

1. CAÑA DE AZÚCAR: Sabor... - MEJO
MIENTO GENÉTICO

2. CAÑA DE AZÚCAR: Sabor... - MEJO
DADOS

Creación de nuevas variedades de caña de azúcar en Colombia

Jorge ECHEVERRI GAVIRIA.

*(Tesis presentada a la Facultad Nacional de Agronomía
para optar el título de Ingeniero Agrónomo).*

INTRODUCCION

Con la obra presente nos proponemos hacer llegar a conocimiento de la Facultad Nacional de Agronomía, del cuerpo de Ingenieros Agrónomos del país y del público en general, una información de los trabajos realizados hasta hoy en Colombia para obtener variedades nuevas de caña de azúcar, de cualidades superiores para nuestra industria.

No entramos en consideraciones de carácter económico, debido a que la índole del trabajo que presentamos es puramente experimental y sólo de paso tocaremos de vez en cuando este campo.

Para su mejor ordenación, hemos repartido este trabajo en tres partes, con algunas subdivisiones. En la primera parte, luego de exponer la importancia y verdadera necesidad que tiene el país de producir variedades de caña autóctonas, relatamos someramente la forma como se iniciaron los primeros experimentos en el país, no sólo para obtener cañas de semilla, sino para producirlas con determinados caracteres mediante cruzamientos racionales, dirigidos especialmente hacia el mejoramiento de nuestra caña criolla.

En la segunda parte hemos querido presentar, lo más reducidamente posible, una parte de los trabajos más sobresalientes verificados por la Sección Genética de Caña, de la Estación Agrícola Experimental de Palmira (Valle), durante estos dos últimos años (julio de 1938 a julio de 1940).

La técnica del procedimiento seguido, y que describimos más extensamente en la tercera parte, no es nuestra naturalmente. Es el fruto de

pacientes investigaciones de los más autorizados especialistas durante más de 50 años de constante labor, a la que sólo nos hemos atrevido a hacer unas pocas modificaciones impuestas por las condiciones especiales de la industria y del lugar donde trabajamos. El mérito solo está en escoger los sistemas de diferentes escuelas y presentarlos en forma ordenada y conveniente para facilitar su comprensión.

Como todos los trabajos verificados en Palmira por la Sección Genética han sido orientados por el Dr. E. W. Brandes desde Washington, y el Dr. H. G. Sorensen desde la Estación de Summit, en la Zona del Canal, hemos mantenido una nutrida correspondencia con ellos, desde que se iniciaron los trabajos. En carta del 7 de noviembre de 1939, el Dr. Brandes nos dice:

"Considerando en conjunto los resultados obtenidos, creo que hemos tenido un gran éxito este año, lo cual debe atribuirse al excelente cuidado puesto en Palmira, para hacer los cruces, la recolección y el despacho de la semilla".

Y el Dr. H. G. Sorensen, en su comunicación del 4 de abril del corriente año, se expresa así:

"Es innecesario decir que el Departamento de Agricultura de Washington, está muy satisfecho y complacido por el espléndido trabajo que Uds. están desarrollando en Palmira, y estamos seguros de que muy pronto se producirán variedades que serán de gran valor económico para ambos países. - El doctor Brandes menciona con frecuencia su satisfacción, lo cual hace muy rara vez en otros casos. Pueden tener la seguridad de que su trabajo es grandemente apreciado y ustedes merecen un elogioso reconocimiento".

Dejamos constancia de nuestro sincero agradecimiento al Dr. E. W. Brandes por su valiosísima ayuda y al Dr. H. G. Sorensen, orientador y guía de todas nuestras actividades. Al Dr. Guillermo Ramos Núñez, Ingeniero Agrónomo, compañero de trabajos y fatigas, quien con maravillosa buena voluntad e inimitable paciencia, ha contribuido poderosamente a la realización de esta obra, dejamos también el testimonio de nuestra gratitud.

EL AUTOR.

PRIMERA PARTE

NECESIDAD DE VARIEDADES DE CAÑA PROPIAS

Por espacio de cuatro siglos, igual que en todos los países azucareros del mundo en épocas anteriores, hemos venido cultivando en Colombia, con satisfactorios resultados, unas pocas variedades naturales de caña, de la especie *Saccharum Officinarum* L. dulces y blandas en general, y de especiales cualidades de adaptación a nuestros terrenos, climas y sistemas de cultivo.

Pertencientes a esta especie hemos diferenciado numerosas variedades, que comunmente llamamos "Criollas" y entre las cuales sobresale en primer término, la caña Blanca o Castilla (Otaheite), la más generalizada y preferida en todo el país. También en una buena proporción, figuran en nuestros cultivos las variedades: Martinica (1), Morada (2), Blanca Rayada (3), Remolacha Rayada (4), y otras varias, a las cuales se aplican muy diversos nombres regionales.

En los primeros tiempos del cultivo de la caña en nuestro país, jamás se operó la más mínima variación. Los pequeños productores de panela, azúcar y miel, eran gentes felices cuyos cultivos y negocios se desarrollaban normalmente y que jamás se preocuparon por perturbaciones extrañas provocadas por plagas o enfermedades. Así pasaron los tiempos hasta que llegó el año de 1932, y por primera vez se ensombreció la buena estrella de los hasta entonces confiados productores de caña.

Desgraciadamente unos pocos años antes, en el deseo de mejorar la industria de la caña con variedades más productivas, diversas personas y entidades introdujeron inconsultamente al país numerosas variedades nuevas, sin control de ninguna especie, y como entonces carecíamos de un servicio eficiente de sanidad vegetal, se importaron con ellas, de países

-
- (1) Cristalina, Ligh Preanger o Wit Preanger.
 - (2) Kavengirie.
 - (3) Green Ribon.
 - (4) Gestrept Preanger, Striped, Louisiana Ribbon.

extraños, las plagas y enfermedades ya conocidas en otros países, y entre las cuales hemos de mencionar con especialidad, el terrible flagelo del Mosaico.

Decimos que en 1932, pues a fines de ese año nos tocó observar personalmente, ciertas manchas veteadas sospechosas en las hojas de una plantación de caña del municipio de Titiribi (Antioquia). Confiados en la sanidad tradicional de nuestras plantaciones, no dimos importancia a tales manifestaciones. A mediados del año siguiente, a un grupo de excursionistas de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín, según informa el doctor Ramón Mejía F., Fitopatólogo de la citada facultad y jefe de esa excursión, "les llamó grandemente la atención un pequeño lote de terreno situado en las márgenes del río Cauca, sembrado de caña de azúcar, la cual, además de su desarrollo raquitico y miserable, presentaba el follaje con aspecto veteado".

Después de un año de constantes investigaciones de laboratorio, y comprobación sistemática, pudo constatar que tales manchas eran síntomas inequívocos de la hasta entonces desconocida enfermedad del Mosaico. En el número 194 del "Boletín Agrícola", órgano de publicidad de la Sociedad Antioqueña de Agricultores", correspondiente al mes de septiembre de 1934, se publicaron todos los detalles de esta primera observación del Mosaico en Colombia, junto con el procedimiento seguido para su identificación, y se llamó enfáticamente la atención a todos los agricultores del país, del peligro inminente que se presentaba para la industria de la caña con la nueva, peligrosa y contagiosísima enfermedad.

A ésta siguieron otras varias publicaciones en distintos órganos particulares y oficiales, pero desgraciadamente, en nuestro país nunca se ha hecho caso a la voz de nuestros profesionales Agrónomos. No fue hasta fines de 1936, en que por invitación especial del gobierno de la nación, por segunda vez el doctor Carlos E. Chardón, destacado hombre de ciencia de Puerto Rico, visitó el país y constató lo que los agrónomos colombianos venían diciendo desde hacía tres años, y dió también la voz de alarma al pueblo colombiano. Entonces el país creyó, y el gobierno tomó decididas cartas en el asunto.

Desgraciadamente durante todo este tiempo la enferme-

dad se había distribuido intensamente por todo nuestro territorio, provocando su presencia un problema de gravedad muy complejo, debido a las modalidades especiales que presenta la industria de la caña en Colombia, de caracteres muy distintos por cierto a los demás países azucareros del mundo.

Esta fuerte y dolorosa sacudida al ánimo y fe de los cultivadores de caña, trajo consigo una reacción de todos ellos por defender su industria amenazada. Las entidades oficiales, principalmente la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín, y la Estación Agrícola Experimental de Palmira, empezaron a distribuir rápidamente semillas de caña resistentes a la enfermedad, recientemente importadas, para sustituir la caña criolla enferma, único camino de defensa contra tan grave problema.

Pero este recurso, que inicialmente dió buenos resultados, no satisfizo plenamente a la industria de mieles y panela, pues las nuevas variedades, aun cuando impidieron de manera casi absoluta los estragos de la enfermedad, con esta cualidad de inmunidad trajeron otras condiciones de inferioridad con respecto a nuestras cañas criollas, tales como: graves variaciones de adaptabilidad a nuestros diversos climas, terrenos y sistemas de cultivo; diversas oscilaciones en rendimiento y calidad del producto entre unas variedades y otras; cierta dureza para molerlas, y en ocasiones, hasta una especial dificultad en la clarificación de los jugos, que modifican bastante la elaboración, etc.

De esta manera, ha resultado que la mayoría de las pequeñas instalaciones paneleras y mieleras existentes en el país, no están en capacidad de resolver completamente su problema, por demás complejo y de orden puramente técnico, y por tanto, fuera del alcance del pequeño agricultor.

Las circunstancias anteriores, además de los inconvenientes que presenta la importación de variedades nuevas y las múltiples modalidades que siguen ofreciendo luego a la industria, nos obligan a imitar el ejemplo elocuente de todos los demás países azucareros, y por lo tanto, a orientar nuestras actividades experimentales al estudio y obtención de variedades propias, que aparte de resistir al Mosaico, reúnan todas las buenas cualidades de las cañas conocidas entre nosotros, sin ninguno de sus inconvenientes. Además, existe la posibi-

lidad de crear variedades autóctonas mediante cruzamientos metódicos, entre nuestra caña criolla y las nuevas variedades extranjeras resistentes a la enfermedad.

