

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA

**Experimento Sobre Fertilizantes para la
Caña de Azúcar. Zona de Abastecimiento
del Ingenio Tamazula, S. A.**

T E S I S

Que para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo

presenta:

MANUEL VIERA LARES

Este trabajo es el fruto de la vocación y el
empeño, del cariño y dedicación de

Manuel y Olivia

Mis padres, quienes hicieron posible mi forma-
ción profesional, dándome los lineamien-
tos morales y materiales para lograr la
fé en la vida y conocer los valores natu-
rales de nuestra existencia

A ellos, con todo amor y reconocimiento, dedico
este estudio como testimonio de que
cumplieron como padres, ofreciéndoles,
así mismo, cumplir como hijo

RECONOCIMIENTO

De inestimable valor fué para mí, en el transcurso de la elaboración de éste trabajo, la ayuda moral y material recibida de muchas personas, entre los que quiero mencionar en una forma especial, al Sr. Lic. Javier Vereá Prieto, Gerente del Ingenio - Tamazula, S.A. por haberme dado todas las facilidades posibles para realizar no solo éste trabajo, sino mis prácticas en dicha empresa durante mi carrera. Al Ing. Alfonso González Gallardo Ex-Director del Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar y a todos los colaboradores del Ingenio Tamazula, S.A. y del IMPA. por haberme permitido aprender, practicar y trabajar con ellos.

Quiero agradecer al Dr. Bonifacio Ortíz Villanueva, Jefe de la Sección de Suelos del IMPA, su desinteresado apoyo moral y material; al Ing. Rodolfo Saldaña Castruita por su inestimable ayuda en el asesoramiento de éste trabajo. A los señores catedráticos, Ing. José Mauricio Muñoz, Ing. Julio Espinoza Hidalgo y Biólogo Ernesto Meza Arrona por su ayuda como asesores y maestros de tesis.

De una manera especial quiero demostrar mi agradecimiento a la Universidad de Guadalajara por haber proporcionado los medios necesarios para mi formación profesional.

I N T R O D U C C I O N

Tomando en consideración los grandes pasos dados en lo referente a la tecnificación y modernización del campo en México, llegamos a la conclusión de que es necesario el planteamiento mismo de los problemas existentes en todas las áreas de cultivo, - para poder erradicarlos, desde sus raíces mismas y poder aplicar - esas técnicas y modernizaciones de que tanto se habla.

En el campo de la caña de azúcar, es muy loable lo - hasta ahora alcanzado en todas y cada una de las zonas de abastecimiento de los ingenios mexicanos en el aspecto técnico; sin embargo, es aún mucho el camino que falta por recorrer. Por la importancia de su significación económica, es uno de los cultivos que en mayor escala contribuye a la integración económico-social del país. - Se siembra en el 6.3% de las tierras consideradas agrícolamente seguras del país.

La producción de caña de azúcar depende del ambiente físico determinado por las circunstancias imperantes en cada región, mismas que no pueden ser modificadas por el agricultor cañero, y de las prácticas agrícolas que sí pueden ser cambiadas y mejoradas por el hombre; así, para obtener un rendimiento costeable en campo y fábrica, se requiere:

- 1.- Suelos fértiles, adecuadamente provistos de nutrientes y de humedad, profundos, con buen drenaje y aereación.
- 2.- Variedades convenientes para dicha área.

- 2.1.- De alto rendimiento
- 2.2.- Con resistencia a
 - 2.2.1. Plagas
 - 2.2.2. Enfermedades
 - 2.2.3. Acame
- 3.- Buena preparación del suelo y labores - culturales oportunas y adecuadas.
- 4.- Fertilización adecuada y tecnificada; - aplicada con eficiencia y oportunismo.
- 5.- Combate de malas hierbas.
- 6.- Combate de plagas-insectos y roedores.
- 7.- Prevención de enfermedades.
- 8.- Cosecha eficiente y oportuna.

