

EFECTOS DE LA ARADURA DEL SUB-SUELO Y  
ABONAMIENTO SOBRE LA PRODUCCION DE LA CAÑA DE AZUCAR

-- TESIS --

ESCUELA NACIONAL  
DE AGRICULTURA  
Y GANADERIA.-

POR

NICOLÁS NAVAS N.

MANAGUA D. N.  
1964

**EFFECTOS DE LA ARADURA DEL SUB-SUELO Y**  
**ABONAMIENTO SOBRE LA PRODUCCION DE LA**  
**CAÑA DE AZUCAR**

Por

NICOLAS NAVAS NAVAS

Tesis

Presentada a la consideración del Honorable  
Tribunal Examinador, como requisito parcial  
para obtener el Título de :

INGENIERO AGRONOMO

Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería

Managua, D. R., Nicaragua C. A.,

1964

**EFFECTOS DE LA ARADURA DEL SUB-SUELO Y**  
**ABONAMIENTO SOBRE LA PRODUCCION DE LA**  
**CAÑA DE AZUCAR**

**Por**

**NICOLAS NAVAS NAVAS**

**Tesis**

**Presentada a la consideración del Honorable  
Tribunal Examinador, como requisito parcial  
para obtener el Título de :**

**INGENIERO AGRONOMO**

**Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería  
Managua, D. N., Nicaragua C. A.,**

**Aprobado: \_\_\_\_\_**

**Fecha: \_\_\_\_\_**

## A G R A D E C I M I E N T O

Por este medio agradece el autor a todas aquellas personas que en una u otra forma colaboraron en la ejecución de esta tesis; y en especial a los señores : Ingeniero Angel Salazar; Ingeniero Carlos R. Pinado; Ingeniero Dionisio Cuadro K., Mr. H. D. Söpper; Don Edgard Vargas G., y Don Orlando Jarquin quienes con sus sabios consejos, sano estímulo y desinteresada ayuda hicieron posible la consecución de este estudio.

## DEDICATORIA

|                           |                                                                                                                                |   |                                                        |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------|
| A mis abuelitas           | : Paula<br>Lucila                                                                                                              | } | Con todo mi cariño                                     |
| A mis padres              | : Nicolás Wenceslao<br>Bertita                                                                                                 | { | Por todos sus desvelos, sacrificios e inagotable amor. |
| A mi esposa               | : Thelma                                                                                                                       | ( | Con mi amor                                            |
| A mis hijos               | : Bertita Marta<br>Nicolás Wenceslao<br>Ivonne d'Paula<br>Marco Antonio                                                        | { | Porque ellos son principio y fin de mi existencia      |
| A mis hermanos            | : Erick Donald<br>Denis Francisco<br>Eddy José<br>Iván de Jesús<br>Silvio José<br>Fanny darto<br>Walter William<br>Edgard José | } | A todos ellos este esfuerzo.                           |
| A mis primos              | : Elmo Luesada<br>Leonel Navas                                                                                                 | { | Con mi afecto                                          |
| A mis parientes y amigos. |                                                                                                                                |   |                                                        |

## INTRODUCCION

Por lo general, las condiciones físicas y químicas de un suelo sembrado con caña de azúcar, influyen de una manera decisiva en los rendimientos, tanto en el tonelaje de caña producido por manzana, como en las libras de azúcar por tonelada y quintales de azúcar producidos por manzana.

Hasta que punto cada uno de los factores condicionantes del suelo son efectivos para obtener rendimientos favorables? No se sabe. La literatura consultada al respecto cubre una gama de ideas diversas y a veces discrepantes. Sin embargo, generalmente se acepta que, cuando a un suelo se le hace una buena preparación, hay mayor aireación y drenaje y se influye decisivamente en el área de dispersión y aprovechamiento de los elementos del suelo por parte de las raíces. Consecuentemente, las raíces de las plantas pueden explotar un mayor volumen de suelo en su búsqueda por humedad y nutrientes.

Los terrenos que tienen un subsuelo fértil o moderadamente fértil, cuando son sembrados con plantas de raíces profundas -en el caso nuestro la caña de azúcar-, contribuyen con nutrientes para el mejor desarrollo de la planta. Sin embargo, los subsuelos de la mayoría de los terrenos son generalmente infértiles y los nutrientes que

las plantas necesitan son suplidos en el suelo a niveles en que solo las raíces superiores de la planta pueden utilizarlos debidamente.

La aradura del subsuelo en los terrenos del Ingenio San Antonio o en cualesquier otra área donde se siembra la caña de azúcar en Nicaragua, no es una práctica agronómica general, pero en lugares donde la caña se riega en la época de sequía, podría ser recomendable, ya que la infiltración de agua hasta el subsuelo influiría en la fácil dispersión y aprovechamiento de los nutrientes unidos a las partículas del subsuelo.

El presente trabajo reporta los resultados obtenidos en un ensayo de aradura de sub-suelo con abonamiento del suelo, del subsuelo y de ambos a la vez, además de otras comparaciones, realizado en un terreno franco-arenoso del Ingenio San Antonio.

**HISTORIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.** Desde épocas muy remotas se conoce de la existencia de la caña de azúcar. La Sagrada Biblia lo menciona en boca de sus profetas Isaías (20) y Jeremías (22), dándole el nombre de "Caña Aromática", en el año 800 A.C.

Se tiene conocimiento que por el año 500 A. C. (2), el azúcar era uno de los productos que desde el Oriente se remitían a Europa. Agete y Piñero (1), Barnes (2), Müller (29), Lozano (24) y otros (4), sostienen que la caña de azúcar tuvo su origen en las islas del Pacífico, desde estas islas se difundió al Asia, donde fué cultivada en la India y el Sur de China. En China fué introducido por el año 250 A. C., y en Europa en el año 327 A. C. después de las campañas de Alejandro el Grande; luego fué llevada a Persia, de donde fué difundida por los árabes a Egipto, Marruecos, España y Sicilia. A España llegó en el año 714 después de Cristo.

En el año 1493 fué introducida en Santo Domingo a través de los viajes de Cristóbal Colón, y en el año 1520 fué llevada a México de donde probablemente pasó a Centro América.

**TAXONOMIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR.** Según Agete y Piñero (1), Müller (29) y Cendrero (7), la clasificación botánica de la caña de azúcar es la siguiente:

|       |             |
|-------|-------------|
| Reino | Vegetal     |
| Tipo  | Fanerógamas |

|           |                                              |
|-----------|----------------------------------------------|
| Subtipo   | Angiospermas                                 |
| Clase     | Monocotiledóneas                             |
| Subclase  | Apétales                                     |
| Orden     | Glumales                                     |
| Familia   | Graminaceas                                  |
| Grupo     | Andropogóneas                                |
| Genero    | Sacharum                                     |
| Especies: | <u>Sacharum officinarum</u> , Lin. Cultivada |
|           | <u>Sacharum sinense</u> , Roxb. Jeswiet "    |
|           | <u>Sacharum barberi</u> , Jeswiet "          |
|           | <u>Sacharum spontaneum</u> , Silvestre       |
|           | <u>Sacharum robustum</u> , "                 |

En el grupo andropogíneas se han reportado treinta géneros y 422 especies (28), cuyo origen nativo es el Sur este del Asia tropical, y las variedades que actualmente se cultivan provienen de las especies officinarum, sinense, barberi y spontaneum, y de sus intercruces.

MORFOLOGIA DE LA CAÑA DE AZÚCAR. Sin pasar a describir detalladamente cada una de las partes que componen la caña de azúcar, podemos decir de acuerdo con Bernes (2), Dillewijn, (11) y Küller (29), que la caña de azúcar es una graminácea en la cual el tallo se encuentra compuesto de una serie de nudos y entrenudos sucesivamente alternados, encontrándose una yema en cada nudo que cambia de

posición con respecto a la yema anterior. De la parte baja del nudo sale la yagua o vaina, la cual rodea completamente el tallo a lo largo de unas doce pulgadas hacia arriba; esta tiene la forma de un cilindro, encontrándose la yema dentro de la yagua, del lado contrario a la abertura de la yagua, la cual se encuentra unida por un borde circular al nudo. Arriba de este borde se encuentra en el nudo una banda conteniendo las raíces.

A partir de donde termina, la yagua se prolonga en lo que llamamos la hoja, que mide más o menos un metro de largo y es más angosta en la mitad que corresponde a la punta, teniendo los bordes aserrados. El ancho de la hoja varía según la variedad.

El órgano floral es un panfuculo abarbo, cuya forma varía según el largo del axilar principal y su grado de ramificación es propio de cada especie y aún de algunas variedades. De acuerdo con algunos autores (2,5), desde el punto de vista comercial, la floración es muy importante, puesto que esta fase de la reproducción marca el final de la etapa de desarrollo vegetativo y comienza la ramificación de la caña.

La raíz se presenta como un manojo o haz que sale de la base del tallo, siendo la raíz típica de una gramínea, llegando a penetrar en el suelo hasta una proporción de treinta y seis pulgadas según Chui (17).

### IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN NICARAGUA.

Desde el punto de vista agrícola, la caña de azúcar no ocupa un lugar preponderante entre los cultivos que más se cosechan en el país. En el Cuadro 1 se presentan datos de superficie cultivada y de producción de los principales cultivos anuales de Nicaragua desde 1949 hasta 1963 publicado por la Dirección General de Estadística y Censos (3, 12). Este cuadro nos da una idea clara y comparativa de la relativa importancia que tiene el cultivo de la caña de azúcar en Nicaragua. En este mismo cuadro se puede ver, sin embargo, el incremento en el número de manzanas cosechadas y en la producción de caña entre los años agrícolas 1949-1950 hasta 1962-1963. De 17,742 manzanas con 553,721 toneladas en el año 1949-1950 aumentó a 32,484 manzanas con 1,194,918 toneladas en 1962-1963. Esto representa un aumento del 64.5 por ciento de manzanas cultivadas, y de 113.34 por ciento de toneladas de caña, del año agrícola 1962-1963 sobre 1949-1950.

Revisando los datos del cuadro No. 2, nos encontramos que desde 1940 al año 1959 hubo un aumento de 1,167,236 quintales de azúcar, lo que nos muestra la creciente importancia que ha ido adquiriendo la industria de la caña de azúcar en Nicaragua. El cuadro No. 3 presenta el consumo nacional en toneladas de azúcar y el valor de las divisas que produjo al país la exportación de la misma. En 1959, el consumo fue de 33,811 toneladas cortas.

CUADRO N° 2PRODUCCION DIAZUGAR - AÑOS 1943 A 1959

( 3 )

| <u>AÑOS</u> | <u>TOTAL QUILOALOS</u> |
|-------------|------------------------|
| 1943-44     | 333,775                |
| 1944-45     | 239,826                |
| 1945-46     | 341,207                |
| 1946-47     | 323,367                |
| 1947-48     | 363,671                |
| 1948-49     | 384,764                |
| 1949-50     | 446,014                |
| 1950-51     | 562,359                |
| 1951-52     | 646,058                |
| 1952-53     | 708,837                |
| 1953-54     | 735,273                |
| 1954-55     | 798,632                |
| 1955-56     | 712,955                |
| 1956-57     | 874,074                |
| 1957-58     | 1,181,811              |
| 1958-59     | 1,400,811              |

## MÉTODOS DE CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN NICARAGUA.

Existen tres tipos de siembra en el país: siembra en el surco, siembra en el canellón, y siembra en el surco modificada posteriormente a siembra en el canellón. La más generalizada es la primera; la segunda y tercera se usan en terrenos muy húmedos y de poco drenaje.