Todos los países azucareros del mundo han tratado desde el año de 1885, —cuando se iniciaron las pesquisas sobre reproducción sexual de la caña de azúcar— de obtener variedades superiores en todo sentido, de acuerdo con las necesidades de la industria básica y de sus condiciones agrológicas. Nosotros nos hemos ganado la experiencia de tantos años y hemos iniciado nuestras investigaciones siguiendo los más modernos sistemas genéticos.

PRIMEROS TRABAJOS DE GENETICA DE CAÑA REALIZADOS EN EL PAIS

A fines del año 1936 vino a Colombia, a prestar sus servicios en el Ingenio Manuelita, el Ingeniero Agrónomo danés doctor Hans G. Sorensen, destacado profesional, muy experto en genética de caña. Por varios años atrás había estado trabajando en la creación de nuevas variedades para el Ingenio Central Baraguá, de la Isla de Cuba, y poco después de su llegada inició esta clase de trabajos en Colombia. Nada de lo que escribió él sobre la relación de sus experimentos, ha sido publicado en el país. Sin embargo, por el conocimiento que tenemos de sus trabajos, nos atrevemos a expresarlos en breve síntesis, que para mayor claridad y comprensión dividiremos en dos secciones, a saber:

1).—Continuación de los trabajos iniciados en Baraguá.

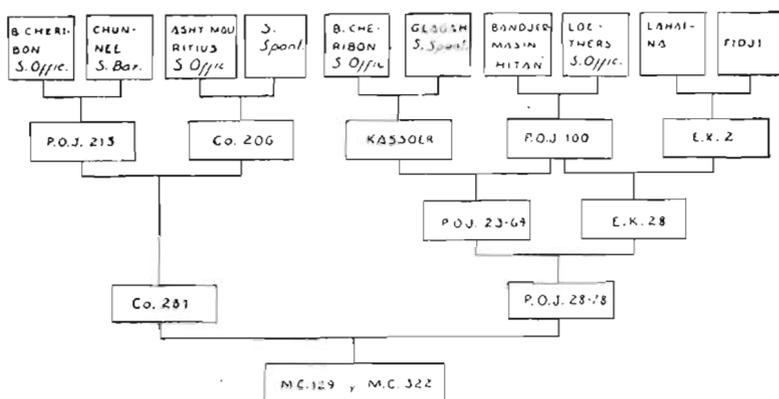
El doctor Sorensen, a su venida a Colombia, no queriendo abandonar el fruto de su trabajo de tantos años, trajo consigo unas pocas y favoritas cañas de las obtenidas por él en Cuba, para continuar en la Manuelita la observación y experimentación que todavía requerían.

A fines de 1938, después de dos años de continua labor, dió a conocer tres de estas cañas: las Manuelita Colombia, M.C. 129; M.C. 322, y M.C. 666, entre las que han sobre-

salido la primera y la última, a las cuales vamos a referirnos más extensamente.

Varietad M. C. 129. — Es una caña de crecimiento semi-erecto, blanda y excelente macoliadora; germina muy bien y rinde un alto tonelaje por unidad de superficie. Hasta el presente se ha manifestado resistente al Mosaico. Tiene características intermedias muy notables de sus progenitores: P.O.J. 28-78 y Co.281.

GENEALOGIA DE LA VARIEDAD M.C. 129



Sus tallos son de color verde rojizo, con líneas longitudinales negruzcas; entrenudos largos, cilindricos, recubiertos con abundante cerosina, sin ranura o canal de yema; nudos rectos, lisos, con cicatriz foliar sin pubescencia; anillo de crecimiento de color verde aceitunado de unos 3 mm. de ancho, y zona de raíces del mismo color, con tres hileras de puntos.

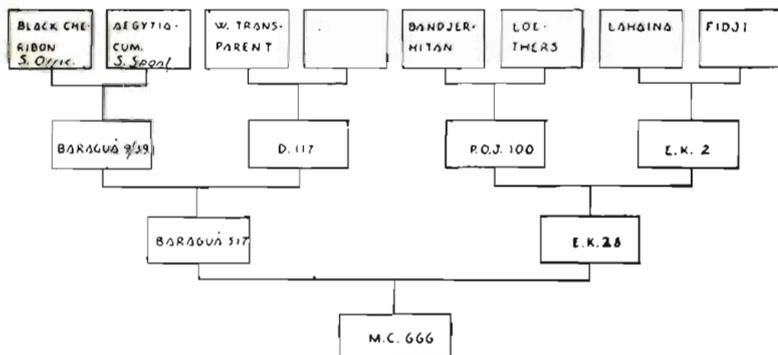
La yema de la M.C. 129, es de forma orbicular, prominente, de ápice romo y base redondeada, sin placas basales ni mechón apical, su tamaño apenas alcanza al anillo de crecimiento y germina por el ápice.

La yagua es de color claro, con pelos suaves en la mitad superior del dorso; garganta ancha con mechones marginales; cuello claro y ligula de color bruno, fimbreada; procesos ligulares rudimentarios, uno de ellos más desarrollado que el otro. El limbo de la hoja es generalmente erecto con el ex-

tremo doblado. La nervadura central blanca, y con dientes muy finos en los bordes.

Varietad M. C. 666. — Esta caña, que ya se va conociendo en el país con el nombre de "Manuelita triple seis", es una caña blanda, erecta, de tallos uniformes, muy buen vigor y de magnífico rendimiento en fábrica, debido principalmente a la alta concentración de sus jugos. Muy resistente al Mosaico (la mayor infección registrada, 9.4%), nunca florece y es muy precoz, aunque un poco exigente en cuidados culturales, sobre todo por riegos oportunos.

GENEALOGIA DE LA VARIEDAD M.C. 666



Tiene tallos largos, gruesos, de color amarillo verdoso; entrenudos abarrilados, ligeramente planos, sin foro o ranura de yema, con una amplia banda de cerosina. Nudos oblicuos, un poco constreñidos detrás de la yema, y con la cicatriz foliar prominente en el lado de esa; anillo de crecimiento amplio; zona de raíces de color amarillo crema, que con la madurez va tomando el mismo color del entrenudo; 4 ó 5 hileras de raíces rudimentarias ligeramente violadas.

La yema en esta variedad es de forma oblonga, con anchas aletas y pelos blancos en la base; germina por el ápice y no sobrepasa al anillo de crecimiento. La yagua es envolvente pero caediza, de color verde intenso, revestida de peluza suave; garganta ancha, lanuda y cuello de color vino oscuro

que alcanza casi el centro del raquis. Ligula lisa, más ancha al centro que en los bordes. Un solo proceso ligular en forma de triángulo. El limbo es verde intenso, ancho y aserrado.

Dado el poco conocimiento que aún tenemos de estas dos variedades de caña, nos es imposible adelantar conceptos en cuanto a sus ventajas o desventajas sobre otras variedades de caña hoy conocidas en el país. Las cualidades superiores y magníficas características que presentan, son por ahora tan sólo una promesa y se hace necesario comprobarlas por un tiempo más largo, ampliando su experimentación a distintas condiciones de terrenos y climas, antes de determinar su superioridad.

2).—*Primeros cruzamientos entre cañas nobles.*

Durante los años de 1937 y 1938, los cruzamientos efectuados por el doctor Sorensen, estuvieron encaminados a obtener híbridos entre nuestra caña Criolla y algunas de las más notables variedades importadas, logrando los mejores resultados con los cruzamientos entre Criolla X P.O.J. 28-78 y entre Criolla X S. C. 12 (4).

Todos los seedlings procedentes del primero de estos cruzamientos, presentaban una marcada resistencia al Mosaico. Muchos de ellos fueron seleccionados por sus mejores condiciones vegetativas, pero su experimentación quedó inconclusa al retirarse el doctor Sorensen de la Manuelita. Sólo cuatro de estos seedings, que fueron llevados personalmente por él para la Estación Agrícola Experimental de Palmira el 13 de enero de 1939, han podido continuar en experimentación. Presentamos el análisis químico de uno de ellos a los once meses de edad:

Brix corregido	20.95
% Sacarosa en jugo	18.55
Pureza	88.50
Fibra total	13.57

Los seedlings procedentes del cruce Criolla X S. C. 12 (4) si resultaron afectados por el mosaico, como era de espe-

rarse, dada la susceptibilidad de ambos progenitores. Sin embargo, un pequeño porcentaje resistió perfectamente la infección, y después de seleccionado previamente, pudieron llevarse también a la Estación Experimental, en la misma fecha, 11 de estos seedlings que no presentaban ninguna señal de enfermedad, y 4 débilmente afectados. Estos últimos reaccionaron y crecieron tan normalmente como los otros. Hoy están todos bajo la más rigurosa observación para seleccionar los mejores.

Sabemos que muchos otros cruzamientos fueron verificados en esos mismos años, pero el informe de tales trabajos permanece en los archivos de la Manuelita. Sólo podemos decir que los trabajos iniciados en esta forma, representan no sólo una pequeña contribución para la solución de uno de los mayores problemas de nuestra industria cañera, sino que comprobaron a cabalidad que en el Departamento del Valle del Cauca, no sólo es perfectamente factible la creación de nuevas variedades, sino que, por sus condiciones climáticas y la calidad de sus terrenos, es verdaderamente privilegiado en el mundo para estos propósitos.

SEGUNDA PARTE

TRABAJOS REALIZADOS EN LA ESTACION AGRICOLA EXPERIMENTAL DE PALMIRA

(Julio de 1938 a Julio de 1940).

LA ESTACION AGRICOLA EXPERIMENTAL DE PALMIRA

El gobierno nacional, conciente de la grave situación que para la economía del país representaban los múltiples problemas que afectaban la industria de la caña, por Ley 128 de 1937 autorizó al Ministerio de Agricultura y Comercio, para organizar la campaña contra el Mosaico y la defensa y fomento de la caña de azúcar.

