enero, período de floración de este cultivo en Cuba.

El mejoramiento genético de la caña de azúcar se desarrolla a través de la hibridación, por lo que es de mucha importancia contar con un área donde pueda florecer un porcentaje alto de las variedades, lo que permite contar con una adecuada representación de los genes de esta planta, para poder llevar a cabo los diferentes programas de mejora y donde se manifieste la mayor estabilidad y constancia en

la floración, año tras año, de cada uno de los individuos representados.

En los últimos 20 a, los principales países cañeros del mundo han dedicado cuantiosos recursos a la construcción de casas de cruzamiento, con diferentes diseños, con el objeto de incrementar su eficiencia, disminuir los costos y aumentar las facilidades que estas instalaciones brindan para el personal que labora en esta importante actividad.

En diciembre de 1989, se iniciaron los trabajos de cruzamiento en Cuba, bajo condiciones controladas, en una instalación construida para tales fines en la provincia de Holguín, lo que posibilitó la racionalización de la actividad en las localidades de ese territorio, a partir de 1990.

Los principales factores que se conoce gobiernan la floración en la caña de azúcar son el fotoperíodo, con una paulatina disminución de las horas luz en esa época del año; la temperatura, que debe ser lo más estable posible, con diferencias entre la máxima y la mínima entre 6 y 10 °C; y la humedad, que debe alcanzar valores altos en el suelo y el ambiente durante todas las fases de la floración.

Luego de un período investigativo, se ha comprobado que estas condiciones se manifiestan, de forma óptima, en el ambiente del Escambray, lo que hace que esta localidad resulte superior a las restantes del país. Sin embargo, los factores que favorecen la formación de la semilla y la fertilidad del polen, entre ellos las altas temperaturas, son desfavorables en las zonas montañosas, lo que provoca una disminución del número de

posturas por cruce, y se reduce la variabilidad de su descendencia.

Este fenómeno, presente en todos los países del mundo, obliga a utilizar las zonas con condiciones para la óptima floración, y una vez que comienza a producirse ésta, trasladar los tallos hacia localidades más cálidas.

En el caso del Escambray, se considera necesario contar con una casa de cruzamientos en Guayos, localidad que ha mostrado los mejores resultados en el proceso de polinización y producción de semillas.

### ¿Por qué el Centro Nacional de Hibridación en Sancti Spíritus?

**Evaluación de las localidades de floración en Cuba.** En septiembre de 1985, la dirección del INICA creó una comisión adjunta al grupo de germoplasma, para efectuar una evaluación de las colecciones de floración en diferentes localidades, teniendo en cuenta que en 1984 habían florecido, solamente, el 47% de la colección internacional en todo el país.

Desde sus inicios, se planteó la factibilidad de establecer colecciones de floración en las regiones de Viñales, Sierra del Rosario, Madruga, Unión de Reyes, San Miguel de los Baños, valle de Guamacaro, Escambray, Cunagua, Florencia, Pinares de Mayarí, Gran Piedra, Bayate y Yateras. De éstas, se seleccionaron 8 localidades para plantar una colección de individuos, integrada por 23 formas de *S. officinarum*, 6 de *S. robustum* y 97 híbridos, para un total de 126 genotipos, de ellos 94 considerados de floración escasa y rebeldes, de acuerdo con el comportamiento histórico en la estación de Matanzas.

En las *Normas y Procedimientos del Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba* (MINAZ, 1987), se establece que los lotes de hibridación son áreas donde se plantan los genotipos contemplados en el programa de mejora, con el objeto de efectuar los cruzamientos con fines comerciales y genéticos, señalándose las características que

deben reunir, las que se relacionan a continuación:

- Disponer de un sistema de riego o buen régimen pluviométrico y buen drenaje.
- Poseer buenas vías de comunicación y estar lo más cercano posible del centro de mejora.
- Poseer condiciones ambientales favorables para la floración, fertilidad del polen y viabilidad de las semillas botánicas.

Al valorar el comportamiento de la floración durante la campaña 1987-1988 (tabla 1), se observó que el mayor porcentaje de genotipos florecidos de la especie *S. officinarum* fue de 65, 55 y 50% en las localidades de Cienfuegos, Sancti Spíritus y Pinares de Mayarí, respectivamente. En la especie *S. robustum*, los primeros lugares los ocuparon Pinares de Mayarí, Sierra del Rosario, Sancti Spíritus y Guamuta, con el 100, 67, 50 y 50% de individuos florecidos, respectivamente. Los mayores porcentajes de inflorescencias emergidas de *Saccharum* sp. híbrido, fueron de 79, 75 y 72% en las localidades de Sancti Spíritus, Pinares de Mayarí y Cienfuegos, respectivamente.