Partiendo desde estos factores, y sentando bases en las inferencias que de ellas podemos obtener, podemos formarnos una idea real de la situación de México en lo referente a la producción de azúcar. Además de los antes enumerados, contamos con otros factores, que, por no estar al alcance del agricultor el alterarlos, los calificamos como factores supeditados a las condiciones ambientales y climáticas de la zona. Estos son:

- 1.- Temperatura
- 2.- Precipitación pluvial
- 3.- Fotoperiodicidad
- 4.- Heladas, granizos y otras inclemencias extremas (ciclones).

Estos factores poseen un caracter más o menos constante y determinan, teóricamente, los rendimientos máximos en las respectivas localidades en que se estudien.

Le daremos mayor importancia a los factores físicos-alterables, tomando en consideración que el primero y el cuarto, según la metodología moderna, son puntos oscuros en nuestro país. La mayor parte de los estudios aplicables o aplicados en los ingenios de México, son copias de estudios hechos en otros países.

Reconozcamos ahora, la labor de gran mérito llevada a efecto por algunos institutos de investigación de México, y sin dejar a un lado el hecho de que existen estudios sobre el tema de fertilización para México, nos abocamos directamente al problema.

La experimentación sobre fertilizantes está enfocada a un nivel general para todos los ingenios, en donde se toman en cuenta los factores físicos y climáticos, pero el hecho de que estén efectuados en campos experimentales, muy fuera de la realidad práctica, nos deja ver que el rendimiento de campo no puede ser el mismo que en una zona de producción comercial.

Estamos concientes de que algunas recomendaciones hechas por un campo experimental, puedan dar buenos resultados para algunos ingenios con similares condiciones físicas y climáticas. Pero también es de notarse que al variar uno solo de los factores, puede variar el resultado experimentado.

Entonces, si se montaran campos experimentales en todas las zonas de abastecimiento, obtendríamos datos satisfactorios particulares para cada ingenio y el rendimiento de campo motivado por el factor fertilizante, sería el óptimo.

He aquí la finalidad del presente estudio.

En la actualidad se cuenta con un lote experimental de fertilizantes en todas o casi todas las zonas comerciales de producción de caña de azúcar. Trabajando con las condiciones conocidas en la zona del Ingenio Tamazula, S.A., se obtendrá una o varias fórmulas de fertilizantes para mejorar hasta donde sea posible la producción de caña, y así mismo, poder dar al agricultor una recomendación hecha sobre bases sólidas y verídicas.

El Instituto para el Mejoramiento de la Producción de azúcar - IMPA - ha trabajado, en este renglón, árdamente y gracias a sus investigadores se han logrado grandes avances. En Tama-

zula, se experimentó en 1964 (14) (*) el ensayo llamado 30-30-30- con variedades N; Co. 310, obteniéndose fórmulas como la 20-10-10; 17-4-8; 20-20-20, las cuales siguen usándose.

(*) El Ing. Rodolfo Saldaña C. amablemente proporcionó acceso a -- sus archivos personales en la oficina del IMPA en Tamazula, -- Jal.

DATOS GENERALES DEL INGENIO TAMAZULA SOCIEDAD ANONIMA. (26)

El Ingenio Tamazula, S.A. se encuentra ubicado en las afueras de la ciudad del mismo nombre, sobre el Kilómetro 95 de la carretera Jiquilpan-Manzanillo. Al margen izquierdo del Río Tamazula; localizado a 19°38' latitud norte y a 103°16' longitud oeste del Meridiano de G. Su altitud sobre el nivel del mar es de 1,127 m.

Clima semicálido y semihúmedo, con estación invernal bien definido según Thornthwite modificado por Contreras Arias, y según Koeppen, Calw, templado húmedo, seco en invierno, lluvias en verano, apto para cultivos; con una precipitación media de 900 mm., teniendo su máxima durante junio, julio, agosto y septiembre. Temperatura media anual de 22°C. Máxima de 32°C. y mínima de 9°C.

Su zona de abastecimiento, situada en la Zona Cañera III. según el Prof. A. Contreras Arias, es de 9,500 has divididas en dos zonas: Tamazula y Santa Cruz. Únicamente el 8% de la superficie cultivada es de temporal. Su topografía es ondulada, con pendientes propias para buen drenaje. Son complejo de montaña; aluviales e In-situ. Suficiente profundidad de solum. Su grado de erosión muy leve, siendo su fertilidad mediana y con reacción moderadamente alcalina. Su textura varía de migajón arcilloso a migajón-arcillo-arenoso. Es marcada la deficiencia de nitrógeno y potasio. En fósforo no hay limitaciones. Los micronutrientes se encuentran en cantidades adecuadas para la planta.