En cumplimiento de esta ley, el Ministerio citado, hoy de la Economía Nacional, proveyó lo necesario para comprar la Granja que el Departamento del Valle poseía a inmediaciones de la ciudad de Palmira, con el objeto de establecer en ella, la Estación Central Experimental de Caña, lo que pudo realizarse en los primeros días del mes de junio de 1938.

Por deferencia especial de la Secretaria de Agricultura de los Estados Unidos, nuestro gobierno logró obtener la cooperación de los servicios técnicos de la Estación Experimental de Summit (Canal Zone, Panamá), permitiendo que el doctor Sorensen, genetista de esa Estación y a quien ya hemos mencionado, pudiera ocupar el cargo ad-honorem de jefe de la Sección de Genética de Caña en la Estación Agrícola de Palmira, autorizándolo además para que realizara periódicamente viajes a esta Estación, cuando las necesidades así lo exigieran, y de este modo, dirigir y controlar todos los trabajos que se realizaran.

Obtenida dicha cooperación, se elaboró el programa de genética, teniendo como finalidad, no sólo la obtención de variedades de caña valiosamente agrícolas, sino además, la adaptabilidad de dichas variedades a los diversos climas y terrenos en que se cultiva la caña en Colombia, y a las circunstancias especiales de nuestras tres industrias derivadas.

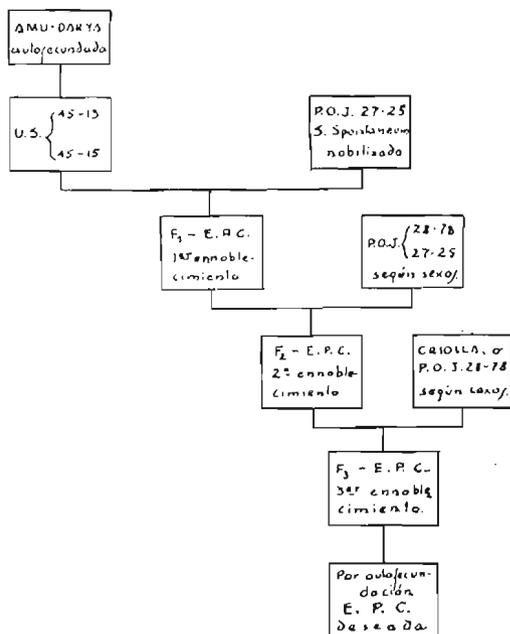
Dicho plan comprende dos secciones de trabajos sustancialmente diferentes, a saber:

a). Nobilización progresiva de una caña silvestre para obtener variedades resistentes al frío; y

b). Cruzamientos entre cañas nobles o nobilizadas, para conseguir en corto tiempo híbridos superiores en la progenie.

Obedeciendo a este plan general se han ido realizando numerosos cruzamientos, con el fin exclusivo de apreciar con precisión el valor de cada uno, basándose en el valor de los seedlings que producen. No fue posible establecer en el programa trazado las variedades que debían ser cruzadas, debido a la irregularidad tan grande que éstas presentan en nuestro medio para el florecimiento, pero en líneas generales se preferirán las variedades: Criolla, P.O.J 28-78 y P.O.J. 27-25 para cruzarlas con los seedlings de cualquier generación, de acuerdo con los sexos en cada caso y la presencia de flores en la época propia.

Detallamos por separado el esquema genealógico que estamos tratando de seguir y que está basado en la nobilización de un *Saccharum Spontaneum*, partiendo de la variedad AMU-DARYA, resistente al frío y muy rústica, y utilizando en los cruzamientos variedades que poseen en su ascendencia la misma especie de *Saccharum*, resistente al Mosaico, como son las cañas de Java obtenidas por nobilización de la Glagah, un *S. Spontaneum* oriundo de ese mismo país.

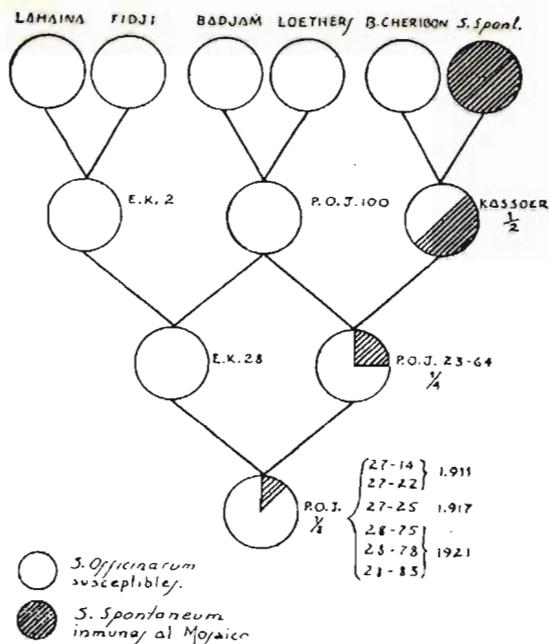


Compárense con el esquema genealógico de las variedades javanesas que presentamos en la página siguiente.

VARIETADES DE CAÑA RESISTENTES AL FRÍO

Hace ya muchos años que varios países azucareros del mundo, especialmente los situados en la zona sub-tropical, vienen preocupándose seriamente por resolver el problema de la resistencia al frío, que tan enormemente dificulta su industria. En Louisiana, al sur de los EE. UU. y en la provincia de Tucumán (Argentina) se están tratando de mejorar las varie-

ESQUEMA GENEALOGICO DE LAS VARIEDADES JAVANESAS:



dades de caña con el objeto de lograr un rápido crecimiento en el tiempo frío de fines de invierno y la mayor tolerancia a las heladas en el periodo de corte.

En Colombia existen grandes zonas de terrenos en climas medios, entre los 1.500 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, que aunque ocasionalmente se cultivan con caña, han sido consideradas siempre como impropias para este cultivo. Pero deberíamos esclarecer si es que efectivamente la calidad de estos terrenos y el clima que tienen son inadecuados, o si es que las variedades de caña en ellos cultivadas son las impropias.

El programa de la Sección Genética de Caña ha sido trazado con el fin principal de obtener variedades de caña que ofrezcan ventajosos resultados en cada uno de los climas de nuestro país, en alturas comprendidas entre los 0 mts. a los 2.000 mts. sobre el mar, con cuya realización abriríamos extensos terrenos y vincularíamos muchos nuevos brazos a esta industria, en pro de la riqueza del país.

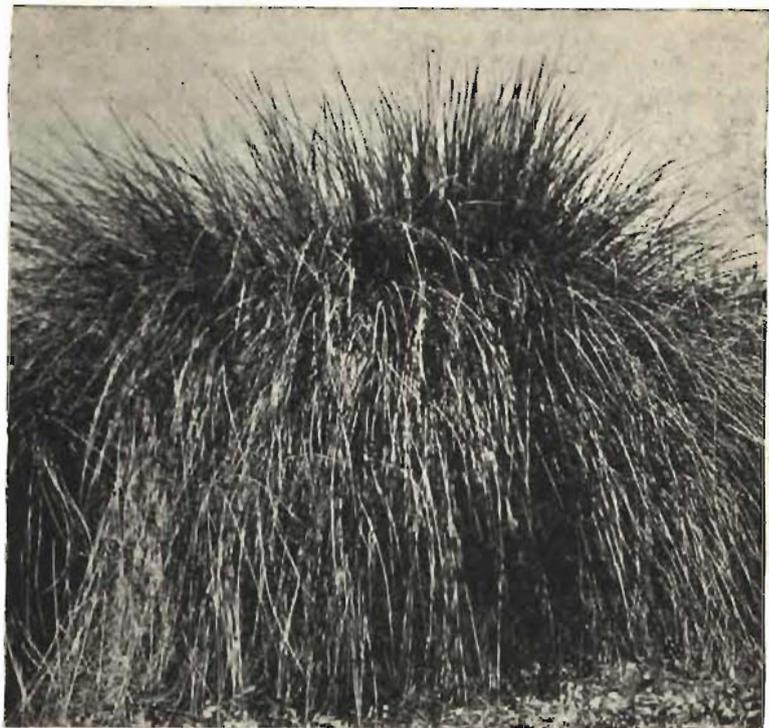
Algunas especies silvestres de *Saccharum Spontaneum* recogidas por la División de Investigaciones de Caña de Azúcar, oficina de Industria Vegetal de EE. UU., y procedentes de la parte media del Asia, han demostrado gran resistencia a temperaturas inferiores a 0 grados C., pero por su aspecto vegetativo y escaso desarrollo son completamente inapropiadas para la industria. Por consiguiente, es indispensable reunir en una sola variedad, la resistencia al frío de esta caña silvestre, junto con el rendimiento en azúcar y utilidad económica de las cañas tropicales.

Entre unas 50 formas silvestres distintas de caña de azúcar, recogidas por el Departamento de Agricultura de los EE. UU., se ha escogido una, como base para estos trabajos genéticos, por ser la que mejores cualidades muestra y cuya interesante historia nos relata el doctor E. W. Brandes (Principal Pathologist in Charge, Division of Sugar Plant Investigations, Bureau of Plant Industry), en un artículo denominado "Possibilities of further progress in breeding sugar cane for cold resistance", del cual traducimos y recopilamos lo siguiente:

"Esta curiosa y tal vez valiosísima caña silvestre, fue observada y recogida en el Asia Central en época relativamente lejana, como por el año de 1911, por un botánico ruso. Parece que nadie había tomado interés en la utilidad potencial de esta planta hasta 1935, cuando le fueron enviados al autor, tres paquetes de semillas recogidas en Amu-Darya, un río de Uzbekistán de la U. R. S. S., por Teranenco, director del Instituto de Investigación de todas las Uniones, Tashkent. Estas semillas germinaron perfectamente y las plantas fueron llevadas a campo abierto en abril de 1936, y se las designó con el nombre de AMU-DARYA, enumerándolas para su mejor conocimiento.

"Por su apariencia no es atractiva; los tallos son del grosor de un lápiz y de sólo 4 ó 5 pies de longitud, pero en cada uno de los varios cientos de macollas de esta caña, una proporción sustancial de tallos ha sobrevivido a los rigores del invierno en la granja de Arlington, frente a Washington, donde ha resistido temperaturas inferiores al punto de congelación (0 grados C.) por 82 días, época en que se registraron temperaturas mínimas hasta de 9 grados C. bajo 0.