Preparación del terreno. En general, es el mismo para los tres tipos de siembras variando solamente en el sistema de surcado. Se da primeramente un pase de arado de tipo pesado, de arrastre, procurando voltear una capa de tierra de aproximadamente ocho a doce pulgadas. Se deja en reposo durante quince a veinte días, dándole un poco de tiempo para que sequen las cepas de la caña vieja, cuando se trata de campos que antes tenían caña, o para que pudra un poco la maleza en campos nuevos; también ayuda mucho en el control de las plagas de la caña de azúcar. Luego se dan dos o tres pases de grada, y cuando están muy desnivelados los terrenos, se les puede dar un pase de niveladora. Después se procede al surcado o navado, que se hace de acuerdo con el tipo de siembra.

Surcado. Para siembra en el surco, se surca con un arado de doble vertedera, grande, que es halado por un tractor de oruga, Caterpillar, de tipo monosurco, o con un arado bisurco de doble vertedera, integral, adaptado al sistema hidráulico de un tractor Caterpillar D-6.

Estos arados hacen un surco de ocho a diez pulgadas de profundidad, dejando una distancia de cinco pies entre surcos y de doscientas yardas de largo. En el fondo del surco se coloca la "semilla" de caña, trozos de caña de un tamaño que deje unas tres yemas en cada semilla; luego se tapa a pala, cubriendo la semilla con dos o tres pulgadas de tierra.

En el sistema de siembra en el camellón se procede al surcado con un sistema de arado de doble vertedero, así: en una barra portadora van colocados dos arados grandes de doble vertedera separados entre punta y punta cinco pies; al centro y a los lados de estos arados grandes, a una distancia de dos y medio pies va un arado de doble vertedera, pequeño, colocadas las puntas más altas que en los arados grandes. Todo adaptado al sistema hidráulico de un tractor Caterpillar U-6. Al penetrar los dos arados grandes, abren dos surcos de ocho a diez pulgadas de profundidad y forman un camellón al centro y a un costado. Los arados pequeños, a su vez, penetran en estos camellones haciendo un pequeño surco de unas cinco pulgadas, en el cual se siembra la caña.

En el sistema modificado, se procede igual que en el sistema de siembra en el surco, pero cuando la caña ha germinado y tiene un alto de ocho a quince pulgadas, se comienza a dar un rapanco con un juego de discos que tiran la tierra del camellón hacia el fondo del surco, hasta que se forma un lomillo donde existía

el surco, y un surco donde exista el torillo.

### PROBLEMAS DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN NICARAGUA.

Los numerosos problemas que presenta el cultivo de la caña de azúcar en nuestro país, se pueden resumir de la siguiente manera:

- 1) La necesidad de agua de riego
- 2) Las plagas
- 3) Las pestes
- 4) Las enfermedades
- 5) La selección de variedades y su época de corte.

La necesidad de agua de riego. La caña de azúcar es un cultivo anual que necesita en la época de sequía, de suficientes cantidades de agua que solamente la pueda suministrar el cultivador estableciendo sistema de riego, ya sea mediante la acumulación del agua de los ríos construyendo presas, o bien, mediante la construcción de pozos artesianos. En Nicaragua sin embargo no se cultiva la caña en la generalidad con suficiente agua de riego suplementaria, lo que determina los bajos rendimientos de caña ocasionados por la escasez de agua de riego.

Según Dillewijn (11), se necesitan doscientas cincuenta partes de agua para producir una parte de material de caña de azúcar y solamente uno por ciento del total de agua absorbido es retenido por la planta.

De acuerdo con las prácticas realizadas en el Ingenio San Antonio, la caña de azúcar requiere un promedio de cuatro pulgadas de agua cada veintion días, pero soporte bastante la sequía. Además, se presenta el problema de que la falta de agua durante la época de sequía provoca la maduración temprana, que induce una irregularidad en la época de corte de las diversas variedades. Según observaciones realizadas por Chuf (10), en San Antonio, por ser tan fibrosa la hoja de la caña no presenta los síntomas de sequía que presentarían otras especies de plantas con el consiguiente perjuicio en la pérdida de toneladas.

Plagas. En orden de importancia, las plagas que mayor daño causan a la caña de azúcar en el país, son las siguientes:

- 1) Salivito = Aeneolamia testacea Lk
- 2) Langosta medidora = Glabona emiliaceae Mübner
- 3) Cogollero = Leptogaster frugiperda Abbot y Smith
- 4) Barranador = Diurina saccharalis Fabricius
- 5) Gallina ciega = Phyllophaga sp.
- 6) Chinche herbívora = Aspidiotococcus guianensis Karsch y  
Trionyxus seccaroni Cockerell
- 7) Afilas = Sipha flava Forbes

La más importante en el invierno es la salivito que aparece entre los meses de Julio y agosto y deja de ser problema al terminar las lluvias. En el verano la plaga más dañina es el cogollero en aquellos lugares

donde se riega la caña de azúcar.

Pestes. Se hace esta separación con el fin de diferenciar algunas plagas de la caña de azúcar que no pertenecen al orden de los insectos.

La rata y el tihucal. La rata es una de las pestes de mayor importancia no solo en Nicaragua sino en todas las regiones cañeras. Se puede asegurar que no hay variedad de caña que no ataquen esta roedor, sin embargo, prefiere algunas variedades más que a otras. En México han sido identificadas las siguientes especies que atacan la caña:  
(18)

Peromyscus leucopus texanus Woodh

Peromyscus boylii levipes Kerr

Peromyscus latirostris Balq.

Orizomys conessia quaticus Alston y

Lyomys innotatus texensis Kerr.

Ataca en todos los ingenios de la república durante toda el año ocasionando grandes pérdidas en tonelaje de caña; sin embargo, no ha sido calculado en el país hasta cuanto ascienden estas pérdidas.

El tihucal solo ataca la caña de azúcar en aquellos ingenios que poseen tierras cercanas al mar. No se conoce hasta la fecha el monto a que asciende las pérdidas que ocasiona.

Enfermedades de la caña de azúcar en Nicaragua. Según observaciones realizadas hasta la fecha en el Ingenio San Antonio, son cuatro las enfermedades que atacan la caña de azúcar en este lugar:

Moselco - Marmor sacchari - (25) Virus

Requitismo - Virus no identificado

Reya Roja - Phytomonas rubrilineans (25) Bacteria

Muerto Rojo - Physalospora tucumanensis Speg  
(25) Estado sexual del hongo; y  
Colletotrichum falcatum Vent (25, 32)  
Estado asexual del hongo

No se han hecho estudios para conocer si estas mismas enfermedades atacan la caña de azúcar en el resto del país. La más peligrosa de estas enfermedades es el requitismo que ataca sin presencia de síntomas visuales mermando considerablemente la producción en las socas.

La selección de variedades y su época de corte

es uno de los mayores problemas de los productores del país, que rigen su corte por brindarles la caña, desconociendo:

El poco conocimiento de las variedades  
existentes y su época de  
corte y de mollienda de un  
programa previo de selección

REVISIÓN DE LITERATURA. Se ha encontrado que la labranza más abajo de la superficie arable del suelo produce efectos benéficos en la caña de azúcar. Martínez y Lugo-López (28), en estudios realizados en Puerto Rico, afirman que el aumento de la cosecha de caña de azúcar en más de un 15% en suelos de baja producción fué atribuido a la fertilización del subsuelo. Estos mismos autores (27) sostienen que la influencia de la profundidad de la labranza para destruir la solidez de las capas más profundas del suelo, es deseable porque provoca rápido liberamiento del exceso de agua y adecuada aereación. Previo al estudio por los mencionados autores en Hawái, se observaron los efectos benéficos de la labranza con subsoladores, en las cosechas de retoños más viejos.

Martínez y Lugo-López (27), en otro experimento realizado en Puerto Rico, concluyeron que la producción media de azúcar en las parcelas, incluyendo los testigos, donde todo el abono se aplicó en la superficie del suelo, como se acostumbra corrientemente en el cultivo de caña, fué de 92.4 quintales por acre mientras que la producción media de las parcelas donde la mitad del abono se aplicó en el subsuelo y la otra mitad en la superficie, fué de 106.8 quintales por acre, siendo las diferencias medias, significativas. Estos mismos autores (28), sostienen que las diferencias en las cosechas de caña, en otros experimentos de este mismo índole, fueron atri-

buidos al aumento del tonelaje producido por la fertilización del subsuelo, indicando la necesidad de fertilizar tanto el suelo como el subsuelo.

En las investigaciones realizadas en México (19), con fertilizaciones en el suelo y subsuelo, se observó que los tratamientos encañados y fertilizados fueron claramente superiores al testigo, pero no fué posible apreciar ventaja significativa atribuible a la aplicación en el subsuelo. En otro ensayo experimental realizado también en México (19), se notó que el arado del subsuelo mejoró significativamente los rendimientos en un ensayo de Verano, pero en un ensayo de Invierno no hubo diferencia atribuible a el arado de subsuelo, suponiéndose que se debe a que la labor se hizo cuando el subhorizonte de arcilla se encontraba demasiado húmedo y no se le pudo romper en forma efectiva. En este caso, la labor de subsuelo, aplicándose al terminar la temporada de lluvias, antes de la siembra de invierno, no produjo beneficio sensible en tres cortes, pero los resultados obtenidos por la labor de subsuelo aplicada antes de la temporada de lluvias produjo un aumento significativo de 13.9 toneladas por hectárea, en rendimientos de plantilla.

Según Semuels y Capó (34) el uso de fertilizantes en las plantaciones de caña influye en los rendimientos de la misma, ya sea en el tonelaje, como en la producción de sacarosa. En parcelas experimentales observaron que, la omisión de Nitrógeno y Potasio, afectó drásticamente

mente el tonelaje como la sacarosa en la caña.

De acuerdo con todo lo anteriormente expuesto, es ya generalmente aceptado en otros países cultivadores de caña de azúcar, que la práctica de aireación del subsuelo por medio de la aradura con subsoladores, y la aplicación de fertilizantes en esta misma zona, es de mucho beneficio en la obtención de mayores tonelajes de caña de azúcar por manzana, y que esta práctica a la vez, facilita el buen drenaje del suelo en aquellos suelos pesados y de mal drenaje, y ayuda al crecimiento de las raíces porque facilita una penetración, ya que rompe el pan de arcilla formado por el sucesivo pase de máquinas en los terrenos cañeros.

Labor experimental realizado con caña de azúcar en Nicaragua. Hasta la fecha, la labor experimental con caña de azúcar, en nuestro país ha sido realizada por los entes autónomos que cultivan y que procesan la caña y sobre todo por el Ingenio San Antonio, en el cual se han hecho pruebas de variedades de madurez temprana, media y tardía, métodos de siembra; distancias de siembras; ensayos de hierbicidas; comparativos de efectos y precios y determinativos de dosis a aplicar en esta zona. En los efectos del aporte sobre la producción, análisis foliar y muchos más que se están experimentando.