La tenencia de la tierra está distribuida como sigue

60% tierras ejidales	1,700 productores de caña
40% tierras de p. propiedad	414 productores de caña

Las variedades de caña que se cultivan son:

N: Co. 310	77.8 %
Co. 290	6.3
Mex 53-142	3.2
C.P.29-203	1.0
Otras	11.7
TOTAL	100.0 %

La preparación del suelo se hace con maquinaria pesada y la siembra y fertilización se efectúa según técnicas implantadas. Se fertiliza con las fórmulas: 17-4-4-; 17-4-8 y se prueba la 26-8-12. El pulgón Amarillo es la única plaga de importancia y es controlada eficientemente.

MORFOLOGIA DE LA CAÑA DE AZUCAR- (12)

La caña de azúcar, es una monocotiledonea en el Orden de las Glumifloras; es una gramínea perenne - o considerada -- bi-anual -, cuyo cultivo está limitado a una zona que se extiende a los 35° al norte y al sur del Ecuador - hacia los Trópicos. Perteneció al Género Saccharum, dividido en 1925 por Jeswiet y anteriormente por Lineo. La silvestre, *S. spontaneum* L. es una caña pobre en sacarosa y contiene mucha fibra, por lo que, su cultivo es prohibitivo.

Las especies de caña nobles y ricas en sacarosa, *S. officinarum* L. son las cultivadas en casi todos los países azucareros.

HISTORIA.- Es nativa de las regiones tropicales y subtropicales de Oriente. De Nueva Guinea, 8000 años A.C. fueron -

llevadas a las Nuevas Hébridas y Caledonia; posteriormente, en -- 6000 años A.C. Filipinas, Borneo, Sumatra, Burma, China e India, y a Hawái entre 500 y 1100 años D.C. Fué establecida en Sicilia y Es paña en los años de 700 a 750 D.C. Colón, en su segundo viaje a -- América -1493- la llevó a Santo Domingo, aunque no hay evidencia - de que ésta haya sobrevivido. A partir de entonces se ha traído -- más caña hasta que la industria azucarera tuvo bastante auge, sien do en Brasil -1500- y México -1522- donde sento sus cimientos; en Cuba se sembró a partir de 1772, en Luisiana 1751.

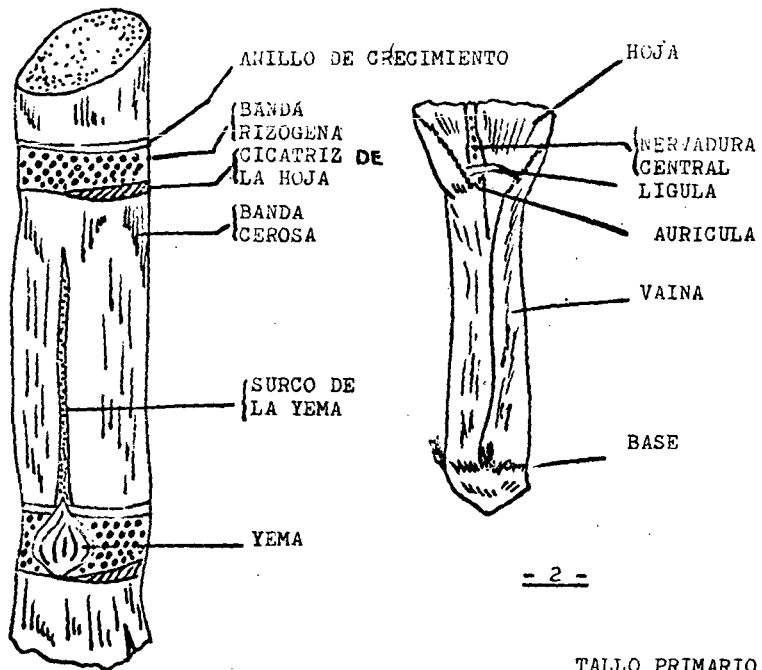
En México fué introducida por Hernán Cortes, inician do su cultivo en la región de los Tuxtlas Veracruz. El mismo Cor-- tes instaló el primer trapiche y trasladó el cultivo a Coyoacán y Cuernavaca. Posteriormente, el cultivo se extendió por lo que ahora es la zona cañera nacional.