"Su patria de origen está situada al norte de Afganistán



AMU-DARYA 59. — El *S. Spontaneum* que venimos tratando de nobilizar. Obsérvese el aspecto rústico y prolífico, pero los tallos tan excesivamente delgados.

y noroeste del Tibet, cerca a la región conocida con el nombre de "Techo del mundo". Allí las temperaturas varían desde bajo 0 en invierno, hasta más de 45 grados C. en pleno verano. La caña silvestre se da tanto en las vertientes altas del río como en las llanuras áridas de la parte baja hacia el oeste".

Por causa de la diversidad en el orden y distribución de sus lugares de propagación, desde condiciones alpinas hasta bajas elevaciones, todas las plantas llevadas a Arlington, según dice el doctor Brandes, presentaron considerables variaciones individuales, lo cual dió motivo a una primera selección y enumeración de las mejores. No siendo esto suficiente, puesto que para servir de base a un proceso genético los caracteres

fijos son de todo punto indispensables, se procedió a auto-fecundarlas, única manera de obtener los tipos primitivos y seleccionar en los hijos los caracteres más deseables. Por la primera selección se obtuvieron entre otros, los ejemplares A. D. 59 y A. D. 60, y por el segundo procedimiento los U. S. 45-13 y U.S. 45-15, que son las cañas silvestres utilizadas en la Estación de Palmira como bases para los cruzamientos de nobilización.

Los primeros intentos hechos para verificar el cruzamiento de que venimos ocupándonos, los inició el doctor Brandes en 1937, fecha en que transportó en avión plantas enteras desde Washington hasta el Perú, pero en esa vez no obtuvo buen éxito. Los experimentos de 1938 fueron mejor elaborados y en agosto de ese año, el doctor Brandes personalmente trajo a Colombia plantas de *Saccharum Spontaneum* a punto de florecer, para intentar nuevamente este cruce con cañas cultivadas en el país. Al propio tiempo, para mayor seguridad en el éxito, llevó a cabo otro experimento por el cual, polen recogido en Washington de plantas de la misma variedad, fue empacado en recipientes refrigerados, especialmente diseñados y enviados por avión a Colombia.

Como en esta época del año sólo había flores en abundancia de P.O.J. 27-25, hubo de aprovecharse esta circunstancia para efectuar casi todos los cruzamientos con esta variedad. Tanto los cruzamientos hechos con el polen así transportado, como los de las inflorescencias de las plantas traídas, que abrieron normalmente en nuestro medio, fueron coronados por el más completo éxito, siendo muy satisfactorio para nosotros el haber colaborado a realizar en nuestro país los primeros ensayos de fecundación de la caña de azúcar con polen transportado en avión desde un país lejano.

Una parte de las semillas obtenidas se envió por la misma vía a Washington para continuar en experimentación bajo la dirección del doctor Brandes, y las semillas dejadas en Colombia se sembraron entre el 15 y el 17 de octubre de 1938. La germinación ocurrió a los 3 ó 4 días, dando por resultado:

Del cruce P. O. J. 27—25 x U. S. 45—13.....	1.140	Seedlings.
" P. O. J. 27—25 x A. D. 59.....	475	"
" P. O. J. 27—25 x A. D. 60.....	30	"
" Criolla x U. S. 45—13.....	4	"

Todos estos seedlings fueron sembrados en el vivero de la Estación Agrícola de Palmira en los días 28 y 29 de diciembre de 1938, donde se ha continuado su experimentación.



Resultado del primer cruce P. O. J. 27—25 x U. S. 45—13.—Las plantas conservan la rusticidad y macollamiento del progenitor silvestre, pero con hojas y tallos de mejor grueso.

autofecundación total o parcial sin mérito para nuestro propósito.

“Afortunadamente, tan pronto como los seedlings crecieron en tamaño, fue evidente que la progenie en general presentaba un conjunto de formas muy diferente de la progenie que se podría esperar de los padres ecuatoriales autopolinizados.

“Entre el gran número de seedlings, sólo 13 individuos fueron registrados por su apariencia vegetativa, como descendientes de padres tropicales autofecundados. Un gran número de los presuntos híbridos fueron estudiados por examen de

El 11 de enero de 1939 se sembraron 4 cajas más de semilla procedente de otro cruce entre Criolla x U. S. 45-13 que, dieron por resultado 64 nuevos seedlings.

De otro artículo del doctor Brandes titulado “Three generations of sugar cane resisting cold” extractamos los siguientes párrafos:

“Como ocurre en muchos intentos de hibridación de caña de azúcar, había cierta duda sobre si el cruzamiento se hubiera efectivamente realizado. Aunque los padres pistilados (hembras) seleccionados en Colombia eran “machos estériles”, los seedlings resultantes podían fácilmente provenir de una

la inclusión de las células del extremo de la raíz y se encontró que el número de cromosomas de las planticas que se creían provenientes de una autofecundación era idéntico con el de los padres tropicales, pero en todos los demás, y que representaban una abrumadora mayoría, el número de cromosomas era intermedio entre los de los padres, siendo esta una evidencia suficiente de que el difícil cruce se había cumplido.

"Pero una evidencia aún mayor se obtuvo en la noche del 15 de octubre (1939), cuando la temperatura en el campo donde crecen estos seedlings bajó a 29 grados F. por dos horas aproximadamente. A la mañana siguiente, después de un sol fuerte, las hojas de los mismos 13 seedlings sospechosos de padres tropicales autopolinizados, se mostraban marchitas y quemazonadas, contrastando notablemente con los miles de otras planticas que permanecían en el campo aparentemente sin daño. Así no queda duda de que la gran mayoría de los seedlings obtenidos, son híbridos portadores en alguna forma, de la característica de resistencia al frío de la planta silvestre usada como padre".

Los seedlings de esta primera generación obtenidos en Palmira manifestaron igualmente y con toda claridad la influencia de sus padres. Por lo general, todos ellos resultaron con tallos y hojas bastante más gruesos que su progenitor silvestre, pero más delgados que los de la caña tropical. Como es de comprender, cada individuo es diferente a sus hermanos y cada uno se desarrolla adoptando muy variadas formas en crecimiento, color, diámetro de los tallos y aspecto general; lo mismo que con mayor o menor susceptibilidad a enfermedades y plagas. También varía mucho la cantidad de macollas de cada planta y el aspecto de las yemas y hojas.

La nomenclatura utilizada por la Estación Agrícola Experimental de Palmira para designar sus seedlings, se compone de las tres iniciales E. P. C. (Experimental Palmira Colombia), seguidas por el número de la tarjeta histórica de cada planta, y además, las letras F1, F2, F3, etc. para distinguir la generación a que pertenecen.

Entre los 1.700 seedlings F1 (de primera generación) cerca del 20% resultaron más o menos afectados por el Mozaico, y un 2% por otras enfermedades de menor importancia, tales como: Ring-spot, Eye-spot, Helminthosporiosis, etc. To-

dos los seedlings afectados fueron eliminados prontamente en la primera selección.

Dada la temperatura ardiente del trópico y las óptimas condiciones climáticas que ofrece el Valle del Cauca para



Fl-E.P.C. 22-22, un seedling sobresaliente del último cruce P.O.J. 27-25 x U.S. 45-15, verificado en Palmira en agosto de 1939 con polen transportado en avión desde Washington.

la vegetación de la caña de azúcar, todos los seedlings se desarrollaron en forma tan sorprendente, que a principios de agosto de 1939 (8 meses después de sembrados en el campo), empezaron a florecer abundantemente. Aunque la florecencia precoz de la caña debemos considerarla como indeseable, en nuestro caso nos fue de gran utilidad, ya que al cabo de tan corto tiempo, pudimos iniciar en los seedlings seleccionados que iban floreciendo, los cruzamientos respectivos para la segunda generación.

A principios del mes de agosto de 1939, un año después de efectuados los cruzamientos que hemos descrito, y con ocasión de hallarse en Palmira el doctor Sorensen en una de sus visitas periódicas, el doctor Brandes nos envió de Washington, nuevamente por avión, polen de U.S. 45-15, que a su juicio, ha demostrado ciertas características de superioridad sobre la U.S. 45-13 utilizada para la primera generación. Ya sabemos que estas variedades fueron obtenidas por autofecundación de la caña silvestre, siendo por tanto, el legítimo *Saccharum Spontaneum* del Turkeistán.

Con este polen verificamos nuevos cruzamientos sobre flores de la P. O. J. 27-25 en los días 3 a 5 de agosto. Un mes más tarde se recogieron las flores y parte de las semillas obtenidas se envió por avión a Washington. La parte de semillas dejada en Palmira, se sembró el 8 de septiembre. La germinación fue excelente y desde un principio todas las plantitas mostraron gran vigor y precocidad en el crecimiento. Se obtuvieron así más de 1.100 nuevos seedlings F1, que se sembraron en el campo a fines de noviembre de 1939.

SEGUNDA GENERACION, F2

El segundo paso en la nobilización de la caña silvestre, fue dado también en el mes de agosto de 1939. Los híbridos seleccionados de la primera generación, se cruzaron con variedades nobles, incluso con las mismas variedades usadas el año anterior. Esta última forma de cruzamiento, conocida como *cruzamiento hacia atrás* (Backcrossing), es una parte de las series progresivas de procedimientos genéticos, que tiene por

fin obtener eventualmente una variedad con caracteres dominantes manifiestos en menor tiempo.