## MATERIALES Y METODOS

Tipo y perfil del suelo. El suelo en que se hizo el experimento es de tipo franco arenoso con contera a ciento cinco centímetros de profundidad. De cero a ochenta y cinco centímetros, pardo muy oscuro (10 YR-2/2); franco arenoso; sin estructura pero con tendencias a bloque sub-angular medio a grueso y fácilmente desmoronable; no pegajoso y no plástico mojado; muy friable a suelto húmedo; abundancia de raíces; poca piedra de veinticinco a cuarenta milímetros. De ochenta y cinco a ciento cinco centímetros, arena suelta con piedras y fragmentos de arena ligeramente cementada; muy pocas raíces. De ciento cinco centímetros y más, material sólido y continuo de arena y grava cementada (contera). (9)

Se hizo el experimento en este tipo de suelo porque se presunta un endurecimiento o compactación de las capas superiores del terreno debido a los muchos años de labores agrícolas con maquinaria pesada.

Preparación del suelo. Como primer paso en la preparación del suelo se quemó la paja que había sobre el terreno para evitar el atascamiento de los discos del arado. Luego se dió un pase de arado a una profundidad de ocho pulgadas con arado de discos pesado halado por un tractor

Jhon Ceere "R" de gran poder de tracción. Quince días después se le dió un pase de grada y otros tantos días después dos pases más con grada pesada, procurando una penetración mínima de cuatro pulgadas. Inmediatamente después se procedió a lotificar o parcelar el terreno según el diseño del experimento y se procedió a la roturación del subsuelo en aquellas parcelas que lo requerían, abonando a la vez las parcelas que llevarían aplicación de fertilizantes en el subsuelo. La arada del subsuelo se llevó a efecto con un tractor Caterpillar D-6 el cual tenía adaptado al sistema de levante hidráulico el arado para subsuelo, el cual logró penetrar hasta una profundidad de veinte y ocho pulgadas aproximadamente, y a la vez llevaba adaptadas las tolvas para abonamiento, las cuales desembocaban por medio de un tubo colocado en la parte trasera del arado de subsuelo.

Hecho toda esta primera operación se procedió a rayar el terreno con arados de doble vertedera acoplados al tractor Caterpillar D-6 y al abonamiento respectivo de los lotes o parcelas que lo requerían. Luego se procedió a la siembra.

### Siembra y fecha de siembra.

La caña de siembra fué colocada en los bordes de las parcelas para ser deshojada -despaje- y luego cortada en trozos que contengan de tres a cuatro yemas los cuales se colocan en el surco unos tras de otros

en forma longitudinal al mismo y dejando dos aparecos en las cabeceras. Luego se procede a la tapa de la semilla tomando tierra de los camellones y cubriendo la semilla con un espesor de tres a cuatro pulgadas. La siembra se verificó en el fondo del surco y se hizo del cuatro al seis de Julio de 1962.

#### Variedad usada.

La escogencia de la variedad pudo haber recaído sobre cualesquiera de las más comunmente usadas en el Ingenio San Antonio, y por esto se prefirió la variedad Trojan, que es alta rendidora en tonelaje y en sacarosa y que es una de las variedades que más se están usando para siembras nuevas en suelos de regular a buen drenaje.

Descripción de la variedad Trojan. Esta variedad posee las siguientes características que la diferencian de las otras variedades existentes en el Ingenio San Antonio, como son Badilla, Pindar, CP.34-79, CP.44-101, Pepecuco, 199.20-78 y otras.

Forma del entrenudo: Bobbin Shaped (bobina)

Color del entrenudo: vino o uva

Largo del entrenudo: en ciento cuatro entrenudos de caña de doce meses de edad dió las siguientes proporciones: largo máximo ocho y un cuarto de Pulgada; largo mínimo tres y media pulgadas; promedio cinco pulgadas y treinta y una centésimas.

Color del nudo; amarillo.

Forma de la yema: ovalada

Largo de la yagua: aproximadamente catorce pulgadas

Largo de la hoja: aproximadamente cincuenta y nueve

pulgadas. Otras características: La yagua se presenta con doble aurícula; la lígula es angosta ocupando el diámetro de la hoja. La yagua denota la presencia de pelos y una coloración verdosa con tintes de color vino.

La hoja es de color verde con la vena de color blanco por el lado del noz. Las yemas se encuentran colocadas en los nudos que aparecen sucesivamente en los lados opuestos de la caña. Presenta la peculiaridad de defoliar por sí sola, dejando solamente un haz de hojas en el ápice de la caña que forma una especie de abanico que la caracteriza. Esta variedad florece a los doce meses de edad.

#### Tamaño y forma de la parcela experimental.

Cada tratamiento consta de cuatro surcos de setenta varas de largo con una distancia de sesenta pulgadas entre los surcos. En total, cada tratamiento ocupa un espacio de quinientos nueve varas cuadradas siendo de 3,254 varas cuadradas el espacio para cada repetición. El experimento en total ocupó un espacio de 13,324 varas cuadradas sin incluir los espacios separadores entre una repetición y otra y contando de ciento cuarenta varas de largo, por 130.9 varas de ancho, lo que le da una forma rectangular.

### El diseño.

Para este trabajo se usó un diseño experimental consistente en Bloques al azar y cuyos tratamientos fueron:

- A = Arado del suelo y abonamiento
- B = Arado del suelo y subsuelo sin abonamiento
- C = Arado del suelo y subsuelo con abonamiento en el suelo
- D = Arado del suelo y subsuelo con abonamiento en el subsuelo
- E = Arado del suelo y subsuelo con abonamiento en ambos
- F = Lote testigo con arado en el suelo, sin abonamiento.

### CUADRO DE LA DISTRIBUCION

| TRATAMIENTOS | REPETICIONES |    |     |    |   |    |
|--------------|--------------|----|-----|----|---|----|
|              | I            | II | III | IV | V | VI |
| A            | A            | F  | B   | D  | E | C  |
| B            | B            | D  | C   | F  | A | E  |
| C            | C            | B  | A   | E  | F | D  |
| D            | D            | E  | F   | C  | B | A  |
| E            | E            | A  | D   | B  | C | F  |
| F            | F            | C  | E   | A  | D | B  |

PLANO DE CAMPO

|                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| <u>B B A F D E</u> | <u>D F A C B E</u> | <u>C E D A F B</u> |
| IV                 | V                  | VI                 |
| <u>A B C D E F</u> | <u>D E A C B F</u> | <u>B C A F D E</u> |
| I                  | II                 | III                |

Fertilizantes usados, cantidad y forma de aplicación.

Para la fertilización de los tratamientos se usó una mezcla de dos partes de Urea cristal, una de Triple superfosfato y una de Muriato de potasa, que es lo que se usa en el Ingenio San Antonio. De esta mezcla se aplicaron cuatro quintales por manzana en las abonaduras del suelo y cuatro quintales por manzana en las abonaduras del subsuelo, de manera que, solamente en el tratamiento E se presenta una aplicación de ocho quintales por manzana, cuatro en el suelo y cuatro en el subsuelo.

La aplicación de este fertilizante se hizo: cuando fué en el subsuelo, al momento de la aradura del mismo; y cuando fué en el suelo, al mismo tiempo que el surcado.

Lugar de la siembra.

La siembra se hizo en un lote perteneciente al Ingenio San Antonio denominado San Pedro, situado

en la Compañía Cacotera.

### Notas tomadas.

No se presentaron fallas en la germinación de la caña del experimento ni hubo ningún ataque de plagas ni de enfermedades. Durante el cultivo se hizo una aplicación de herbicida a todo el experimento, usándose 2,4-D en post-emergencia a razón de dos y media libras de material técnico por manzana, después de un pase de cultivo a máquina. Posteriormente se hizo una deshierba a machete.

Durante el invierno las lluvias fueron moderadas. En el verano se irrigó cada veinte y un días haciéndose un total de seis riegos y aplicándose una cantidad de agua igual que la que se aplica en los otros plantíos del Ingenio.

### La cosecha.

Se procedió primero al muestreo de cada uno de los parcelas tomando en el campo diez cañas al azar y estas fueron llevadas a un "trapiche" dedicado a este fin en el laboratorio de la fábrica, en donde se hacen los análisis respectivos. Por medio de éstos se determina el Brix o sea la cantidad de sólidos solubles disueltos en el jugo; el porcentaje de Sacarosa, que es la cantidad de la sacarosa químicamente pura que se encuentra en el jugo; el porcentaje de Pureza, que es la

relación que hay entre la Cantidad de sacarosa y los sólidos solubles, es decir, sacarosa entre Brix, de Pureza; y el Índice de madurez, que se obtiene restando a la Pureza del tronco de la caña la pureza de la punta. Cuando la caña se encuentre en perfecto estado de madurez debe dar un Índice de tres, si este Índice es mayor, la caña aún está verde; si es menor, se está pasando en la maduración. Aunque la caña del experimento no se encontraba madura por igual en todos los tratamientos, como puede verse en el cuadro 7, hubo que proceder al corte por estar llegando a su término la zafra.

Como puede verse en el cuadro 4, existe una pequeña variación en el Brix de la caña de azúcar de los diversos tratamientos. Este cuadro, junto con el Cuadro 5 que muestra las variaciones en el porcentaje de sacarosa de la caña de azúcar de los diversos tratamientos, serán la base para la obtención del porcentaje de pureza, que se presenta en el cuadro 6 y del índice de madurez, cuadro 7.

Después de obtenidos los datos anteriores se procedió a la quema de la caña y luego al corte a mano, seguidamente se trasladó la caña cortada en cada tratamiento, a una báscula fija en el campo, en donde se obtuvo el peso en quintales que luego se transformó a quintales de caña por manzana, y de esto, a toneladas de caña por manzana. Esta cosecha se realizó en dos días, cuando la caña tenía diez meses de edad.

**CUADRO No. 4**

Brix de la caña de azúcar obtenidos con los seis tratamientos del suelo realizados en un experimento, en el Ingenio San Antonio, 1963

| TRATAMIENTOS | I     | R E P E T I C I O N E S |       |       |       | VI    |
|--------------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
|              |       | II                      | III   | IV    | V     |       |
| A            | 18.90 | 20.09                   | 18.90 | 19.34 | 20.33 | 20.53 |
| B            | 19.30 | 20.19                   | 20.26 | 20.23 | 20.16 | 20.43 |
| C            | 20.33 | 20.06                   | 20.16 | 20.33 | 20.53 | 20.23 |
| D            | 20.39 | 19.20                   | 19.76 | 19.73 | 20.93 | 20.16 |
| E            | 20.39 | 19.73                   | 18.94 | 19.73 | 20.03 | 19.66 |
| F            | 20.29 | 20.59                   | 19.46 | 19.93 | 18.94 | 20.47 |

**CUADRO No. 5**

Porcentajes de sacarosa de caña de azúcar obtenidos con los seis tratamientos del suelo realizados en un experimento, en el Ingenio San Antonio, 1963.

| TRATAMIENTOS | I     | R E P E T I C I O N E S |       |       |       | VI    |
|--------------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
|              |       | II                      | III   | IV    | V     |       |
| A            | 15.44 | 16.84                   | 14.95 | 16.04 | 13.01 | 17.31 |
| B            | 16.21 | 17.69                   | 16.81 | 16.90 | 17.11 | 16.50 |
| C            | 17.24 | 17.34                   | 17.09 | 17.12 | 17.31 | 16.88 |
| D            | 17.27 | 15.91                   | 16.50 | 16.17 | 17.60 | 16.90 |
| E            | 16.81 | 16.52                   | 15.57 | 16.27 | 16.64 | 16.41 |
| F            | 16.93 | 18.02                   | 15.79 | 16.79 | 15.02 | 17.30 |