TALLO.- El largo del tallo, bajo condiciones muy fa-- vorables puede llegar a medir hasta nueve metros, pero la longitud media es de cuatro metros. Su color, el largo de los canutos, dis-- posición de entrenudos, forma de yemas, disposición de las raíces-- y demás características agronómicas, son caracteres que varían de-- una variedad a otra. El tallo carece de ramificación. Ver figura - No. 1.

HOJA.- Se encuentra adherida a los nudos y usualmen-- te se isertan en disposición alterna en lados opuestos del tallo.- Puede ser erecta con puntas caídas, o erecta secamente, o doblada. Se puede localizar, ancha, media y/o angosta. Ver figura No. 1.

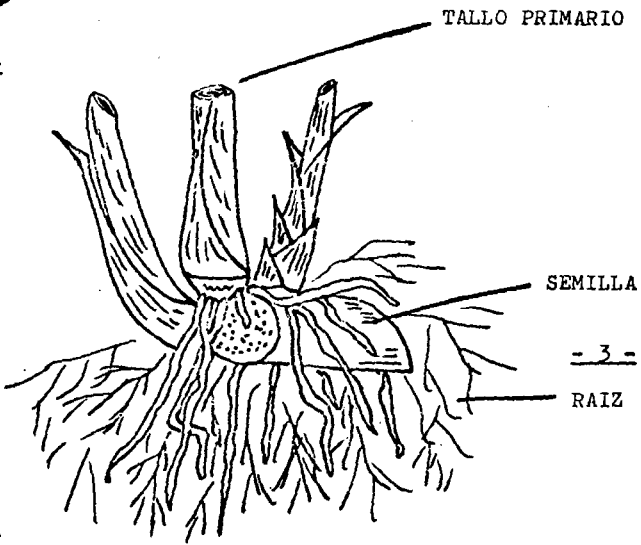
INFLORESCENCIA.- Es una panícula sedosa que se compo-- ne de cientos de millones de espiguillas, cada una de las cuales - contiene una flor perfecta -hermafrodita-. Ver figura No. 2.- Des-- de el punto de vista del productor de caña, la floración es inde-- seable por disipar energía que bien pudiera destinarse al almacena-- miento de azúcar en los tallos. Además, produce un acorchamiento - en el tallo.

RAIZ.- Es fibrosa y fasciculada que le sirve de sos-



- 1 -

- 2 -



- 3 -

de: van Dillewijn
 tomado: Fuentes H.
 dibujó: M. Viera L.

FIG. 1.- Porción de tallo (1) con sus principales secciones. Parte de una hoja (2) desde su nacimiento en el tallo, y una cepa (3) con las partes bien identificadas.

tén y de conducto de absorción de agua y nutriente. -Ver figura --
No. 1. Parten de la parte rizógena del tallo para adherirse al sue
lo conforme la nueva planta vaya creciendo.

CLIMA.- La caña de azúcar es planta esencialmente de
clima cálido; crece lentamente con temperatura abajo de 15°C. rea-
lizando un crecimiento activo por encima de los 20°C. Requiere una
pluviosidad anual de 1,200 a 1,800 mm. o en su defecto un buen cí-
clo de riego.