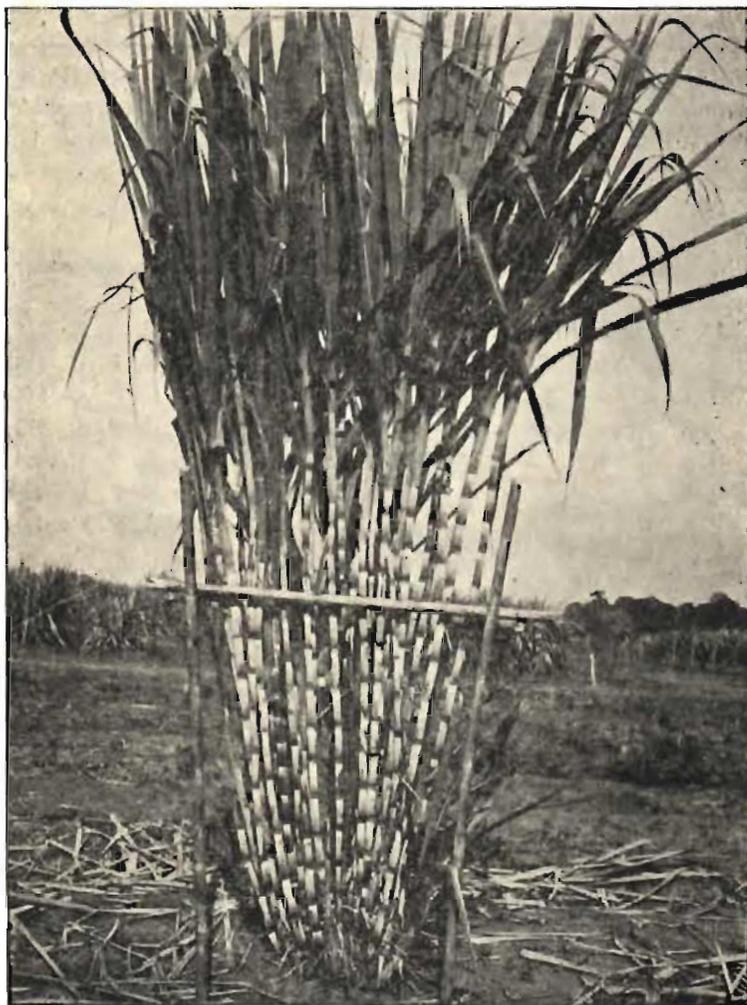
El primer cruce para la obtención de seedlings F2, se hizo el 5 de agosto entre paniculas de P.O.J. 27-25 y el híbrido F1. 79. Luego continuamos sucesivamente verificando cruzamientos de los mejores ejemplares seleccionados y que presentaban aparente inmunidad al Mosaico, con las mejores variedades nobles que en esos días estaban floreciendo. Del mes de agosto al de diciembre realizamos cerca de 90 cruzamientos, de los cuales sólo mencionaremos unos pocos de los mejores, en la forma más reducida posible:

El F1 femenino.	El F1 masculino (backcrossing)
E. P. C. 155 x M. C. 129	P. O. J. 27—25 x F. P. C. 208
E. P. C. 273 x P. O. J. 28—78	P. O. J. 27—25 x E. P. C. 459
E. P. C. 279 x P. O. J. 28—78	P. O. J. 27—25 x E. P. C. 511
E. P. C. 345 x P. O. J. 28—78	P. O. J. 27—25 x F. P. C. 573
E. P. C. 375 x P. O. J. 28—78	P. O. J. 27—25 x E. P. C. 801
E. P. C. 483 x P. O. J. 28—78	P. O. J. 27—25 x E. P. C. 11-09
E. P. C. 698 x P. O. J. 28—78	P. O. J. 27—25 x E. P. C. 11-10

Igual que en la generación anterior, las semillas provenientes de todos los cruces efectuados se repartieron y una parte se envió a Washington; el resto fue sembrado en Palmira. Sólo hemos citado algunos de los cruces cuyas semillas nos dieron óptima germinación, siendo muy satisfactorio para nosotros hacer constar que la germinación obtenida en Washington en las semillas que les enviamos, fue siempre, en todos los casos, igual a la que nosotros obtuvimos en Palmira. El doctor Brandes, en comunicación de fecha 9 de diciembre último nos escribe: "It is noted that germinations results are essentially the same as the results we obtained at Washington".

Debemos advertir que en algunas ocasiones hemos repetido en Palmira las siembras con semillas provenientes de los mismos cruces, pero efectuados en distintas épocas, y siempre hemos obtenido los mismos resultados en la germinación. Este hecho nos demuestra que la técnica usada en los cruzamientos y en la siembra de las semillas ha sido siempre igual, y

que son los caracteres individuales de los F1 en este caso, los que ocasionan el mayor o menor porcentaje de semillas fecundas.



En la fotografía que presentamos del seedling F2-E.P.C. 47-48 procedente del cruce F1-E.P.C. 279 x P.O.J. 28-78, puede apreciarse claramente el notable mejoramiento de la caña silvestre después de dos cruzamientos sucesivos con cañas nobles.



Los seedlings hermanos F2 que hemos fotografiado a los 8 meses después del transplante al campo, tienen la siguiente genealogía:

F2—E. P. C. 47—22	{ F1—E. P. C. 279	{ P. O. J. 27—25
F2—E. P. C. 47—23		

Hasta la fecha en que escribimos la presente, han sido matriculados en el campo casi 5.500 seedlings F2 provenientes de los 90 cruces a que hemos hecho mención. Igual que con los F1 se continúa con todo cuidado la observación y anotaciones individuales, para su futura selección. Ya se va manifestando claramente en estos nuevos seedlings, principalmente en los obtenidos por backcrossing, un alto porcentaje con marcado aspecto de caña industrial, principalmente hojas anchas, tallos más gruesos y largos, pero sobre todo, jugos ricos en sacarosa, por lo que pronto serán una verdadera esperanza para la industria.

En el desarrollo del plan de genética que dejamos descrito en la página 862, se dispone un nuevo cruzamiento de los mejores F2 con cañas nobles, preferentemente con nuestra caña criolla, para obtener una generación F3 más perfecta aún.

Durante la última mitad del presente año, se han ido verificando numerosos cruzamientos conforme al plan establecido. Hay ya muchas cajas germinadoras con semillas provenientes de tales cruces y hasta un poco más de 1.000 seedlings F3 recientemente transplantados a macetas, pero dadas las condiciones actuales de su desarrollo, nos es imposible adelantar comentarios, por lo cual no podemos incluirlos en el presente trabajo.

Finalmente, deberán autofecundarse más tarde los ejemplares F3 que resistan toda selección, para fijar definitivamente sus características y eliminar la posibilidad de mutaciones somáticas inferiores.

CRUZAMIENTOS ENTRE CAÑAS NOBLES O NOBILIZADAS

Un genetista experimentado puede orientar los cruzamientos entre variedades de caña nobles o nobilizadas, en forma de reunir en la progenie todas las buenas cualidades de los padres, y mediante una inteligente selección, obtener nuevas variedades de gran utilidad para la industria, en corto tiempo.

Ya que la nobilización progresiva de la caña silvestre, tal como hemos relatado, es un proceso que requiere mucho tiempo, nos propusimos experimentar algunos cruzamientos entre

las mejores cañas nobles que conocemos en el país, con la esperanza de lograr eventualmente una variedad superior en corto tiempo.



E.P.C. 17-72 a los 13 meses de edad. — Una nueva y muy prometedora variedad de caña obtenida en Palmira por cruzamiento de la P.O.J. 27-25 x M.C. 129. Examínense a simple vista sus características, en un todo conformes a las observaciones relatadas en el cuadro que se encuentra más adelante.

De los varios cruzamientos realizados con este propósito vamos a referirnos a uno principalmente, por ser el que mayor valor ha demostrado por las características sobresalientes de los híbridos que produjo. Se trata del cruce entre P.O.J. 27-25 x M.C. 129, realizado en el mes de octubre de 1938 por iniciativa y bajo la dirección del doctor Sorensen. El 14 de febrero del año siguiente se sembraron en el vivero de la Estación 336 de estos seedlings, los cuales fueron atendidos durante todo su desarrollo con el mayor esmero.

A pesar de lo que hemos dicho, sólo 34 resistieron las dos primeras selecciones por ser los que a nuestro juicio reunían mejores características. Pero falta aún la tercera y última selección, en la cual seguramente se descartarán muchos otros, y sólo quedarán los que puedan propagarse con mayores probabilidades de éxito, tanto para la producción de panes, mieles y azúcar, como para la alimentación de animales.

En el cuadro que insertamos, presentamos las observaciones anotadas en la tarjeta histórica de unos 20 de ellos hasta sus 13 meses de edad (a contar de la fecha de su trasplante al campo), y de los cuales sobresalen los E.P.C. 16-88; 18-11, y principalmente el E.P.C. 17-72, del cual presentamos una fotografía en la página anterior.

TERCERA PARTE

TECNICA DEL PROCEDIMIENTO

EL SEXO DE LAS FLORES Y LA FERTILIDAD DEL POLEN

La obtención o creación de nuevas variedades de caña, no es materia difícil y cualquier persona conocedora de los procedimientos comunes de propagación de plantas puede efectuarla, pero obtenerlas de manera que estén ajustadas a condiciones especiales y con características definidas, mediante una determinada combinación entre variedades especiales ya conocidas, es uno de los procesos más difíciles y complicados

por los innumerables detalles que deben tenerse en cuenta, y que requiere muchos años de continua y paciente labor, como vamos a verlo.

Las flores de la caña son hermafroditas, esto es, poseen al propio tiempo órganos masculinos, o estambres provistos de anteras productoras de polen, y órganos femeninos o estigmas; sin embargo, muchas veces el polen de una flor es infértil, al menos en su propio pistilo, y entonces esa flor sólo puede ser usada como madre. En consecuencia, la primera cosa por hacer en los trabajos de cruzamiento de caña es la determinación de la fertilidad de los granos de polen de las diversas variedades o híbridos para escoger las que serán utilizadas como masculinas y femeninas.

En 1894 (refieren Morris y Stockdale), Wakker descubrió que las flores de la caña Cheribon no producían granos de polen fértiles, aunque tenían los órganos femeninos normales; y Kobus sembró Cheribon al lado de otra variedad poseedora de polen fértil, consiguiendo obtener por cruzamiento semillas fértiles de la Cheribon. Desde entonces, todos los procesos se basan en la variación de la fertilidad del polen, empleándose como plantas madres aquellas de baja fertilidad o de esterilidad absoluta.