**CUADRO No. 6**

Porcentajes de pureza de caña de azúcar obtenidos con los seis tratamientos del suelo realizados en un experimento, en el Ingenio San Antonio, 1963

| TRATAMIENTOS | I     | REPETICIONES |       |       |       | VI    |
|--------------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|
|              |       | II           | III   | IV    | V     |       |
| A            | 81.67 | 83.80        | 79.03 | 82.72 | 80.53 | 84.3  |
| B            | 83.98 | 87.63        | 82.77 | 83.56 | 84.89 | 81.21 |
| C            | 84.81 | 86.42        | 84.79 | 84.22 | 84.30 | 83.46 |
| D            | 84.70 | 82.87        | 83.51 | 81.96 | 84.09 | 83.85 |
| E            | 82.45 | 83.74        | 82.23 | 82.48 | 83.06 | 83.49 |
| F            | 83.45 | 87.54        | 81.13 | 84.24 | 79.28 | 84.50 |

**CUADRO No. 7**

Índices de madurez de caña de azúcar obtenidos con los seis tratamientos del suelo realizados en un experimento, en el Ingenio San Antonio, 1963

| TRATAMIENTOS | I    | REPETICIONES |      |      |      | VI   |
|--------------|------|--------------|------|------|------|------|
|              |      | II           | III  | IV   | V    |      |
| A            | 8.15 | 7.11         | 6.84 | 6.89 | 2.32 | 4.85 |
| B            | 6.81 | 2.07         | 6.28 | 5.53 | 3.53 | 4.72 |
| C            | 4.48 | 5.20         | 2.03 | 6.10 | 6.18 | 2.14 |
| D            | 5.42 | 5.34         | 1.29 | 6.96 | 8.01 | 7.50 |
| E            | 7.40 | 5.16         | 4.93 | 1.97 | 4.86 | 5.31 |
| F            | 5.02 | 4.54         | 7.33 | 6.83 | 6.45 | 5.60 |

El proceso para obtener las libras de azúcar por tonelada es hecho en el laboratorio de la fábrica a través del análisis de la muestra de caña.

## PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSION

El resumen de todos los promedios de los datos numéricos obtenidos con el experimento en cuestión se presentan en el Cuadro 8. En los cuadros 9, 12 y 13 se presente además el detalle de los datos de rendimiento de caña y azúcar, los que se usaron para medir el efecto de las diferentes maneras de arar y fertilizar el terreno por el cultivo de la caña de azúcar en las condiciones de clima y suelo descritos para el experimento.

Observando los datos de rendimiento de caña y azúcar del cuadro 8 vemos que los pesos de caña en toneladas por manzana están ordenados del mayor al menor. Estos datos muestran en primer término que el mayor rendimiento (143.9) Ton/mzn) se obtuvo con el tratamiento E, (arado del suelo y subsuelo y fertilizado de ambos) y el menor (120.16 Ton/mzn) con B (arado del suelo y subsuelo sin fertilizante). Luego también se puede observar que los tratamientos con fertilizante (E, A, D y C) rindieron en forma diferente pero todos más que los sin fertilizante, (F y B). Esta misma tendencia general de respuesta del rendimiento de caña se puede observar en el rendimiento de quintales de azúcar por manzana. Los datos de rendimiento de azúcar expresados en quintales por manzana tienen el mismo orden que los datos de rendimiento de caña, con excepción de los rendimientos de los tratamientos A y C. En cambio los datos de rendimiento de azúcar, expresados en libras por tonelada, enseñan una tendencia inversa a la tendencia de los datos de rendimiento de caña

y azúcar en quintales por manzana. En efecto, el tratamiento con el menor valor de libras de azúcar por tonelada corresponde a E, el que dió el mayor rendimiento de caña en toneladas y azúcar en quintales por manzana y aunque el tratamiento C tiene el valor más alto de libras por tonelada, el tratamiento 3 (231.14 libras por tonelada) es uno de los valores más altos, en contraste con el valor bajo de rendimiento de caña y azúcar en toneladas y quintales por manzana, para este mismo tratamiento.

Las diferencias aparentes en rendimiento de caña y azúcar que presentamos arriba indican el posible efecto de la aradura del subsuelo y la fertilización sobre estos caracteres de la caña de azúcar. La aradura del subsuelo acompañada de la fertilización del suelo y el subsuelo parece permitir un aumento de toneladas de caña por manzana en relación a los otros tratamientos del terreno estudiados en este experimento. Un efecto semejante parece reflejado en el rendimiento de azúcar expresado en quintales por manzana. La tendencia inversa a la anterior que se manifiesta en los datos de libras de azúcar por tonelada de caña indicaron que, al producirse un aumento del tonelaje de caña (bagazo?) se produce una disminución en el contenido de azúcar por tonelada de caña. El hecho de que, a un aumento de toneladas de caña corresponde una disminución o no aumento, del contenido de azúcar por tonelada de caña, explicaría las discrepancias en las respuestas de los tratamientos A y C en el rendimiento de quintales de azúcar por manzana, así como la falta de

significancia estadística entre estas diferencias, como se verá más adelante en esta presentación.

Se puede notar en el Cuadro 8, la gran diferencia que existe entre los diversos índices de madurez de la caña de los diversos tratamientos. Esto influye grandemente en los rendimientos tanto de toneladas de caña de azúcar por manzana como en las libras de azúcar por tonelado, ya que, algunos tratamientos, como ser A y F, en general se encontraban demasiado verdes para efectuar su corte. Estas diferencias en el índice de madurez de la caña del experimento, que fué sembrado en igual tiempo para todos los tratamientos, puede deberse a las condiciones variables del suelo, a los tratamientos o a ambos a la vez.

Los datos detallados por repeticiones de los rendimientos de caña de azúcar en toneladas por manzana que se encuentran en el Cuadro 9 fueron sometidos al análisis estadístico propio de un diseño de bloques al azar. Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 10, en el que se encontraron diferencias estadísticamente significantes entre los rendimientos de caña de azúcar correspondientes a los diferentes tratamientos del suelo. Para determinar cuales entre las posibles diferencias son significantes se calcularon las diferencias mínimas significativas mediante el método de Duncan (23), el que dió por resultado los datos del Cuadro 11.

Considerando los resultados del Cuadro 11 podemos hacer los comentarios siguientes: en primer lugar tenemos

CUADRO 8

Datos numéricos obtenidos en el primer corte de un ensayo de seis diferentes tratamientos del suelo para el cultivo de la caña de azúcar, Ingenio San Antonio, 1962.

| TRATAMIENTOS                                               | Rendimiento<br>de caña de Azúcar |        |        | Porcentaje de Índice |        |        |       |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|----------------------|--------|--------|-------|
|                                                            | Ind/Mzn                          | Lb/Ton | qq/mzn | Brix                 | Sacarz | Puraza | Maduz |
| E Arado del suelo y subsuelo y fertilizante en ambos.      | 143.90                           | 222.51 | 320.00 | 19.74                | 16.37  | 82.90  | 4.93  |
| A Arado del suelo y fertilizante en el suelo.              | 134.40                           | 224.17 | 311.83 | 19.84                | 16.40  | 83.39  | 6.03  |
| D Arado del suelo y subsuelo y fertilizante en el subsuelo | 132.93                           | 228.73 | 303.66 | 20.02                | 16.72  | 83.49  | 5.32  |
| C Arado del suelo y subsuelo y fertilizante en el suelo.   | 132.60                           | 235.89 | 312.00 | 20.27                | 17.16  | 84.66  | 4.35  |
| F Arado del suelo (sin fertilizante) (testigo)             | 127.20                           | 226.98 | 287.67 | 19.94                | 16.64  | 83.35  | 5.90  |
| B Arado del suelo y subsuelo sin fertilizante              | 120.16                           | 231.14 | 278.00 | 20.09                | 16.88  | 84.04  | 4.8   |

**CUADRO 9**

Toneladas de caña de azúcar por manzana obtenidos con los 6 tratamientos del suelo realizados en un experimento, en el Ingenio San Antonio, 1962.

| TRATAMIENTOS | I      | R E P E T I C I O N E S |        |        |        |        |
|--------------|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
|              |        | II                      | III    | IV     | V      | VI     |
| A            | 115.91 | 139.48                  | 140.47 | 133.59 | 141.45 | 135.55 |
| B            | 124.75 | 118.86                  | 118.86 | 129.66 | 135.55 | 93.32  |
| C            | 132.61 | 134.57                  | 127.70 | 129.66 | 133.59 | 137.52 |
| D            | 128.68 | 128.68                  | 132.61 | 127.70 | 143.41 | 136.54 |
| E            | 142.43 | 125.73                  | 145.38 | 155.20 | 148.33 | 146.36 |
| F            | 126.71 | 114.93                  | 126.71 | 120.82 | 137.52 | 136.54 |

**CUADRO 10**

Análisis de la varianza de los datos de toneladas de caña por manzana.

| FUENTES DE VARIACI | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | Fc     |
|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------|
| REPLICACIONES      | 5                  | 611.32            |                  |        |
| TRATAMIENTOS       | 5                  | 1,870.18          | 374.03           | 4.50** |
| ERROR              | 25                 | 2,038.34          | 81.53            |        |
| TOTAL              | 35                 | 4,519.84          |                  |        |

\*\* quiere decir que la diferencia es altamente significativa al 5% de probabilidades.

# CUADRO 11

Agrupación de los rendimientos promedio de caña de azúcar de acuerdo a las diferencias mínimas significativas calculados usando el método de Duncan.

| Tratamientos |                                                      | Promedio de Rendimiento Caña Ton/Ha. (+) |
|--------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| E :          | Arado suelo y subsuelo y fertilización en ambos.     | 143.90                                   |
| A :          | Arado suelo y fertilización del suelo                | 134.40                                   |
| D :          | Arado suelo y subsuelo con fertilización en subsuelo | 132.93                                   |
| C :          | Arado suelo y subsuelo y fert. suelo                 | 132.60                                   |
| F :          | Arado suelo (Testigo) (Sin fert.)                    | 127.20                                   |
| B :          | Arado suelo y subsuelo sin test.                     | 120.16                                   |

(+) Las líneas verticales indican que los valores de rendimiento de caña incluidas dentro de cada línea no difieren significativamente entre sí.