COMPOSICION ANATOMICA.- La caña de azúcar, al momen-
to de su madurez industrial, se compone de:

- + Tallo molible -50-60%-
 - + Cogollo formado por hojas verdes -10-15%-
 - + Hojas secas y en proceso de desecación (paja)
-20-25%-
 - + Rizomas y raíces -10%-
- El tallo de la caña contiene:
- + Agua 73%
 - + Materia Orgánica 26% -la mitad es fibra-
 - + Materia mineral menos del 1%

La composición química de la materia seca de las ho-
jas verdes es constante. Las hojas más viejas, secas y en proceso-
de desecación, contienen mucho menos nitrógeno y potasio que las -
hojas tiernas, lo que se debe en gran parte al traslado de esos nu
trientes al tallo.



de: van Dillewijn
tomado de: Fuentes H.
dibujó: M. Viera Lares

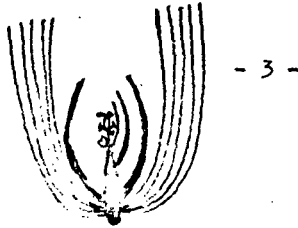
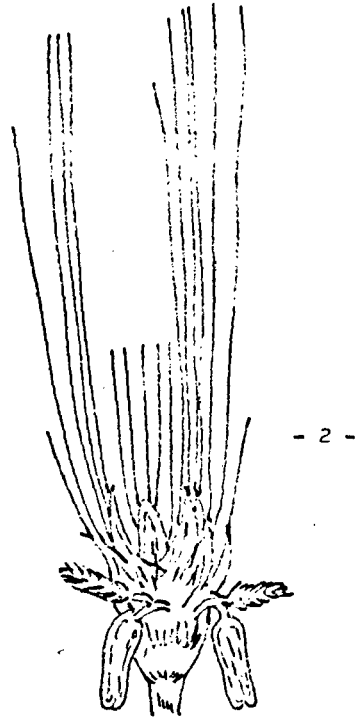
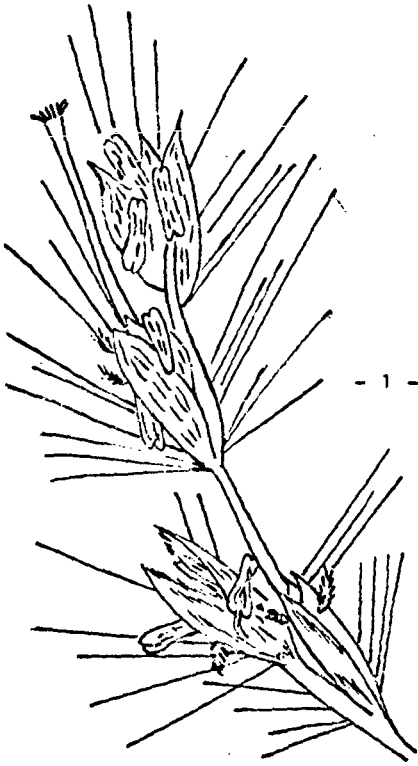


FIG 2.- Lámina donde aparece: 1) La espiga de una inflorescencia de caña mostrando las flores sesiles y las pediceladas. 2) Una flor sencilla de caña de azúcar. 3) Corte vertical de una florecilla mostrando sus partes principales.

C O N T E N I D O

<u>CAPITULO</u>	Página
Reconocimiento	III
Introducción	IV
Datos generales del Ingenio Tamazula, S.A.	VIII
Morfología de la caña de azúcar	IX
Contenido	XIV
Índice de láminas y cuadros	XVI
I REVISION DE LITERATURA Y NOTAS	1
II MATERIALES Y METODOS	10
Nutrientes por ensayar	10
Matriz de tratamiento	12
Diseño usado	14
Tamaño de la parcela	14
Tamaño del experimento	17
Variedad usada	18
Ubicación del lote experimental	19
Tratamientos	20
Descripción general del suelo	24
+Muestreo, para fines de fertilidad	24
Descripción climatológica de la zona	28
Siembra y cultivos efectuados	29
Fertilización - Dosificación	29
Observaciones sobre el cultivo	33
Equipo necesario	34
III RESULTADOS	35
IV DISCUSION	53
Comparación de resultados.- Justificación económica del experimento.- Recomendaciones	