Cuando se analizó el comportamiento de la fertilidad del polen (Tabla 2) se apreció que la mayor proporción de genotipos masculinos que presentaron fertilidad superior o igual al 20%, fue registrada en la colección de floración de Sierra del Rosario, siguiendo en orden ascendente las de Sancti Spíritus y Pinares de Mayarí que tuvieron resultados similares. Debe destacarse que la localidad de Pinares presentó la mayor cantidad de genotipos femeninos con fertilidad menor al 20%, aspecto de vital importancia para la ejecución de los programas de mejora en caña de azúcar.

### Características del lote de floración de la provincia Sancti Spíritus.

Localización: Zona de Buenos Aires, Planta Cantú, macizo montañoso del Escambray, Banao, Sancti Spiritus.

Coordenadas: 21° 84' Latitud Norte  
 79° 52' Longitud Oeste  
 Altura sobre el nivel del mar: 395 – 460 msnm.  
 Tipo de suelo: Esquelético de montaña.

Tabla 1 Comportamiento de la floración de la caña de azúcar en diferentes Localidades en la campaña 1987-1988.						
Especies	Variables	Localidades				
		<i>Sierra del Rosario</i>	<i>Cienfuegos</i>	Sancti Spiritus	Pinares de Mayarí	<i>Guamuta</i>
S. <i>officinarum</i>	Genotipos florecidos	2	14	11	11	3
	Genotipos florecidos	10	65	55	50	14
S. <i>robustum</i>	Genotipos florecidos	4	1	2	6	3
	Porcentaje floración	67	20	50	100	50
<i>Saccharum</i> sp híbrido	Genotipos florecidos	49	66	71	50	18
	Porcentaje floración	52	72	79	75	27

Tabla 2 Número de genotipos masculinos y femeninos en diferentes localidades y campañas						
Especies	Sexo	Localidades				
		Sierra del Rosario	Cienfuegos	Sancti Spiritus	Pinares de Mayarí	Guamuta
<i>S. officinarum</i>	Femenino	1	-	6	7	-
	Masculino	1	2	1	1	-
<i>S. robustum</i>	Femenino	1	-	1	5	2
	Masculino	3	-	-	1	1
<i>Saccharum</i> spp. híbrido	Femenino	17	1	11	27	10
	Masculino	16	3	8	8	5

Como se observa en la tabla 3, los factores requeridos para una buena floración se encuentran conjugados en esta zona, se destaca

el período de inducción de alta intensidad, donde son decisivos los valores de temperatura y humedad.

Tabla 3 Datos meteorológicos del lote de floración de Sancti Spiritus (según <i>Atlas Climático de Cuba</i> , media de 13 años)					
Meses	Insolación media	Temperatura del aire			Lluvia (mm)
		Media	Máxima	Mínima	
Enero	6.5	19	22	16	79
Febrero	7.5	20	24	15	54
Marzo	8.5	21	24	17	113
Abril	8.5	21	26	16	62
Mayo	7.5	22	26	18	258
Junio	7.0	24	26	22	409
Julio	8.0	25	28	22	170
Agosto	8.0	25	28	22	264
Septiembre	7.0	25	28	22	247
Octubre	6.5	24	26	21	304
Noviembre	6.5	22	24	19	61
Diciembre	6.5	20	24	16	100
Media Anual	7.5	22	26	18	179

El elevado número de variedades florecidas durante los 10 a aquí presentados (Tablas 3 y 4) muestra lo estable de la floración en esta localidad, aspecto no igualado por ninguna otra del país, mientras que la cantidad de flores producidas, lo que depende del número de

variedades y el área que ocupa cada una, tuvo una media entre 5 y 6 flores/*m*, resultado no reportado por ninguna otra zona de floración.

Los datos presentados en las tablas de la 1 a la 4 demuestran, de forma fehaciente, la superioridad de la región del Escambray

espiritano como zona para la floración de la caña de azúcar, a lo que se suma la ventaja de la ubicación de Sancti Spíritus en la región central de la Isla, lo que facilita su acceso por parte de las restantes provincias.