# CUADRO 12

Líneas de azúcar por tonelada obtenidas con los 6 tratamientos del suelo realizados en un experimento, en el Ingenio San Antonio, 1962

| TRATAMIENTOS | REPLICACIONES |        |        |        |        |        |
|--------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|              | I             | II     | III    | IV     | V      | VI     |
| A            | 208.18        | 230.28 | 198.01 | 218.10 | 253.06 | 237.42 |
| B            | 221.78        | 247.33 | 228.57 | 230.67 | 235.40 | 223.09 |
| C            | 237.21        | 240.79 | 234.98 | 234.69 | 237.42 | 230.25 |
| D            | 237.46        | 216.20 | 225.21 | 218.46 | 240.95 | 231.10 |
| E            | 227.82        | 225.76 | 210.77 | 220.50 | 226.40 | 223.84 |
| F            | 250.93        | 251.78 | 212.2  | 230.17 | 199.23 | 237.60 |

**CUADRO 13**

Quintales de azúcar por manzana obtenidos con los 6 tratamientos del suelo realizados en un experimento, en el Ingenio San Antonio, 1952.

| TRATAMIENTOS | I      | R E P E T I C I O N E S |        |        |        | VI     |
|--------------|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
|              |        | III                     | III    | IV     | V      |        |
| A            | 241.30 | 321.19                  | 278.14 | 291.35 | 357.95 | 321.82 |
| B            | 276.67 | 293.97                  | 271.67 | 299.18 | 319.08 | 208.18 |
| C            | 314.56 | 324.03                  | 300.06 | 304.29 | 317.16 | 316.23 |
| D            | 305.56 | 278.20                  | 298.65 | 278.97 | 345.54 | 315.54 |
| D            | 324.48 | 283.84                  | 306.41 | 342.21 | 335.81 | 327.61 |
| F            | 292.61 | 289.37                  | 268.87 | 273.09 | 273.98 | 324.41 |

que el rendimiento más alto correspondía al tratamiento E (Arado del suelo y subsuelo y fertilización de ambos), el cual además es significativamente superior al nivel de cinco por ciento de probabilidades, el resto de los rendimientos, excepto al tratamiento A, la diferencia ( $143.90 - 134.40 = 9.50$ ) entre estos dos valores E - A se aproxima bastante sin embargo al valor de la diferencia mínima significativa (10.85) entre dos valores consecutivos. Por otro lado tenemos que el rendimiento de caña en toneladas por manzana más bajo (120.16) corresponde al tratamiento B (Arado del suelo y subsuelo sin fertilizante). Este valor además es significativamente inferior al resto de los tratamientos excepto al tratamiento F (Arado del suelo y sin fertilizante).

La falta de significancia en la diferencia entre E y A indica que se obtuvieron en este ensayo rendimientos similares arando el suelo y subsuelo y fertilizando ambos por un lado y arando el suelo y fertilizándolo por otro; en otras palabras si ambos rendimientos son similares no se encontró ventaja, en este ensayo, al arar y fertilizar el subsuelo, además de arar y fertilizar el suelo comparado con arar y fertilizar el suelo solamente. Como anotamos antes, sin embargo, la diferencia encontrada entre E y A se aproxima bastante al valor requerido por considerarse significativa, por lo que podría suponerse que la falta de diferencia significativa se debe a fallas del experimento en cuestión. Con todo, en base a los datos de este experimento solo podemos decir que no se encontró su-

ficiente evidencia estadística para establecer la mencionada diferencia, aunque los datos indican una tendencia en este sentido. Una comparación que aporta otra evidencia sobre la superioridad del tratamiento E es aquella entre los tratamientos E y B y cuyos rendimientos son los extremos posibles entre los seis datos disponibles. En esta comparación se tiene una diferencia significativa definida en favor del arado del suelo y subsuelo y fertilización de ambos. Este resultado nos indica que toda vez que se are el subsuelo es conveniente además fertilizarlo junto con el suelo, para realizar un aumento en la producción de caña de azúcar.

El efecto ventajoso de arar el subsuelo y fertilizar el suelo y subsuelo puede explicarse considerando que esta operación, además de proporcionar un mayor volumen de tierra para el desarrollo de las raíces de la caña permite un aprovechamiento más eficiente de los nutrientes. La presencia de fertilizante tanto al nivel del suelo como del subsuelo, permite a la planta disponer de nutrientes durante un período más largo de su desarrollo, es decir, permite un mayor aprovechamiento del fertilizante que cuando se dispone de nutrientes solo al nivel del suelo.

Al comparar los rendimientos de caña de los tratamientos D y C, arado del suelo y subsuelo y fertilización del subsuelo por un lado y arado del suelo y subsuelo y fertilización del suelo, por otro, respectivamente, se observa que son casi iguales (132.93, 132.60) y por consiguiente el análisis estadístico muestra que la pequeña diferencia aparente no es significativa.

Este resultado significa que en las condiciones en que se realizó este experimento tuvo efecto semejante el fertilizar el suelo o el subsuelo en el terreno arado y subsolado. Por otro lado estos dos tratamientos difieren significativamente en rendimiento de el tratamiento E, lo que indica que cuando se necesita subsolar el terreno solo se obtendrá aumento de rendimiento de caña si se fertilizan ambos, el suelo y subsuelo.

Los rendimientos de los tratamientos B y C no son además significativamente diferentes del tratamiento A (arado y fertilización del suelo) por un lado; ni del tratamiento F (arado y no fertilización) por otro. La similitud de los rendimientos de A y C indica que en este experimento no hubo efecto real en favor del arado del subsuelo solamente, ya que como se verá la única diferencia entre estos tratamientos es que en C se aró el subsuelo. El que los rendimientos del tratamiento F no difieren significativamente de los tratamientos A, B y C quiere decir en primer lugar que, en este experimento fué lo mismo, simplemente arar el suelo que arar el suelo y subsuelo y fertilizar el suelo o el subsuelo. En otras palabras en este experimento no hubo efecto real debido solo al subsolado y fertilización del suelo (C) ni debido al subsolado y fertilización del subsuelo (D). Este resultado confirma una vez más que para obtener aumento significativo de caña en las condiciones del presente experimento fué necesario subsolar y fertilizar, ambos, el suelo y subsuelo. Finalmente la falta de significancia en la diferencia de rendimientos de los tratamientos A y F indica que el terreno en

que se efectuó el experimento no respondió en forma significativa a la aplicación de fertilizante solo al suelo. Así mismo la falta de significación estadística en la diferencia de rendimientos promedios entre los tratamientos F y B, arado del suelo sin fertilización y arado del suelo y subsuelo sin fertilización de ambos, indica que tampoco tuvo efecto real sobre los rendimientos de caña la práctica de solamente subsolar el terreno en que se sembró el presente experimento.

El efecto de subsolar y fertilizar tanto el suelo como el subsuelo sobre el rendimiento de caña encontrado en este experimento, concuerda con los resultados informados por otros autores en Puerto Rico, Hawaii y México. En este ensayo sin embargo no se encontró un efecto significativo de la mencionada práctica sobre el rendimiento de azúcar, tal como informa Samuels y Capó (34).

Pasando a discutir el detalle de los rendimientos de azúcar en libras por tonelada de caña de azúcar que se encuentran en el Cuadro 12, podemos decir en primer término que la tendencia general de estos datos es inversa a la correspondiente al rendimiento de caña de azúcar en toneladas por manzana. Como ya mencionamos antes el hecho de que el rendimiento de azúcar por tonelada de caña no haya sido afectado en igual forma que el rendimiento de caña, indica que la práctica de subsolar y fertilización aumentó el rendimiento de caña pero no alteró el rendimiento de azúcar por tonelada de caña. Las diferencias aparentes de los rendimientos promedio de azúcar por tonelada de caña del cuadro 12 fueron analizados estadística-

mente sin encontrarse diferencias significativas entre ellos. Esto indica una vez más que los seis tratamientos del suelo no afectaron la expresión del rendimiento de libras de azúcar por tonelada de caña, en forma correspondiente al rendimiento de caña de azúcar. Este resultado por otro lado influyó en los resultados obtenidos con los rendimientos de azúcar en quintales por manzana, el que se calculó en base a los correspondientes rendimientos de libras de azúcar por tonelada de caña.

Considerando los datos de rendimiento de quintales de azúcar por manzana de caña que se encuentran en detalle en el cuadro 13, podemos mencionar como ya lo hicimos antes que en general muestran la misma tendencia general que los rendimientos de caña. Sometidos al análisis estadístico estos datos, sin embargo, no mostraron diferencias significantes. Este resultado se explica si consideramos que los rendimientos de quintales de azúcar por manzana se calcularon multiplicando el rendimiento de caña por el correspondiente rendimiento de azúcar en libras por tonelada de caña. Como se puede ver en el Cuadro 8, los datos de azúcar en libras por tonelada, a pesar de no ser significativamente diferentes entre sí, influyeron en los rendimientos de azúcar en quintales por manzana ya que por ejemplo el rendimiento de caña del tratamiento E tuvo que ser multiplicado por su correspondiente rendimiento de azúcar en libras por tonelada (222.51) que es el más bajo de todos. En cambio el rendimiento de caña de B (120.16) se multiplicó por 231.14 libras por tonelada, uno de los mayores. Este hecho necesariamente alteró la correspondencia de los rendimientos de azúcar en quintales por manzana y el rendimiento de caña,

además de que hizo que las diferencias de los rendimientos de azúcar en quintales por manzana no fueran significantes.

### CONCLUSIONES

En vista del análisis de los datos obtenidos con un experimento en el que se comparó el efecto sobre el rendimiento de caña y azúcar de seis diferentes tratamientos del terreno, combinando en forma diferente la aradura del suelo y subsuelo y la fertilización, y considerando las condiciones del terreno y demás factores que rodearon el desarrollo del experimento descrito, podemos decir lo siguiente:

Comparando los rendimientos del tratamiento E, arado del suelo y subsuelo y fertilización de ambos, con los tratamientos D, C, F y B, arado del suelo y subsuelo y fertilización del subsuelo, arado del suelo y subsuelo y fertilización del suelo, arado del suelo sin fertilización, y arado del suelo y subsuelo sin fertilización, respectivamente, el tratamiento E permitió un rendimiento de caña significativamente superior. El tratamiento E sin embargo no difirió significativamente, en rendimiento de caña del tratamiento C, arado del suelo y fertilización; aunque el valor de la diferencia entre estos tratamientos se acercó bastante al valor de la significancia requerida al nivel del cinco por ciento de probabilidades. Por las anteriores razones y antes de concluir sobre este particular será necesario realizar otras experiencias que verifiquen los resultados obtenidos en el presente experimento. Por consiguiente, en base de los resultados del presente experimento no se puede aún recomendar la práctica de la aradura del subsuelo y su fertilización.

El rendimiento de azúcar expresado en libras por tonelada y en quintales por manzana no fué significativamente afectado por las diferentes formas de arar el suelo y subsuelo y la fertilización de estos. En atención a este resultado y teniendo en cuenta que es de primera importancia no solo aumentar el tonelaje de caña sino también el rendimiento de azúcar, podemos decir que si se espera un aumento de rendimiento de azúcar, el presente experimento no aportó evidencia de conseguir este aumento a través de la aradura de subsuelo y fertilización tanto del suelo como del subsuelo. Esto, cuando menos, para las condiciones del terreno, franco arenoso, en que se realizó el presente experimento.

El presente experimento a pesar de no haber sido diseñado para estudiar el efecto aislado de la aradura del subsuelo o de la fertilización, permitió algunas comparaciones que indican que no se obtuvo efecto significativo sobre ninguno de los caracteres medidos, atribuible solamente a la aradura del subsuelo ni de la fertilización por sí sola. El efecto significativo encontrado sobre la producción de caña es atribuible a la combinación de la aradura del subsuelo y la fertilización tanto del suelo como del subsuelo.