	Página
especiales.	54
V CONCLUSIONES	
VI RESUMEN	57
B I B L I O G R A F I A	58

INDICE DE LAMINAS Y CUADROS

	Página
Figura No. 1.- Descripción de la caña	XI
2.- Descripción de la flor	XIII
3.- Diseño del cubo doble	13
4.- Diseño de la parcela experimental	15
5.- Diseño de los lotes	16
.	
Cuadro No. 1.- Tratamientos	21
2.- Tratamientos en repeticiones sin distribu- ción al azar	22
3.- Tratamientos en repeticiones con distribu- ción al azar	23
4.- Resultados de análisis mecánica del suelo.	26
5.- Resultados de análisis de rutina del suelo	27
6.- Cuadro climatológico	28
7.- Dosificación Sub-bloque 1	30
8.- Dosificación Sub-bloque 2	31
9.- Rendimientos medios RI	36
10.- Rendimientos medios RII	37
11.- Análisis foliares (Hoja 3) RI	38
12.- Análisis foliares (Hoja 3) RII	39
13.- Análisis foliares (Hoja 5) RI	40
14.- Análisis foliares (Hoja 5) RII	41
15.- Resultados de campo RI	42
16.- Resultados de campo RII	43
17.- Análisis de madurez RI	44
18.- Análisis de madurez RII	45
19.- Análisis estadístico	46
20.- Tratamientos y sus rendimientos en orden descendente	48
21.- Diferencias de los tratamientos	49
22.- Costo de cultivo	51
23.- Redituabilidad de tratamientos	52

C A P I T U L O I

REVISION DE LITERATURA Y NOTAS.

HISTORIA

Dentro de nuestro país, se ha incrementado a últimas fechas -dos décadas- la investigación agrícola intensiva, teniendo como base, la creciente industrialización y la forzosa necesidad -de aumentar los rendimientos de la producción del campo.

En la caña de azúcar, se ha trabajado desde un principio para buscar un mejor aprovechamiento del potencial del suelo cañero. Así tenemos que se ha logrado:

- a) Planeación racional del cultivo
- b) Mecanización
- c) Uso de semilla mejorada, con variedades nuevas.
- d) Prácticas culturales adecuadas
- e) Fertilización
- f) Cosecha oportuna

Gran parte de ésta obra se debe al IMPA (4). La investigación y experimentación son la base para mejorar la producción azucarera, pero es tan sólo el primer paso; el segundo es la divulgación de los resultados obtenidos y el tercero, su aplicación en la práctica.

Con base en la información obtenida en las oficinas de Divulgación del IMPA (15), se considera que la dosis, económica

mente hablando, de cada mineral para la caña es de:

Nitrógeno (N)	150 a 180 Kg/ha.
Fósforo (P_2O_5)	60 a 80 Kg/ha.
Potasio (K_2O)	150 a 180 Kg/ha.

Los principales pasos que se dieron en la investigación sobre mejoradores del suelo fueron en Zacatepec a principios de siglo, siendo éste ingenio el primero en México que usó mejoradores, construyó drenes ocultos y sistematizó el riego.

Según Honing, citado por Humbert (8) menos del 20% de la superficie cultivada por caña en el mundo, durante el decenio de 1955 a 1965, se fertilizaba debidamente. Y según datos de Guanos y Fertilizantes de México, S.A. (3), la fertilización de la caña de azúcar ha evolucionado de niveles medios pobres - 50-50-0- a niveles mas altos - 120-40-40-, pero aún se considera deficiente. En Tamazula, el Departamento Técnico de Guanos y Fertilizantes de México, S.A., experimentó durante los años de 1955 a 1958 obteniendo la fórmula 20-8-8.

En 1930 (5) las enseñanzas logradas fueron aplicadas en Atencingo, Puebla, introduciendo entre otras cosas, variedades mejoradas traídas del extranjero, y nuevos conocimientos de fertilización. Sus resultados permitieron introducir al suelo, nitrógeno en dos aplicaciones, triplicando el rendimiento de campo.

En 1952-1957 (1), en Veracruz se hicieron experimentos de fertilización en el Ingenio Papaloapan, obteniéndose resultados parciales, debido a que se tuvo que retrasar la siembra por causas ajenas al investigador. Estos datos no pudieron considerarse representativos, pues el efecto fué significativo en general pero variable de un corte para otro.

En el Ingenio Tamazula se han instalado treinta y seis experimentos (*) (16) con magníficos resultados, pues las diversas zonas cubiertas por estas parcelas están usando desde hace ya varios años, las fórmulas 170-40-80 y 200-100-100, obteniendo excelentes resultados comerciales a partir de 1965.