El porcentaje de fertilidad del polen se inclina hacia los valores bajos, aproximadamente, 50 % tienen menos del 5 % de fertilidad, lo que dificulta cruzar en la zona de montaña, debido a las bajas temperaturas y escasez de precipitaciones en el período de diciembre a febrero (Tabla 3).

Se realizó, además, una comparación de la producción histórica de posturas (de 1992 a 1998) en las localidades del Escambray y en áreas de la estación de Sancti Spíritus, la que puso en evidencia que son mucho más eficientes los cruces realizados en la estación, ubicada en la localidad de Guayos, que en el Escambray, pues para obtener una producción de posturas adecuada y estable en esta última, es necesario realizar un alto número de cruces (casi el doble), lo que trae problemas con la variabilidad de las combinaciones de progenitores, incrementa los gastos de salario, combustible, alimentos, tela, mangueras, varas, postes, sogas, nailon, agua, etc.

Las causas climáticas y fisiológicas que provocan esta diferencia fueron analizadas con anterioridad.

Las ventajas que conlleva la creación de un centro nacional de hibridación de la caña de azúcar en Sancti Spíritus con la construcción de una casa de cruzamientos se relacionan a continuación:

- Concentración de los cruzamientos en menor número de localidades, en este caso se eliminan las de Camagüey, Jovellanos, Diana y Madruga, y se logra una mayor eficiencia favorecida por las condiciones climáticas que prevalecen en el área principal de floración en el Escambray y en las complementarias del mismo macizo montañoso. Algo similar se ha desarrollado en Barbados, Colombia, Guatemala, EE UU, África del Sur, China y Australia, entre otros. En este último país, hace varios años toda esta actividad se concentra en la Estación de Meringa, donde crearon una instalación fotoperiódica valorada en más de 250 000 USD. Ténganse presentes los gastos en que se incurre al tener que crear condiciones artificiales de iluminación, temperatura y humedad, para garantizar la disponibilidad de tallos florecidos.
- Aumento del número de posturas por combinación realizada, debido a la posibilidad de manejar mayor número de tallos en cada cruzamiento y mejores condiciones para el proceso de polinización y formación de semillas, lo que unido a un incremento del peso de las panículas, permite garantizar el plan de posturas cada año y disponer del material básico de Reserva para las campañas siguientes, y como es lógico, manejar mayor variabilidad, y un incremento en el uso de progenitores

<b>Tabla 4</b>					
<b>Porcentaje de floración y tallos disponibles por campaña en Sancti Spiritus</b>					
<i>Campaña</i>	<i>Variedades</i>	<i>Floración (%)</i>	<i>Porcentaje de tallos florecidos/ Variedad (media)</i>	<i>Tallos Florecidos/ variedad (media)</i>	<i>Total de flores</i>
1986 – 1987	100	82	61	34	2839
1987 – 19 88	102	80	60	32	2616
1988 – 1989	107	80	72	39	3394
1989 – 1990	133	88	55	32	3725
1990 – 1991	132	85	62	38	4248
1991 – 1992	116	86	77	42	4204
1992 – 1993	271	86	76	44	10261
1993 – 1994	273	81	53	31	6915
1994 – 1995	268	83	56	33	7237
1997 – 1998	628	82	56	33	17119

año tras año, logrando su comercialización y el intercambio de semillas con otros países.

- Evitar las afectaciones que se han venido produciendo, históricamente, en la floración y germinación de las semillas botánicas.
- Mayor utilización de las capacidades instaladas para los cruzamientos, al entrar en funcionamiento un área de maduración. Resultados alcanzados en la casa de cruzamientos de Holguín indican que se obtiene un coeficiente de utilización 3 veces superior al tradicional.
- Durabilidad de los recursos materiales que se usan anualmente, tales como la tela, cuya utilización se aumenta en 5 veces.
- Posibilidad de utilizar medidas profilácticas, mediante el empleo de productos biológicos para el control de la micoflora patógena asociada a la semilla botánica de la caña de azúcar.
- Incremento de las facilidades para un mantenimiento más efectivo de los cruzamientos que se realizan durante un período relativamente corto, además de la posibilidad de utilizar diferentes técnicas para esta actividad.
- La casa de cruzamientos permite crear mejores condiciones de trabajo que las

existentes en la zona de montaña, que implican albergue y atención del personal por un período mayor de 4 m y trabajo físico duro.