Será de mucho interés realizar otros experimentos que estudien el efecto de la aradura del subsuelo, tanto en el mismo terreno en el que se efectuó el presente experimento como en otros en los que se tenga alguna seguridad de que se han desarrollado condiciones de subsuelo desfavorables al cultivo de la caña y en la que el sub-

RESUMEN

En un terreno franco-arenoso del Ingenio San Antonio, en el que se venía cultivando caña de azúcar desde hace treinta y cinco a cuarenta años y en el que se presumía que el continuo trabajo con maquinaria pesada había formado una capa dura en el subsuelo, se sembró un experimento en 1962, en el que se comparó el efecto de seis maneras de arar el terreno y fertilizarlo con una fórmula completa. Los tratamientos distribuidos según un diseño de Bloques al azar fueron: A) Arado y fertilización del suelo, B) subsolado sin fertilización, C) subsolado y fertilización del suelo, D) subsolado y fertilización del subsuelo, E) subsolado y fertilización del suelo y subsuelo, F) Solo arado de suelo sin fertilización. Los tratamientos A y E recibieron también el arado del suelo. La variedad de caña usada fue, Trojan.

En la cosecha del experimento que se realizó el primer año de vegetación, se tomaron los pesos de caña por parcela y además, de cada una de estas parcelas se tomó una muestra de plantas para determinar el rendimiento de azúcar que fue expresado luego en libras por tonelada de quintales por hectárea. Los datos de estos tres caracteres de la caña fueron analizados estadísticamente para medir la significación de las diferencias aparentes encontradas.

Los resultados encontrados enseñan un efecto del subsolado en combinación con la fertilización del suelo y subsuelo, tratamiento E, sobre el rendimiento de caña

cuando se le compara con todos los tratamientos excepto con el tratamiento A, arado del suelo y fertilización. La diferencia entre los tratamientos E y A sin embargo se aproxima bastante a la significación al nivel de cinco por ciento de probabilidades. Para dilucidar esta duda, se sugiere efectuar otro experimento semejante.

No se encontró un efecto significativo de los tratamientos del suelo sobre el rendimiento de azúcar expresado en libras por tonelada ni en quintales por manzana.

En atención a los anteriores resultados y teniendo en cuenta que es de primera importancia en el cultivo de la caña de azúcar, el rendimiento de azúcar, podemos decir que el presente experimento no proveyó suficiente evidencia en favor de la práctica de arado del subsuelo, cuando menos para las condiciones del terreno en que se realizó el experimento.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1- Agote y Piñero, F. La caña de azúcar en Cuba. Ministerio de Agricultura. Tomo 1. La Habana. 1946. Pag.11 a 14 y 45
- 2- Barnes, A. G.- Agriculture of the Sugar Cone. London. Leonard Hill Limited. 1954. Pag. 2 a 4, 44 a 51
- 3- Boletín de estadística- Dirección Gral. de Estadística y Censos. República de Nicaragua. Epoca III. No. 8. Septiembre de 1960
- 4- Boletín Informativo- Este cultivo está en sus comienzos. SINCAI. Cortesía de Comercial Internacional. S. A.
- 5- Boletín Azucarero Mexicano- Floración de la caña. Junio. 1960
- 6- Bonillo, R. A- La siembra y el cultivo de caña de azúcar en Puerto Rico. Revista de Agricultura de Puerto Rico. 1959
- 7- Cendrero Curiel, O. Nociones de Historia Natural. Buenos Aires, Argentina. 1957
- 8- Cuadra K, D.- La continuación de barrenador en el Ingenio San Antonio. Upto. de Experimentación e Investigaciones. Ingenio San Antonio, 1961-1962
- 9- Chul, F. Reporte de tipos de suelos en el Ingenio San Antonio. 1963. Archivos
- 10- Distribución de raíces de caña CP-

34-79 sembrado en el fondo del surco y en el conellón; efectos del cultivo sobre los raíces. Estudio de Suelos. 12 de Julio de 1962. Ingenio San Antonio. Archivos

- 11- Dillewijn, C van- Botany of Sugar Cane. Waltham Mass, U.S.A. The Choronica Botanica Co. Book Department. 1952. Pag. 1 a 58
- 12- Estadístico Agrícola- Superficie y producción de los principales cultivos y cifras comparativas. Años agrícolas 1958-59 a 1962-63. Dirección Gral. de Estadística y Censos. Nicaragua
- 13- Feliciano, C- El juey y la coña de azúcar; Daños y combate. Revista de Agricultura de Puerto Rico. Departamento de Agricultura y comercio
- 14- Flores Cáceres, S. y Abarca Ruano, M- Plagas de la raíz de la coña de azúcar- Boletín azucarero Mexicano. Septiembre de 1961
- 15- Plagas del Follaje. Boletín Azucarero Mexicano. Noviembre 1961
- 16- Gonzalez Gallardo, A.- El combate del requitismo de la coña. Boletín Azucarero Mexicano. Junio 1960
- 17- Guagliumi G, P- La Candellilla- Boletín Azucarero Mexicano. Junio 1960
- 18- Hernández Orozco, J. V- La rata de la coña de azúcar. Boletín Azucarero Mexicano. Junio 1963

- 19- Instituto para el mejoramiento de la producción de la caña de azúcar. Investigaciones y resultados experimentales de la región cañera del Papaloapán. 1952-57. Mexico. D.F. Pags. 58, 83, 84 y 94
- 20- Isaías- Sagrada Biblia. Cap. 43; vers. 24. Traducción de Torres Amat.
- 21- Jacob, A. y Uexküll, H. von- Fertilización. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y sub-tropicales. Internacional Handelsmaats Chappij Voor Beststoffen. N.V. Amsterdam C. 1961. Pag. 169
- 22- Jeremías- Sagrada Biblia. Cap. 6; vers. 20 Traducción de Torres Amat
- 23- Le Clerk, Leonard, Clark- Field Plot Technique. Segunda Edición, pags. 155 a 156. Burgess Publishing Company. Minncasota, U.S.A, 1962
- 24- Lozano, M, J- La agricultura de la caña de azúcar. Revista de agricultura de los américas. Agosto. 1959
- 25- Mariote Irias, F. y Maldonado Capriles, J- Insectos perjudiciales de la caña de azúcar y su combate. Revista de Agricultura de Puerto Rico. Departamento de Agricultura y Comercio
- 26- Martin, J. P; Abbott, E. V; Hughes, C.G- Sugar Cane Diseases of the world. Vol 1. Elsevier publishing company. New York. 1961

- 27- Martínez, M. B y Lugo-López, M. A.- Tillage Tests: II The beneficial effect of subsoil fertilization on sugar-cane yields. Journal agriculture of the University of Puerto Rico. Vol. XXXVII ; No. 1 January, 1953
- 28- Lack of residual influence from subsoil fertilization of a sugar-cane plant crop upon the succeeding ratoon crop. The Journal of agriculture of the University of Puerto Rico. Vol. XXXVIII; July, 1954
- 29- Muller, G- Sugar Cane. Cultivation And Fertilization. Ruhr-Stickstoff. Germany. 1960, Pags. 9 a 12 y 15 a 26
- 30- Plagas y enfermedades de la caña de azúcar- Boletín Azucarero Mexicano. Diciembre 1962
- 31- Ramirez Martinez, A. El salivazo de la caña de azúcar. Boletín azucarero mexicano. Mayo, 1962
- 32- Revista Agricultura de las Américas- Producción de caña de azúcar en la India. Abril, 1963
- 33- Sanchez Navarrete, F- Pudrición Roja de la caña. Boletín azucarero mexicano. Diciembre de 1958
- 34- Samuels, G y Capó, B. G.- Research with sugar-cane fertilizers in Puerto Rico. 1910-54. Agricultural Experiment Station. Rfo Piedras. Puerto Rico. Marzo, 1956. Pags. 25 y 30
- 35- Sugar y Azúcar- Revista. Year Book. 1961. Vol XXIX. New York. U.S.A.
- 36- Solcott, G. N - Entomología Económica Puertorriqueña. Boletín 125. Mayo 1955. Estación Experimental Agrícola Universidad de Puerto Rico, Rfo Piedras, Puerto Rico

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1- Boletín azucarero mexicano - Órgano de la Unión nacional de productores de azúcar, S. A. de C.V. Comercial Nadrosa, S. A. México, D. F., Año de 1959. Mes de Octubre, Año de 1960. Meses de Febrero, Marzo, Mayo, Agosto, Septiembre, Noviembre. Año de 1961. Meses de Enero, Febrero, Julio, Agosto y Diciembre. Año de 1962. Meses de Enero, Febrero, Marzo, Junio, Julio, Septiembre y Octubre.
- 2- Hidalgo V, F- Labores culturales en la caña de azúcar, en la zona de abastecimiento del Ingenio San Cristóbal-Instituto Tecnológico Azucarero Veracruzano. Casamaloapán, Ver, México. Julio de 1961
- 3- Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar. Control de la floración de la caña de azúcar - México 1, D. F., 1959
- 4- Informe sobre el estudio del trabajo experimental para el control de la floración en algunas regiones de México. México 1959
- 5- Plagas y enfermedades. México 1, D. F., 1957
- 6- Principales coleópteros que atacan a la caña de azúcar - México, D. F., Boletín No. 3. Abril 1957

- 7- Instituto Tecnológico azucarero Veracruzano - Quinta conferencia de técnicos y consultores. Departamento de Genética y experimentación. Ver., México. 1961
- 8- Investigaciones y Resultados experimentales en el Monte, Tam. 1953-54. Unión Nacional de productores de azúcar, S.A., de C. V. México, D.F., 1955
- 9- Las enfermedades de la caña de azúcar - Oficina de Campos experimentales UNPASA. México, D.F., 1954
- 10- Lora, J.L. de la - Experimentación Agrícola Unión Tipográfica Editorial Hispano América. México, D. F., 1955
- 11- Proceeding of the 10th congress of the International society of sugar cane technologists. Hawaii. 1959. Elsevier Publishing company 1960. New York
- 12- Reyes Cano, R. - Quinta reunión de consultores y Técnicos. N. P. y K. Sus efectos sobre toneladas de caña por ha., Instituto tecnológico azucarero veracruzano. Ver, México. 1961
- 13- Sugar y Azúcar - Arturo Riolano, P.O. Box 506. Isabel, Puerto Rico.  
Año 1959. February; May, Juny, August; October; November; December.  
Año 1960. January; February; May; August; October.  
Año 1962. March; April, November; December

- 14- Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Published by University of Puerto Rico. Agricultural Experimentstation. Rfo Piedras. P. R.,  
Año 1953. July  
Año 1954. October  
Año 1956. July; October  
Año 1959. January  
Año 1962. April; October
- 15- Lesson, R. A; McCrory, L. R; Loupe, T. Denver - Louisiana sugarcane. Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College bulletin. April 1955
- 16- Zillions, J. R - Proceedings of the 11th Congress of the International society of sugar cane technologists. Mauritius, 1962. Elsevier publishing company. New York. 1963

A P A D I C A

Análisis estadístico de las toneladas de caña por hectárea.