En 1969 (16) se obtuvo la fórmula 260-80-120, la cual se prueba en suelos pesados. En la última zafra se obtuvieron cosechas hasta de 180 toneladas por hectárea con éste tratamiento.

En la zona de abastecimiento se padece una marcada deficiencia de nitrógeno y potasio. En lo que respecta a fósforo y nutrientes menores abundan en los suelos pesados, y en los suelos ligeros, estos están en cantidades adecuadas.

Según dice Hubbell (6), la caña de azúcar extrae del suelo: 89.6 Kg. de nitrógeno; 16.8 Kg. de fósforo en su forma de P_2O_5 ; y 202.0 Kg. de potasio en forma de K_2O por hectárea como término medio. Ortiz V. (14) por su parte, nos dice que 100 toneladas de caña necesitan del suelo: 93.7 Kg. de nitrógeno; 15 kg. de P_2O_5 y 275.0 kg de K_2O . Y al respecto, nos informa Humbert (8), que una tonelada de caña cosechada tiene como consumo medio: 0.937 kg de N; 0.112 kg. de P_2O_5 y 1.918 de K_2O . De lo que podemos concluir -- que estos datos son muy apegados a la realidad, los tomaremos como patrones para estudios subsiguientes.

INVESTIGACION

Del abastecimiento suficiente y eficiente de nutrientes, depende el desarrollo de la caña (14), así como de las buenas condiciones físicas del suelo y disponibilidad de humedad. Intervienen diez y seis elementos esenciales en la nutrición de la caña, de éstos, el Carbono, Hidrógeno y el Oxígeno, son proporcionados

(*) Información oral del Ing. Rodolfo Saldaña C. al autor y algunas notas inéditas del Laboratorio de Suelos Regional de Tamazula.

dos por la naturaleza en cantidades ilimitadas; el Nitrógeno, Fósforo y Potasio son los elementos mayores, llamados así, porque la planta los consume en cantidades mayores. El calcio, Magnesio y -- Azufre son elementos menores o secundarios, pues aunque la planta requiere poco de ellos, son esenciales y generalmente se encuentran presentes en el suelo. El fierro, Manganeso, Boro, Zinc, Cobre, Molibdeno y Cloro son los llamados micronutrientes, indicados así por ser requeridos en muy pequeñas cantidades por la planta -- (14).

Los síntomas de deficiencia en la caña, análisis de tejidos vegetales, ensayos biológicos y análisis químicos del suelo, nos pueden ayudar en la investigación del nivel de fertilidad de un suelo. Los ensayos biológicos son caros y tardados, además de que éstos experimentos de campo suministran recomendaciones -- cuantitativas en cuanto al uso de fertilizantes y sus resultados precisos son aplicables únicamente a las circunstancias en que se realizó el experimento.

En sí, uno de los factores mas significativos como limitantes en la producción, es la baja fertilidad del suelo (4). -- También incluimos en esta categoría a los suelos tropicales, supuestamente ricos en nutrientes por su origen orgánico, pero es necesario adicionar fertilizantes.

Desde 1897 en que se estableció el primer experimento de campo en Hawaii (8), se han incrementado estos estudios en todo el mundo. Durante los últimos 20 años se han hecho multitud de experimentos para definir las diferentes concentraciones de nutrientes químicos y orgánicos para enriquecer los suelos.

En 1950 se suspendieron los ensayos de fertilizantes en macetas --llamados de Mitscherlich-- por su alto costo y sus resultados poco prácticos. En Trinidad los siguen usando, pero sólo para obtener resultados cualitativos, puesto que tampoco representan condiciones normales.

En el Hawaii (8), de 1923 a 1963, el consumo de fertilizantes se incrementó en nitrógeno, de 9,000 a 20,000 toneladas, de fosfatos de 3,000 a 9,500 toneladas de P_2O_5 y de potasa, de 2,000 a 20,000 toneladas de K_2O , lo que nos indica el aumento tecnológico en cuarenta años. Humbert nos dice.... "La caña se ha fertilizado desde tiempo inmemorial. Cuando el cultivo se hacía con animales, el abono principal era el estiércol y los fertilizantes químicos, una mera curiosidad. Desde 1898 la fertilización química se ha convertido en una práctica intensificada día a día...."