Una persona experta es capaz de conocer a simple vista con bastante exactitud, las flores que poseen polen fértil y decidir la forma de proceder según el caso. Se considera una flor como femenina cuando posee anteras delgadas, de aspecto marchito, color amarillo pálido y que no alcanzan a abrirse por sí solas (indehiscentes). En cambio puede usarse una flor por su carácter masculino, cuando presenta anteras turgentes, de color amarillo oscuro y que se abren espontáneamente en forma de x , con todo lo cual revelan su contenido de polen fértil.

Usase también el procedimiento del Yodo, o *método de Java*, basado en la observación de que los granos de polen fértiles poseen almidón, el cual no existe en los infértiles. En examen a microscopio se observa una porción de antera, después de aplastarla previamente sobre la placa hasta hacerla brotar alguna cantidad de polen, y en seguida se trata con unas gotas de solución de yodo de la siguiente composición:

Yodo metálico	1 gramo.
Yoduro de potasio	1 "
Agua destilada	100 "

Los granos fértiles no sólo se observan coloreados de azul violeta intenso, característico de la reacción almidón-yodo, sino que poseen una conformación redondeada bien regular, en contraste con los infértiles que tienen un aspecto de marchitez, sin forma definida y no se colorean de azul, sino que toman el color del reactivo.

Por el examen que hicimos en varios días en inflorescencias de diversas edades y en cada una de las variedades que se eligieron para los diversos cruzamientos, pudimos constatar que tanto la caña Criolla como la P.O.J. 27-25 y la Rayada, sólo se podían emplear como plantas femeninas. En cambio las M.C. 129, S.C. 12 (4) y P.O.J. 28-78, que producen polen fértil, pueden utilizarse perfectamente como padres.

A todos los seedlings F1 de selección producidos en Palmira, y luego a todos los F2, se les determinó la fertilidad del polen para deducir la forma como serían cruzados para las generaciones sucesivas. En la lista que detallamos en la página 872 hemos seguido la convención internacional, de poner en primer término la planta usada como femenina, y luego la que se usó como masculina.

Tanto el procedimiento de examen a simple vista como el método de Java, aunque indican la fertilidad, no dan indicación sobre la vitalidad del polen, no pudiéndose por tanto determinar el periodo de tiempo en que un grano de polen se mantiene activo. Sin embargo, algunos experimentos han demostrado que es posible conservar polen en plena vitalidad por espacio de unos 5 a 6 días en recipientes especiales refrigerados, como tuvimos ocasión de comprobarlo en Palmira, con el polen que recibimos por avión desde Washington.

SISTEMAS DE CRUZAMIENTO

Son mundialmente conocidos los siguientes métodos de cruzamiento preconizados por Java:

- 1º-Cruzamiento libre.
- 2º-Cruzamiento protegido.
- 3º-Cruzamiento vivo, y
- 4º-Cruzamiento artificial.

Nosotros empleamos en Palmira con bastante frecuencia, el primero y el cuarto, que consisten en lo siguiente:

1).—*Cruzamiento libre*. Se escoge con gran esmero la flor que ha de ser usada como femenina, de manera que apenas tenga abierta la mitad superior, presentando algunos estigmas visibles. Al mismo tiempo se seleccionan una o varias flores de las que se van a usar como masculinas y que ante todo deben ser bien conformadas, con sus tres cuartas partes abiertas y numerosas anteras visibles prontas a abrir. Debemos advertir que de la buena selección de las flores depende generalmente el éxito de la operación.

Las flores masculinas se cortan con su tallo y se colocan un poco más altas que la femenina, rodeándola en la dirección de los vientos dominantes para facilitar la fecundación. De esta manera la apertura de las flores de la inflorescencia femenina, se opera en un ambiente cargado de granos de polen de la variedad masculina.

Por la mañana es cuando se obtiene el máximo de caída de polen, que es prácticamente nulo por la tarde. Por esta razón, las flores masculinas deben ser recogidas a las 4 o 5 de la tarde y arregladas en la planta femenina de esa hora en adelante, para que al día siguiente el máximo de caída de polen en la mañana, facilite una óptima fecundación.

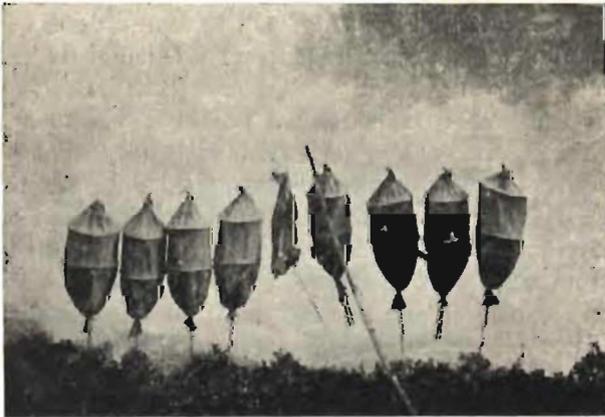
Para conservar en su vitalidad por el mayor tiempo posible las flores masculinas, Verret de Hawaii recomienda sumergir la base del tallo en una solución reciente de gas sulfuroso al 2 por mil. Pero como esta solución en breve tiempo se transforma parcialmente en ácido sulfúrico, nosotros utilizamos en cambio, con magnífico resultado y por indicación del doctor Sorensen, solución al uno por mil de ácido fórmico al 90% de pureza, con lo cual logramos conservar las flores masculinas hasta por 6 días en perfecto estado. Esta solución se debe ir renovando cada 24 horas con el mayor cuidado. Todos los cruzamientos verificados en Palmira con seedlings F1 y F2



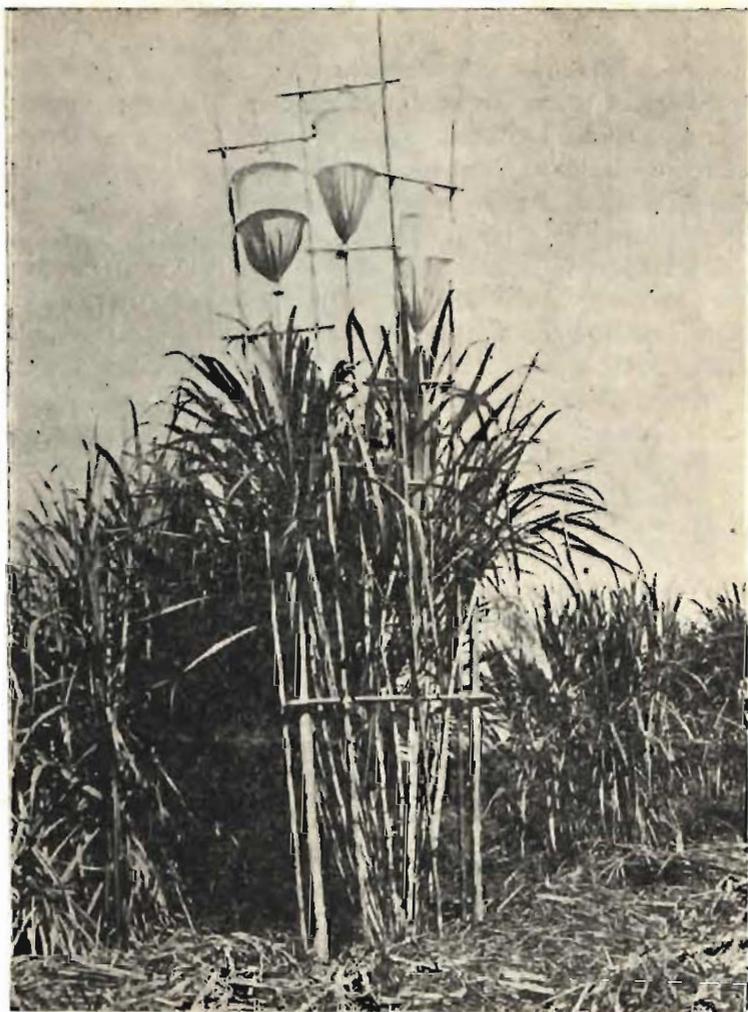
La base de la inflorescencia masculina alcanza a verse sumergida en una vasija con solución débil de ácido fórmico para conservar por mayor tiempo la flor.

para obtener la tercera generación, fueron hechos por este método.

Al cabo de unos 6 días, tanto las flores masculinas como las femeninas, han acabado de abrir todas las anteras y estigmas y por tanto, la fecundación ha terminado. Entonces se retiran las flores masculinas y se cubre la femenina con un farol de tela de tejido basto, que permita una completa aireación pero que proteja las semillas contra el arrastre del viento. Una simple armazón hecha de cañas o bambú, compuesta por dos varas verticales a ambos lados de la flor con dos o tres travesaños



Inflorescencias acabando de secarse dentro de sus faroles.



Armazón de cañas y disposición de los faroles de tela para proteger las semillas contra el arrastre del viento.

a conveniente altura, sirve para sostener rígidas y unidas las inflorescencias y facilita a la vez la suspensión del farol, impidiendo que el viento las mueva. A los 40 días más o menos, contados desde la fecha del cruce, y cuando comienza a secarse la punta de la inflorescencia, se corta la flor de su tallo y

se deja secar por dos o tres días más al sol, dentro de su propio farol. En este estado las espiguillas de la inflorescencia son muy quebradizas, y basta golpear en el asta principal para que los frutos o semillas se desgajen; luego a mano se completa la operación. Las semillas son muy pequeñas y no se desprenden de las flores con facilidad, razón por la cual, el material para sembrar es la propia flor.

2).—Cuando existe la posibilidad de fecundaciones extrañas por la presencia de otras inflorescencias de diversas variedades en las cercanías, se emplea el *Cruzamiento protegido*. Se procede de la misma manera como en el caso anterior, pero las inflorescencias cruzadas se protegen con el farol de tela desde el principio de la operación. Este método presenta una garantía casi absoluta de ausencia de polen extraño.