| TRATAMIENTOS                                              | I      | REPETICIONES |        |        |        | VI     | TOTALES |
|-----------------------------------------------------------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|---------|
|                                                           |        | II           | III    | IV     | V      |        |         |
| Arado del suelo y abonamiento del mismo                   | 115.91 | 137.48       | 140.47 | 133.59 | 141.45 | 135.55 | 836.45  |
| Arado del suelo y subsuelo sin abonamiento en ambos       | 124.75 | 110.86       | 110.86 | 127.56 | 135.55 | 93.32  | 721.09  |
| Arado del suelo y subsuelo con abonamiento en el suelo    | 132.61 | 134.57       | 127.70 | 127.56 | 133.59 | 137.52 | 795.65  |
| Arado del suelo y subsuelo con abonamiento en el subsuelo | 128.68 | 128.68       | 132.61 | 127.70 | 143.41 | 136.54 | 797.62  |
| Arado del suelo y subsuelo con abonamiento en ambos       | 142.43 | 125.73       | 145.36 | 135.24 | 140.33 | 146.36 | 863.43  |
| Cute testigo con arado en el suelo, sin abonamiento       | 126.71 | 114.93       | 126.71 | 121.62 | 137.52 | 136.54 | 763.23  |
| TOTALES                                                   | 771.09 | 762.25       | 791.73 | 776.63 | 839.85 | 785.83 | 4747.38 |

Cálculos del análisis de la varianza de los datos de toneladas de caña por manzana.

$$\text{Factor de corrección } C = \frac{(4,747.38)^2}{36} = 626,044.91$$

$$\text{Totales} = (115.91)^2 + (139.48)^2 + \dots + (136.54)^2 - C = 4,519.84$$

$$\text{Repeticiones} = \frac{(771.09)^2 + (762.25)^2 + \dots + (785.83)^2}{6} - C = 611.32$$

$$\text{Tratamientos} = \frac{(206.45)^2 + (721.00)^2 + \dots + (763.23)^2}{6} - C = 1,870.18$$

$$\text{Error} = 4,519.84 - 611.32 - 1,870.18 = 2,038.34$$


---

Cálculo de diferencias mínimas significativas entre las medias de producción de caña de azúcar. Método de Duncan (23).

$$\bar{E}_x = \text{Error estándar de la diferencia entre medias.} = \sqrt{\frac{31.53}{6}} = \sqrt{5.255} = 2.29$$

En los cuadros de Duncan; con 20 grados de libertad para el error y el nivel del 5% de probabilidades.

|                                            |   |       |   |      |   |                    |
|--------------------------------------------|---|-------|---|------|---|--------------------|
| Para cálculos de diferencia entre 2 medias | = | 2,950 | x | 2.29 | = | 13.055             |
| "                                          | " | "     | 3 | "    | = | 3,097 x " = 11.376 |
| "                                          | " | "     | 4 | "    | = | 3,190 x " = 11.739 |
| "                                          | " | "     | 5 | "    | = | 3,225 x " = 11.868 |
| "                                          | " | "     | 6 | "    | = | 3,303 x " = 12.155 |
| "                                          | " | "     | 7 | "    | = | 3,339 x " = 12,287 |

## PLAGAS DE LA CANA DE AZÚCAR

En orden de importancia, las plagas que mayor daño causan a la caña de azúcar en el país, son las siguientes:

- 1) Salivita - Aeneolamia peltata Wlk
- 2) Langosta medidora - Alabama argillacea Hübner
- 3) Cogollero - Laphygma frugiperda Abbot y Smith
- 4) Barronador - Diatraea saccharalis Fabricius
- 5) Gallina ciega - Phyllophaga sp.
- 6) Chinche harinosa - Pseudococcus boniniae Kuwana  
Trioxys sacchari Cockerell
- 7) Aridos - Sipha flava Forbes

Salivita - Aeneolamia peltata Wlk (31). (17)

Se trata la plaga de mayor importancia de la caña de azúcar, no solo en Nicaragua sino en la mayor parte de las regiones cañeras de América.

Existen varias especies y sub-especies pero no han sido estudiadas y clasificadas en el país.

El insecto pertenece al orden de los hemipteros, familia Ceroespidae, (17). El adulto parece una mosquita de más o menos un centímetro de largo por seis a siete milímetros de ancho, de forma casi ovalada, color café o café violáceo, con dos bandas transversales de color amarillo sucio o rojo intenso sobre el dorso. El lado abdominal es crema. El insecto adulto pone los huevecillos en la hojarasca o dentro de los primeros centímetros del suelo cerca de las cepas de caña. Los primeros brotes de plaga comienzan a aparecer entre los meses de Julio a Agosto, y se presenta como una pequeña ninfa de color amarillento con cabeza rojiza que produce una especie de espuma que lo protege de allí su nombre- adherida al pie del tallo de la caña, entre los primeros nudos. También aparece en los sacos circunvecinos. El daño lo causan las ninfas chupando la savia de las raicillas de la caña que provocan un estancamiento en el desarrollo; pero el mayor daño lo causa el adulto sobre el follaje. Al picar la hoja los adultos inyectan junto con la saliva una cantidad de enzimas que digieren los tejidos de la hoja; este alimento predigerido es el que nutre al insecto. (17) Esta enzima se extiende alrededor de la zona atacada, y cuando son muchos los insectos, secan la hoja.

## Control.

Se da dos tipos: el combate del adulto, y el de la ninfa. Para ambas cosas, el insecticida que mejores resultados ha dado hasta la fecha en el Ingenio San Antonio, así como el más barato, ha sido el D. H. C., al tres por ciento, en polvo. Se aplican treinta libras por manzana para el control del adulto, y cuarenta libras por manzana para el control de la ninfa. En México también ha dado magníficos resultados (15), (17).

### Langosta medidora - Alabana guillanera Hübnér

El adulto es una mariposa de la familia Noctuidae que deposita sus huevos en las hojas de la caña de azúcar o en las malezas que la circundan, de donde salen las larvas que son las que atacan la hoja de la caña.

Se presenta esporádicamente atacando la caña sobre todo en la época de lluvias. Se le combate con D. H. C., al tres por ciento, en polvo, treinta libras por manzana; Kethil paration líquido, uno a uno y medio litros por manzana; En drin líquido, uno a dos litros por manzana; Cevin en polvo mojable, tres a cuatro libras por manzana, y otros.

Leucospis - Leucospis fraxinifera Abbott y Smith (36) (15) (25)

Se presenta atacando la caña sobre todo en la época de sequía, en los retoños, especialmente en aquellas variedades de hoja más suculentas, como var: Trejón, Sádilla, Elá y otras.

En el Ingenio San Antonio, el autor ha encontrado tres especies atacando la caña, entre las cuales cabeceale al Luchaga por estar actuando con un comportamiento desmesurado sobre las otras dos especies que aún no han sido enviadas para su identificación.

Se le combate igual que a la langosta, pero esta plaga causa más daños que la anteriormente mencionada porque ataca mayor número de mazorcas y suele brotar nuevamente en los lotes donde se la ha controlado por primera vez.

Percepción - Zizania saccharalis Fabricius (36) (25)

Según estudios realizados por Cuadra (8), en el Ingenio San Antonio, esta plaga, aunque es de primera importancia en otras regiones cañeras, no amerita control en San Antonio.

El procedimiento puesto en práctica para determinar la contaminación del barrenador fué elaborado por el Departamento de Antomología de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. El método consiste en tomar al azar, diagonalmente o en forma de cruz, dependiendo de la conformación de las plantíos de caña, cien cañas enteras cortadas por cada diez manzanas.

Cada caña cortada, se revisa canuto por canuto, anotando el nombre del plantío, el número de manzanas examinadas el número de canutos, el número total de canutos taladrados y el número total de cañas barrenadas.

El porcentaje de infección de canutos se obtiene multiplicando el número total de canutos barrenados por cien y dividiendo el producto entre el número total de canutos examinados. Si este porcentaje de infección de canutos oscilara entre el diez e quince por ciento, o superior, entonces justifica aplicación de insecticidas. En el caso de infección de tallos, si dicho porcentaje sobrepasa el cincuenta entonces amerita medidas de control.

#### Gallina Ciega - Carillechaca sp. (36) (14)

El adulto es un escarabajo que en las noches se nota volando cerca de las luces de las casas. Esta plaga ataca

Las raíces de la caña de azúcar, en forma de gusano, el cual vive hasta nueve meses en el terreno. Cuando su número excede de diez gusanos por cepa, ya amerita control. El daño se nota en las hojas que comienzan a amarillear y a secarse, y al arrancar una mata de caña ésta sale bastante fácilmente del terreno, encontrándose la gallina ciega entre las raíces y la tierra que traen adherida o debajo de las raíces en el terreno.

Para su control se puede usar Aldrin, dos a cuatro libras de material puro por manzana; clordano en polvo al veinte por ciento, cuarenta libras por manzana y BHC al tres por ciento, cuarenta libras por manzana.

Chinche harinosa - Pseudococcus conissus Kuwana Trionyx sacchari Cockerell. (31) (25).

Debajo de las vainas de las hojas de la caña se encuentran a menudo unos hilos cerosos y una especie de polucilla. Este es la envoltura con que la chinche harinosa cubre sus huevos y a ella misma que es una chinche pequeña gris o rosa, carnosa y ovalada. Chupa los jugos de la caña y produce una secreción cerosa y un líquido azucarado que le gusta mucho a las hormigas. La chinche harinosa mide siendo adulta cerca de un cuarto de pulgada de largo.

La cincha harinosa casi nunca existe en cantidad suficiente como para que amerite control.

#### Afidos - Sipha flava Forbes (36) (15)

Se encuentran normalmente en la cara inferior de las hojas de la caña de azúcar, chupando los jugos de esta. Cuando su ataque es fuerte, la hoja de la caña presenta una coloración roja y se comienza a marchitar y a secar de la punta hacia abajo. Como tienen gran cantidad de enemigos, los afidos no prosperan mucho en la caña de azúcar, por lo que normalmente no ameritan control.

#### Resaca.

Se hace esta separación con el fin de diferenciar algunas plagas de la caña de azúcar que no pertenecen al orden de los insectos.

#### La Rata.

La rata es una de las plagas de mayor importancia no solo en Nicaragua sino en todas las regiones cañeras. Se puede asegurar que no hay variedad de caña que no ataque este roedor, sin embargo, prefiere algunas variedades más que a otras. En México han sido identificadas las siguientes especies que atacan la caña (18)

Peromyscus leucopus torreana Morr.

Peromyscus truei levis Morr.

Peromyscus latirostris alc.

Craneus cepes quaticus Alston y

Lyons Arceuthobium torreana Morr.

Para combatirlos se emplea actualmente Galinto de alto contenido con más molida y un poco de miel. También ardrín (Compound 42), que es un anticoagulante de efecto acumulativo. A escala experimental están probando en México el Ardrín que está dando buenos resultados. (34)

Para conocer el índice de infestación de ratas, se colocan cien trampas distribuidas uniformemente en el campo de caña en observación, cada veinte pasos entre una y otra trampa, y al día siguiente se observa el número de ratas capturadas. El número de ratas obtenidas es el índice de infestación, que si sobrepasa de uno ya amerita control.