- Posibilidad de desarrollar una tecnología en la semilla botánica que lleva implícito el secado a 35 °C, la germinación entre 35 y 38 °C, y en caso deseado, el almacenamiento a corto plazo a –20 °C, todo ello en beneficio de los cruzamientos, disminuyendo los costos, y lo más importante, aumentando la variabilidad genética de las combinaciones programadas, para dar respuesta a los diferentes objetos del Programa de Mejoramiento Genético del país.
- Mayor accesibilidad al centro por parte de todas las provincias.
- Sensibles ahorros de salarios, personal y recursos, como se demuestra a continuación.

**¿Qué impacto económico tiene la creación de este centro nacional de hibridación de la caña de azúcar?**

Para el análisis del impacto económico de este centro, se comenzará por detallar las inversiones requeridas. Estas abarcan la construcción de la casa de cruzamientos y el laboratorio de semillas de la estación de Sancti

Spíritus, así como mejorar 1,6 *km* de acceso al área de floración del Escambray.

El costo de estas inversiones se ha calculado como sigue:

<b>Tabla 5</b>					
<b>Desglose de la fertilidad del polen expresada como porcentaje de variedades Incluidas en 5 rangos diferentes</b>					
Campaña	<i>Variedades Estudiadas</i>	<5	5 - 20	21 - 30	>30
1986 – 1987	80	53	22	10	16
1987 – 1988	87	53	27	5	15
1988 – 1989	89	49	28	16	7
1989 – 1990	120	42	30	18	11
1990 – 1991	119	4	28	21	9
1991 – 1992	101	48	28	6	19
1992 – 1993	229	43	32	12	13
1993 – 1994	219	41	31	14	14
1994 – 1995	225	44	29	14	13
1997 – 1998	406	46	16	10	28

<b>Tabla 6.</b>			
<b>Costo de construcción de casa de cruzamientos en la estación de Sancti Spíritus y mejoramiento del camino de acceso al área de floración del Escambray</b>			
Concepto	Moneda Nacional	Divisa	Total
Casa de cruzamientos y laboratorio de semillas	61 908.78	15 475.02	177 383.80
Camino al Escambray (con pavimento y base pétrica)*	69 250.00	47 858.00	217 108.00

\* considerando la variante más costosa.

Tabla 7. Ahorro producido por el establecimiento del Centro Nacional de Hibridación de Caña de Azúcar en S. Spíritus			
Concepto	Unidades	Efecto económico / año	
		Total	Divisas
Racionalización de áreas de La Habana, Matanzas y Camagüey (20 ha)	Pesos/USD	70 100.00	36 000.00
Reducción de salarios (23 hombres)	Pesos/USD	44 800.00	14 800.00
Ahorro combustible	Pesos/USD	46 126.00	1 326.00
Aumento eficiencia de cruces (reducción de gastos)	Pesos/USD	12 075.00	
Ahorro recursos materiales*	Pesos/USD	160 900.00	79 400.00
<b>TOTAL</b>	<b>Pesos/USD</b>	<b>334 001.00</b>	<b>131 26.00</b>

\*Lienzo, madera, cordel, albergue, etc.

Tabla 8. ¿Qué representa la racionalización de 20 ha de tierra y ponerlas a producir caña?			
Cepa	t/ha de caña	t/ha de azúcar	Ganancia (MUSD)*
Caña planta	100	200	15.0
Primer retoño	80	160	12.0
Segundo retoño	70	140	10.5
Tercer retoño	60	120	9.0
Cuarto retoño	60	120	9.0
Quinto retoño	50	100	7.5
Valor total producción			63.0

\*Calculada como diferencia entre valor de la producción y gastos de producción, considerando el rendimiento industrial base 96° = 10; precio de la t de azúcar 195 USD y costo de la t de azúcar 120 USD.

Se puede apreciar que el centro producirá ganancias desde el mismo primer año de su explotación.

### Abstract

The establishment of a national sugarcane hybridization center at Sancti Spiritus province (Escambray Mountain Ridge) is proposed. The latter is based on the optimal climatic conditions for sugarcane flowering prevailing in this region. In fact, higher flowering percentage and pollen fertility has been found at Escambray compared to the remaining hybridization locations in Cuba. The

concentration of sugarcane hybridization in only one place will reduce labor and those materials required for crossing (such as wood, cloth, rope, etc.) in some 50%.