3). — El método del *Cruzamiento vivo* consiste en sembrar las dos variedades que van a ser cruzadas en líneas alternas, y aproximar las flores cuando estén abriendo para verificar el cruce. Naturalmente, es preciso conocer el valor de ellas para la producción de polen fértil como también es preciso que florezcan en la misma época. Debido a los inconvenientes que presenta, ha caído en desuso, y hoy día es el menos empleado de todos.

4).—El *cruzamiento artificial* consiste en recoger el polen de flores maduras por la mañana, estrujando y sacudiendo la inflorescencia sobre una hoja de papel oscuro para desprender los granos.

El polen así recogido, se esparce cuidadosamente en los estigmas de la flor femenina por medio de un pincel de hebra fina (pelo de camello) o por medio de un pulverizador pequeño. En este procedimiento la polinización debe realizarse también en las primeras horas de la mañana, protegiendo inmediatamente con el farol de tela la inflorescencia cruzada.

Este fue el método que empleamos en Palmira con excelentes resultados en 1938 y 1939 para obtener los seedlings F1, cuando se verificaron los cruzamientos iniciales entre la P.O.J. 27-25 con polen de las variedades U.S. 45-13 y U.S. 45-15 enviado por avión desde Washington, que hemos



Polinización de los estigmas en una inflorescencia femenina por el cuarto método o cruzamiento artificial.—Nótese que la flor aún no está completamente abierta.

descrito anteriormente.

SIEMBRA DE LAS SEMILLAS

En Palmira se han empleado dos sistemas para sembrar las semillas, a saber: En cajas de madera a semejanza de Java y muchos otros países, y en canteros o eras como en el Brasil.

Para el primer sistema fabricamos varias cajas de madera de 0.70 m. de largo por 0.50 de ancho y 0.15 de profundidad. Estas cajas se prepararon con unos 8 días de anterioridad a la siembra, con una capa de 5 cts. de cascajo y arena gruesa en el fondo, y se acabaron de llenar hasta el borde con una mezcla

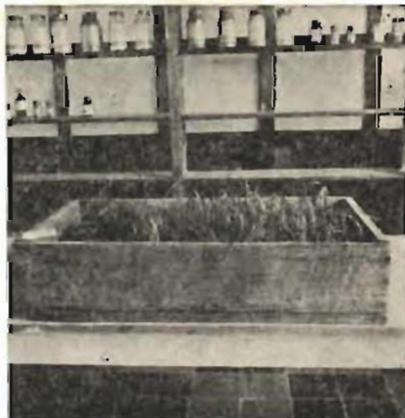
a partes iguales de buena tierra de jardín y arena fina cernidas.

Es aconsejable regar las cajas con agua caliente para destruir todas las semillas de malezas presentes y al propio tiempo esterilizar la tierra para prevenir el desarrollo del hongo que produce la "candelilla" (*Pythium* sp.). Cuando esto no es posible, basta con mantener húmedos los cajones por unos 3 o 4 días hasta que las semillas extrañas germinen y entonces se destruyen con toda facilidad. Al momento de efectuar la siembra se escarda bien la superficie y se emparea y nivela para evitar encharcamientos y arrastre de las semillas a las partes bajas al hacer el riego.

Así preparadas las cajas, se extienden las semillas finamente por toda la superficie lo más uniformemente posible; debe evitarse todo amontonamiento. En seguida se cubren con

una capa delgada de tierra arenosa fina y por último, se comprime levemente toda la superficie con una tabla para poner en mejor contacto las semillas con la tierra.

Inmediatamente después se riegan, debiendo usarse una regadera fina para que los chorritos no arrastren la semilla ni la descubran, y se tapa la caja con un paño o lienzo. Para cada caja puede confeccionarse un marco en el cual se temple y clava el lienzo. Estos marcos se superponen a la caja exactamente.



Dos cajas semilleros de magnífica germinación. Nótese en la esquina izquierda la etiqueta en que se indica el cruce de que provienen las semillas y la fecha de siembra.

La tapa tiene por objeto impedir que el viento arrastre las semillas y al propio tiempo, conservar mejor la humedad y conseguir un ambiente cálido favorable a la germinación. En otros países se acostumbra cubrir las cajas con vidrio; nosotros usamos también con buen resultado un anejo vidriado (vitrex).

El semillero debe regarse casi todos los días, según la humedad existente, hasta que las semillas germinen, lo que ocurre en Palmira entre los 3 y los 5 días máximo. Siendo que la sombra es perjudicial para el mejor vigor de las plantitas en los primeros días de la germinación, es indispensable, desde el primer día, levantar un poco la cubierta en las horas



Los marcos con lienzo que cubren las cajas-semilleros están ligeramente levantados para permitir la entrada de luz y aire.

de la mañana para que penetre luz y sol al interior de las cajas. En los días siguientes se aumenta progresivamente la exposición al sol hasta la época del trasplante, cuando deben estar ya en plena exposición solar.

Pretendimos hacer la siembra en canteros o eras grandes. Para ello empleamos varios canteros de la sección de frutales, de 3 mts. de largo por 1 de ancho, los cuales se prepararon cuidadosamente con cascajo y tierra arenosa; en toda la operación se procedió de manera similar a como se hizo con las cajas. Desgraciadamente estos canteros estaban situados en un lugar muy sombreado, y sólo recibían sol por breves momentos en la mañana. Como el porcentaje de germinación que obtuvimos fue muy bajo, aparte de que las plantitas eran fácilmente atacadas por el hongo, desistimos de este método y continuamos con la siembra en cajas.

Estudiando la vitalidad de las semillas de distintas variedades de caña, Barber pudo concluir que algunas semillas eran capaces de germinar hasta 7 meses después de ser cogidas, pero que las semillas de cañas tropicales comenzaban a perder el poder germinativo al tercer mes. Verret realizó una serie de experiencias sobre la conservación de las semillas, controlando los factores humedad, temperatura y suministro de oxí-

geno, y demostró que la semilla de caña puede ser preservada en cloruro de calcio y dióxido de carbono a 0 grados C. de temperatura, por un periodo de nueve meses, pero notó también en todos los tratamientos que experimentó, que la fertilidad decrece del tercer mes en adelante.

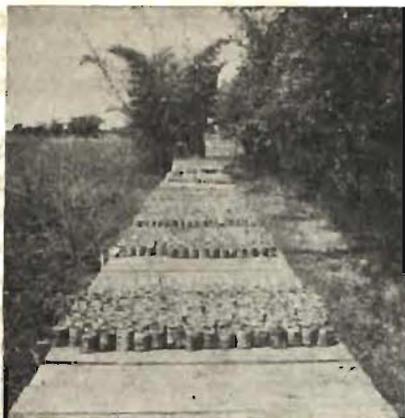
TRANSPLANTE A MACETAS

Después de la germinación, las planticas al principio son muy delicadas, crecen lentamente y su manipulación y transplante se dificulta; es preferible dejarlas en las cajas-semilleros por espacio de unas 5 semanas, y cuando alcancen unos 6 cts. de altura se pueden transplantar con mayor facilidad y menos pérdidas, aunque generalmente esta operación se hace teniendo más en cuenta el desarrollo que han adquirido las planticas, que el tiempo transcurrido desde su siembra. Es preferible transplantarlas aún pequeñas para evitar que un desarrollo radicular excesivo dificulte la operación.

En esta ocasión cada plantica es sembrada separadamente en un tiesto o maceta, previamente preparado con la mezcla de arena y buena tierra de jardín. Las estaciones experimentales del exterior emplean macetas de barro cocido o de cartón; nosotros confeccionamos en Palmira para el mismo objeto unas macetas rústicas, hechas con "guasca" de plátano, de unos 10 cts. de diámetro, por 15 cts. de profundidad. Aparte de resultarnos muy económicas nos dieron igual resultado que las de barro y cartón.

El transplantador más cómodo y eficaz es una simple cuchara, con la cual se arrancan cuidadosamente las maticas procurando que salgan con un poco de tierra adherida a las raíces (piloncito), pues así prenden en la maceta con más facilidad. Es preferible ejecutar siempre esta operación en las horas de la tarde, para que el calor del día no las marchite, y todas deben regarse inmediatamente después de transplantadas.

En Palmira conservamos siempre las mudas a media sombra durante los 6 a 8 primeros días, luego se iba aumentando progresivamente su exposición a la luz y dos semanas más tarde se mantenían a pleno sol, en una mesa grande rústica, construida a propósito y que puede observarse completa en la foto.

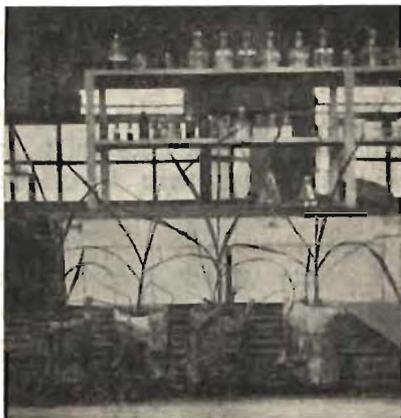


Grupos de planticas de caña en sus macetas rústicas a pleno sol, separadas de acuerdo con los cruzamientos que las originaron.

de *Diatraea* y algunas larvas masticadoras de las hojas, pero fueron controladas oportunamente con aplicaciones de arseniato de calcio y cal cernida al 12%.

EL VIVERO

En las macetas de plátano las planticas recién trasplantadas crecen muy lentamente, poseen un solo tallito y dos o tres hojitas; fácilmente se confunden con cualquier hierba, de la cual sólo el ojo del experto puede diferenciarlas, pero al cabo de algunos días el tallito comienza a engrosar, nuevos tallos brotan en la base del primero que va caracterizándose más y más; aumentan las ho-



Cuatro maticas en estado de ser trasplantadas al vivero.

jas y las raíces se quieren salir de la maceta. Esto ocurre generalmente al cabo de unos 30 ó 40 días después de verificado el trasplante y cuando las plantitas tienen unos 15 a 20 cts. de altura. Entonces se pueden sembrar definitivamente en el campo.