### Atlixcoatl

Es otra plaga de importante destrucción en muchos lugares que poseen tierras cercanas al mar. Se ve en el campo de color rosado en el lado atlántico y más en la región superior con velocidades en las praderas.

de profundidad perfora en los campos de caña, alimentándose del cogollo de los retoños. Su nombre científico es Cardi-  
soma guianensis (11)

Para su combate se ha usado en Puerto Rico (12), Al-  
corno, preparado en una maceta de Alcorín al veinticinco por  
ciento con cien partes iguales de agua, superándose esta so-  
lución dentro de la cueva. Tiene el inconveniente de que  
el campesino consume el tihuanal como plato de primera cate-  
goría, y si lo encuentra fuera de la cueva se lo llevaría  
con las funestas consecuencias que esto puede acarrear. En  
Nicaragua existe un veneno eficazísimo contra el tihuanal  
que lo usan los pescadores para atraparlo. Es el veneno de  
una planta conocida comúnmente como "barbasco" que es un bo-  
mbo que crece abundantemente en toda la costa del Pacífico.  
Este bombo se muele y se mezcla con maíz molido, más cono-  
cido en el país como pinol, y añaden a miel; se deja fermentar  
en un recipiente de vidrio por unos tres a cinco días y  
se colocan en pequeñas porciones en la boca de la cueva del  
tihuanal durante la tarde para que el congrejo lo coma al sa-  
lir por la noche. Este modo de combatir tiene la ventaja de  
que el tihuanal aunque muerto, queda apto para su consumo.  
Se conoce que el mapache ejerce un control biológico sobre  
el tihuanal porque este congrejo es uno de sus platos favo-  
ritos.

## ENFERMEDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN NICARAGUA

Según observaciones realizadas hasta la fecha en el Ingenio San Antonio, son cuatro las enfermedades que atacan la caña de azúcar en este lugar: Mosaico, Raquitismo, Raya roja y Enorme Rojo.

### Mosaico - *Xanthomonas sacchari* (26)

Esta enfermedad es producida por un virus y se caracteriza por rayas moteadas de color amarillo verdoso en la lámina de las hojas más jóvenes de la caña, con un tinte más claro que el verde que ordinariamente tienen las hojas sanas.

Estas rayas amarillo-verdesas no tienen contornos claramente definidos y por esta razón las hojas parecen moteadas de amarillo. La intensidad del ataque depende de las diferentes razas de mosaico que atacan la caña; algunas causan ataques severos y otras, leves.

### Control y erradicación del Mosaico.

Se puede realizar el combate del Mosaico, de tres maneras:

1) Previniendo; 2) Erradicando y 3) Controlando.

### 1) Prevención.

No debe llevarse la semilla de casa de áreas infestadas a terrenos sanos. Si es necesario introducir semillas, sembrar éstas en campos aislados y controlando bien las plagas chupadoras como el afido, e inspeccionar esta semilla en los campos de donde se trae para comprobar que está exenta de mosaico. Inspeccionar periódicamente la nueva siembra para determinar los síntomas en cuanto aparezcan.

### 2) Erradicación.

Es muy difícil; sin embargo, en muchas regiones cañeras solo existe el mosaico en pequeñas cantidades, pudiendo intentarse eliminar toda planta atacada.

### 3) Control.

Como el mosaico se propaga con bastante lentitud en algunas variedades, es preferible usar semilla de estas variedades resistentes para que estén exentas del virus. Controlar los insectos que transmiten la enfermedad, como los afidos.

Wasmuthiana. (Lateon Stunting disease) - Virus (26).

Es una enfermedad difícil de diagnosticar porque no presenta síntomas característicos que la descubran. Se manifiesta sobre todo en las coseas como un enanismo remarcado y un alto descenso de la producción en toneladas de caña. Al rajar a lo largo algunos de los tallos se presenta una coloración amarillenta en la base de los nudos, pero con intensidad variable de planta a planta y de campo a campo. También se presenta una coloración rojiza de las vainas o fibras vasculares del tallo justamente en el punto donde entran al tejido duro del nudo, aproximadamente al nivel de la base de la yema. Algunas veces la coloración es tan severa que forma un moteado rojo o de anaranjado a café rojizo en el corte del tallo.

Control.

El control de esta enfermedad se hace en los trozos semilla. El tratamiento consiste en la inmersión de la semilla en agua a ciento veintidos grados Fahrenheit, o sea, a cincuenta grados centígrados por dos horas; o a ciento veintiseis grados Fahrenheit cincuenta y dos centígrados por hora y media; también en hornos con aire caliente a cincuenta y ocho grados centígrados por ocho horas (16) Esta caña así tratada se siembra en parcelas que servirán posteriormente para semilla.

Esta enfermedad se transmite de una planta a otra por medio del machete de los cortadores.

### Mancha roja.

Es una enfermedad de la hoja producida por una bacteria *Phytophthora rubrilancea*. (26)

La mancha roja assume dos formas de ataque: la raya en la hoja y la pudrición del cogollo. Pueden ocurrir separadas y combinadas, y son favorecidas por la humedad atmosférica relativamente alta.

El rayado de la hoja se caracteriza por la presencia de rayas rojo oscuro, largas, angostas y uniformes. Se presentan generalmente en la parte media de la hoja y cerca de la nervadura central, pero algunas veces se concentran hacia la base de la hoja. Las rayas varían en su ancho, de cuatro décimas de milímetro a cuatro milímetros, y en su longitud, de unos pocos centímetros al largo total de la hoja. Se presenta más bien en las hojas jóvenes y de mediana edad, que en las viejas.-

Las plantas afectadas con la pudrición del cogollo muestran las hojas más viejas amarillentas y marchitas, y pueden exhibir el rayado típico rojizo, de la enfermedad. Las vainas de las hojas correspondientes a los entrenudos afectan-

Los a menudo manifiestan una coloración rojiza al exterior, y salpicaduras rojizas en la superficie interior. Al rajar los tallos afectados se observa una desintegración rojiza o café, y a medida que la pudrición progresa se forman grandes cavidades dentro de los entrenudos. La pudrición del cogollo tiene un olor pútrido.

El organismo causal de la enfermedad clasificada como Phytophthora ha sido cambiado al género Xanthomonas. (26). La enfermedad se transmite más que todo por el viento y la lluvia.

#### Control.

Siembrar de variedades resistentes.

#### Huero Rojo.

Esta enfermedad es producida por un hongo que en su estado sexual se denomina Phytophthora fusicaulis Speg. (26) en su estado asexual se denomina Gallotrichum fuscum Mont (26). (33).

Se presenta en las hojas de la caña como una lesión alargada en la nervadura central, áreas rojizas en las vainas y rara vez pequeños puntos sobre las hojas. Las lesiones de la nervadura central aparecen primero como pequeños puntos rojos que se extienden rápidamente en ambas direcciones, fusio-

nándose para formar lesiones alargadas o permaneciendo desunidos.

La enfermedad puede infectar cualesquier parte de la caña, pero su importancia principal es como enfermedad de los tallos en pie, y solo se puede observar rajando el tallo a lo largo. Los tejidos enfermos son de un rojo opaco, interrumpido ocasionalmente por manchas alargadas en ángulo recto con el eje del tallo. Estas manchas son específicas de la enfermedad y pueden ser buscadas cuando se escache que hay muermo rojo.

El hongo se transmite de una siembra a la siguiente por los trozos de semilla infectada, y de una planta a otra por el viento y la lluvia que diseminan las esporas del hongo producidas en la nervadura de la hoja.

Produce pérdidas porque baja la población en la plantilla y la soca; además de que deteriora el tallo, invierte la sacarosa en la caña moladora, da problemas en la elaboración en fábrica, disminuye la extracción de jugo baja la pureza y produce otros cambios químicos desfavorables (26)(33)

El uso de variedades resistentes es el mejor procedimiento para controlar el muermo rojo.

# I N D I C E

| Capítulo                                                                             | Página |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| I Introducción . . . . .                                                             | 1      |
| II Revisión de Literatura                                                            |        |
| Historia de la caña de azúcar . . . . .                                              | 3      |
| Taxonomía de la caña de azúcar . . . . .                                             | 3      |
| Morfología de la caña de azúcar . . . . .                                            | 4      |
| Importancia del cultivo de la caña<br>de azúcar en Nicaragua . . . . .               | 6      |
| Cuadro de superficie y producción<br>de principales cultivos anuales . . . . .       | 6-a    |
| Producción de azúcar - años 1943-1957 . . . . .                                      | 6-b    |
| Producción de azúcar y valor de las<br>Exportaciones en los años 1953-1959 . . . . . | 6-c    |
| Métodos de cultivo de la caña de azú-<br>car en Nicaragua . . . . .                  | 7      |
| Problemas del cultivo de la caña de<br>azúcar en Nicaragua . . . . .                 | 9      |
| La necesidad de agua de riego . . . . .                                              | 9      |
| Plagas . . . . .                                                                     | 10     |
| Pestes . . . . .                                                                     | 11     |
| Enfermedades de la caña de azúcar<br>en Nicaragua . . . . .                          | 12     |
| La selección de variedades y su<br>época de corte . . . . .                          | 12     |
| Revisión de Literatura . . . . .                                                     | 13     |
| Labor experimental realizada con<br>caña de azúcar en Nicaragua . . . . .            | 15     |
| III Materiales y Métodos                                                             |        |
| Tipo y perfil del suelo . . . . .                                                    | 17     |
| Preparación del suelo . . . . .                                                      | 17     |
| Materiales y época de siembra . . . . .                                              | 17     |

| Capítulo                                                                                                                                                                                           | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Variedad usada . . . . .                                                                                                                                                                           | 19     |
| Descripción de la variedad Inojan . . . . .                                                                                                                                                        | 19     |
| Tamaño y forma de la parcela experimental . . . . .                                                                                                                                                | 20     |
| El diseño . . . . .                                                                                                                                                                                | 21     |
| Cuadro de la distribución . . . . .                                                                                                                                                                | 21     |
| Plano de campo . . . . .                                                                                                                                                                           | 22     |
| Fertilizantes usados, cantidad y forma de aplicación . . . . .                                                                                                                                     | 22     |
| Lugar de la siembra . . . . .                                                                                                                                                                      | 22     |
| Notas tomados . . . . .                                                                                                                                                                            | 23     |
| La cosecha . . . . .                                                                                                                                                                               | 23     |
| Cuadro delrix de la caña de azúcar<br>cuadro de los porcentajes de sacarosa<br>de la caña de azúcar . . . . .                                                                                      | 24-a   |
| Cuadro de los porcentajes de pureza de<br>caña de azúcar - Cuadro de los índices<br>de pureza de caña de azúcar . . . . .                                                                          | 24-b   |
| IV Presentación de resultados y discusión . . . . .                                                                                                                                                | 26     |
| Cuadro de los datos numéricos obteni-<br>dos en el primer corte de un ensayo de<br>seis diferentes tratamientos del suelo<br>para el cultivo de la caña de azúcar.. . . .                          | 26-a   |
| Cuadro de las toneladas de azúcar por<br>manzana - Cuadro del análisis de la va-<br>rianza de los datos de toneladas de caña<br>por manzana. . . . .                                               | 26-b   |
| Cuadro de la agrupación de los incre-<br>mientos promedio de caña de azúcar de<br>acuerdo a las diferencias mínimas sig-<br>nificativas - Cuadro de los litros de<br>azúcar por tonelada . . . . . | 26-c   |
| Cuadro de los quintales de azúcar por<br>manzana obtenidos con los seis trat-<br>mientos del suelo . . . . .                                                                                       | 26-d   |
| V Conclusiones . . . . .                                                                                                                                                                           | 35     |

|    |                   |    |
|----|-------------------|----|
| VI | Resumen . . . . . | 37 |
|----|-------------------|----|

## Apéndice

Análisis estadístico de las toneladas  
de caña por manzana

Cálculos del análisis de la varianza de  
los datos de toneladas de caña por manzana.

Cálculo de diferencias mínimas significativas  
entre los medios de producción  
de caña de azúcar.

Plagas de la caña de azúcar

Pestes de la caña de azúcar

Enfermedades de la caña de azúcar