Sobra ponderar la preparación esmerada que debe recibir el predio donde ha de efectuarse la siembra. Muchos errores pueden cometerse si no se tiene el cuidado necesario en escoger el suelo para el vivero, pues algunos seedlings frecuentemente pueden desenvolverse bien en terrenos fértiles y fracasar completamente en suelos comunes. En los suelos porosos, muchos seedlings formarán su sistema radicular considerablemente fuerte, cuando en realidad no es el suyo. En fin, como necesitamos variedades que se comporten bien en diversos tipos de suelos no se debería seleccionar ningún seedling en un tipo de terreno distinto del común. Es preciso por consiguiente escoger una tierra de fertilidad media, que no sea ni suelta ni pesada, de tipo el más generalizado posible para la región a donde se destinan las nuevas variedades.

Nosotros hicimos nuestro vivero con disposición enteramente diferente a como es acostumbrado en otros países, que siembran las plantitas en hileras simples de 100 matas. Dispusimos nuestras mudas en pequeñas plazas, formadas por diez hileras al frente con 10 matas cada una, es decir, en cuadros de 100 matas. Los surcos se trazaron a 2 m. uno de otro y la misma distancia se dió entre planta y planta. Cada plaza se rotuló con las cifras de la numeración correspondiente a los seedlings en ella sembrados.

Juzgamos acertado modificar tal disposición en vista de las condiciones especiales del terreno y la necesidad de acomodarnos a un sistema de irrigación adecuado. Preferimos verificar la siembra a un lado del surco (costilla) y utilizar este para el riego.

La distancia adoptada, aunque en un principio nos pareció algo exagerada, luego comprobamos que era la mejor por la facilidad que ofrece desde un principio, para estudiar los hábitos de macolla y de crecimiento de la planta joven; detalle importante y que sirve de base a la primera selección en el campo. Está por demás indicar que tanto en el momento del trasplante a las macetas, como en el traslado de éstas al cam-



Vista parcial del vivero.

A la izquierda de las hileras alcanzan a notarse los surcos para el riego.

po, se desechan todas aquellas maticas que muestren indicios de debilidad, ya que es inoficioso retener para su estudio y selección, plantas de escaso vigor y de caracteres pobres de macolla.

Muy pocos seedlings murieron en el vivero, y su destrucción fue ocasionada por los ataques del miriápodo *Orthomorpha Coarctata*, Sauss. que roe las raíces y los tallos a las plantas, muy abundante en los terrenos de la Estación, o por los *Gryllothalpa* sp.

SELECCION

Como sabemos, las variedades de caña de azúcar que existen hoy en el mundo son de constitución genética muy heterocigota, debido entre otras causas, a la gran variabilidad numérica de cromosomas; de ahí el número elevado de variaciones que se observa en los caracteres, no sólo cuando se cruzan variedades, sino también en los progenies de individuos autofecundados. Debido a esto, la selección de los seedlings constituye sin duda, una de las partes más importantes en el proceso de obtener nuevas variedades, a fin de conservar en ellas sólo los ejemplares que reúnan el mayor número posible de caracteres deseables.

Dos consideraciones primordiales es necesario hacer:

1ª.—Cuál es el mejor periodo de crecimiento para hacer la selección, y

2ª.—Qué bases serán establecidas.

Nosotros seguimos siempre con escrupulosidad el plan establecido previamente para la Sección Genética de Caña, y que dejamos mencionado atrás, el cual está basado en el pro-

grama regular de trabajos adoptado en Java, con algunas modificaciones impuestas por nuestras condiciones especiales de climas, suelos, sistemas de cultivo y exigencias de nuestra industria.

Este plan de selección comprende tres períodos, a saber:

Primera selección, o *Selección Vegetativa*, que se ejecuta el primer año.

Segunda selección, o *Selección Morfológica*, el segundo año; y

Tercera selección, o *Selección Industrial*, del tercer año en adelante.

La primera selección se practica desde la primera edad y se continúa hasta que los seedlings alcanzan su completa formación. Para la segunda y tercera selecciones es preciso mantener los seedlings en observación en todos los períodos de su desarrollo.

Detallamos a continuación nuestro protocolo de bases para la selección, fundadas en todos los caracteres deseables exigidos por nuestras industrias: azucarera, panelera y mielera.

1^a—SELECCION VEGETATIVA.

Aspecto general.

Hábito de crecimiento.

Macollamiento.

Sanidad.

2^a—SELECCION MORFOLOGICA

Además de los puntos anteriores, se consideran:

Caracteres Generales:

Caracteres del tallo:

Precocidad.

Número de tallos.

Rusticidad.

Color.

Germineabilidad.

Cerosidad.

Exigencia de terrenos.

Dirección.

Plagas y enfermedades.

Brotación aérea.

Diámetro.

Caracteres del Follaje:

Peso de 1 metro.

Forma.

Sistema radicular:

Dirección.

Desarrollo.

Tendencia a desprenderse.

Resistencia al vuelco.

Pelusa.

3ª—SELECCION INDUSTRIAL

Además de todos los puntos anteriores, se consideran:

Análisis:

Brix.

Polarización.

Pureza.

Fibra.

Campo:

Florecimiento.

Longevidad de las socas.

Resistencia después de la ma-
duración.

Exigencia de regadío

Tonelaje por hectárea.

Fábrica:

Resistencia al deterioro después
del corte.

Dureza de la molienda.

Fácil clarificación de los jugos.

Resistencia a la inversión de las
mieles.

Calidad del producto.

Rendimiento por unidad de su-
perficie.

De las características anteriormente enunciadas, muchas de ellas se consideran decisivas en la selección, tales como: aspecto, macollamiento, sanidad, análisis, longevidad de las socas, rendimiento, etc. Las demás servirán simplemente como auxiliares. El análisis químico con mucha frecuencia se practica desde la segunda selección, y su importancia resalta si consideramos que del contenido de sucrosa depende en gran parte el rendimiento de la caña y de su pureza la calidad del artículo producido, principalmente panela y miel. Por tanto, es inoficioso retener para la tercera selección, plantas que desde un principio muestren un análisis poco satisfactorio.

Todas las observaciones correspondientes a cada seedling durante las diversas selecciones, se van anotando por separado lo más detalladamente posible, en la tarjeta histórica de cada nueva variedad para establecer la base de selección.

Inútil es decir que todo seedling que durante el proceso de selección presente síntomas de Mosaico o de cualquiera otra enfermedad, será inmediatamente eliminado, así como todos aquellos cuyas características no les son favorables para la industria, o para nuevos cruzamientos. En el proceso de nobilización que dejamos descrito, es imposible pretender que desde el primero y segundo cruzamientos puedan obtenerse variedades cuyas características industriales sean satisfactorias, lo que sólo podrá esperarse de la tercera generación en ade-

lante. Para estos seedlings la primera selección se aplica con todo rigor, pero en la segunda se toleran muchos caracteres inferiores que se desean mejorar en los cruzamientos sucesivos.

Los mejores ejemplares obtenidos, y principalmente todos los que han sido utilizados en nuevos cruzamientos, se propagan vegetativamente para conservarlos como ascendientes de los futuros híbridos.



En primer término se observan numerosos seedlings eliminados en una selección, y al fondo los pocos que la resistieron, empezando a florecer.

Cualquier nueva variedad E. P. C. que después de resistir todas las pruebas de selección, siga manifestándose como una variedad perfecta, al ser trasladada a otros climas y a terrenos diferentes a aquellos en donde ha sido seleccionada, puede, como es natural, que se comporte de muy distinta manera. Puesto que todas estas variedades están destinadas a servir a la industria de la caña del país en general, se hace imprescindible su comprobación en diferen-

tes regiones, antes de distribuir las entre los agricultores

Con esta finalidad, el gobierno nacional ha establecido en otros departamentos varias Sub-estaciones dependientes de la Estación Central, a donde serán llevadas las nuevas variedades para su comprobación. Toda nueva variedad, será sometida en cada sub-estación a una nueva y rigurosa observación para poder determinar con certeza los climas y terrenos más convenientes a cada variedad.

CONCLUSION

En las diversas Estaciones Experimentales que trabajan para crear variedades superiores a las actuales, millares de

seedlings son producidos anualmente, y de éstos, pocos (a veces ninguno) resisten las diversas pruebas de selección. Para tener idea del número elevado de seedlings que son producidos y del número tan diminuto que resiste la selección, citaremos de entre numerosos ejemplos, el siguiente, extraído de un trabajo de Kuntz:

"En 1925, se produjeron en la Estación Experimental Insular, Río Piedras, P. Rico, 260.000 seedlings de caña que después de las pruebas selectivas quedaron reducidos sucesivamente a 32.000, 12.500, 80 y finalmente apenas 3 resistieron la última selección".

De todo lo que dejamos expuesto se desprende, que el estudio de un seedling a conciencia para poder darlo al público con el debido conocimiento de sus costumbres y de su valor, es trabajo penoso de muchos años, y que con frecuencia requiere gastos que a veces no se justifican luego. Se puede decir que el proceso de hibridación que hemos emprendido, es definitivamente prometedor, suficiente para justificar el esfuerzo realizado, pero creemos que aún falta mucho por hacer.

B I B L I O G R A F I A

Además de las obras y artículos mencionados en el texto, hemos consultado a los siguientes autores:

A. ROMERO MANRIQUE.—Informe de la Campaña de Caña presentado al Director del Depto. de Agricultura.—Mayo, 1939.

E. W. BRANDES.—Sugarcane: Its origin and Improvement.—Yearbook of Agriculture.—1936.

F. S. EARLE.—Sugar Cane and its culture.—New York, 1928.

FACULTAD NACIONAL DE AGRONOMIA. Medellín.—Conferencias sobre Caña de Azúcar.—Mimeógrafo de 1935.

G. RAMOS N. y J. ECHEVERRI G.—Informe de la Sección Genética de Caña al Director de la Estación.—Julio, 1940.

J. M. AGUIRRE JUNIOR.—Novas variedades de canna no Estado de S. Paulo.—Boletim tecnico N°. 34 do Instituto Agrorômico do Estado em Campinas.—1936.

NOEL DEERR.—Cane Sugar, Second edition.—London. 1921.