En 1960 el IMPA determinó (9) que la dosis mínima de fertilizantes para Tamazula era de: 100-60-40; 100-60-00; 80-50-00 80-50-40; y 60-50-00. Ortiz V. cita a Mitscherlich "et al" (12), y dice que simplificaron la experimentación de fertilizantes a solo un nutriente variable, considerando a un nivel de suficiencia los demás.

Homes "et al", citados por Ortiz V. (18) usan el método de estudiar el mayor número de factores variables (nutrientes) posibles, pues hace factible elaborar gráficas, tablas comparativas, correlaciones, etc., de dichos nutrientes.

A últimas fechas, el IMPA Y el CIMMYT se fusionaron para elaborar un nuevo método de experimentación, el cual seguiremos en toda su secuencia en este trabajo (2).

OTRAS NOTAS

• Según anota Thompson (18), existen otros factores -- que afectan el empleo de fertilizantes, y estos son:

- a) Factor económico.- Si el agricultor está escaso de recursos, no es posible que invierta lo que el cultivo requiere para obtener una buena cosecha.
- b) Factor clima.- Es determinante cuando la precipitación no es la adecuada para la aplicación de --

fertilizantes.

- c) Factor Fertilidad del suelo.- Esta comienza a declinar al comenzar una explotación planeada, lo que hace necesaria la fertilización para un mejor rendimiento. Sobre este mismo punto, Humbert (8) nos habla de una rápida declinación de fertilidad en los trópicos, llegando al extremo de que sean necesarios solo dos o tres años para perderla y necesitar hasta quince años para recuperarla.
- d) Tipo de Cosecha.- También es considerable. Si se usan semillas mejoradas es de suponerse que la planta necesita suelos que le suministren los suficientes nutrientes para su desarrollo.
- e) Nivel Técnico del Agricultor.- Está muy vinculado con el primer punto, el cual se refiere a la economía imperante, y por lo tanto se pueden considerar los más importantes. El cañero al no conocer los beneficios de la fertilización, reacciona en forma negativa hacia esa práctica.

METODOLOGIA EN EXPERIMENTACION

Para satisfacer los requerimientos de nutrición de la caña, se ha investigado el nivel de fertilidad del suelo y la respuesta del cultivo al fertilizante, y para el efecto se han seguido los siguientes métodos:

- 1.- Análisis químico de los suelos.- Para conocer el nivel de fertilidad del suelo y deducir recomendaciones de fertilizantes.
- 2.- Análisis de tallos.- Para fines de fertilidad y apreciar la absorción de nutrientes por la planta, se hace antes de que el campo cierre -de - -

tres a cuatro meses de edad-, la determinación de la humedad en la sección de las hojas 8 y 10, para corregir la fertilidad inicial según los índices considerados.

4.- Experimentación de campo.- Se conducen para obtener las curvas de respuesta de rendimientos bajo condiciones físicas conocidas y para aplicar los estudios anteriores, cuyas recomendaciones trata mos de afinar.

Esta última parte es en la que nos hemos abocado para obtener algunas recomendaciones de fertilizantes aplicables en esta zona.

El diseño de bloques al azar, por su simplicidad para establecerlo y calcularlo (2), es el más recomendable para experimentar de 6 a 24 tratamientos. Para menos de 6 -incluyendo testi gos-, es preferible el cuadro latino.

Según dice González G. (2), la experiencia que han adquirido, les ha indicado que se requieren como mínimo cuatro repeticiones para obtener resultados confiables en el orden práctico, aunque algunas veces se han establecido hasta doce repeticiones.

Snedecor (17) nos dice de la conveniencia de usar -- bloques al azar sobre la de usar el cuadro latino. El primero, se puede adaptar al suelo, evitando la heterogeneidad del mismo, pues se usan parcelas rectangulares mas largas que anchas para evitar - y, en su caso, corregir el problema de dicha heterogeneidad. También se evita la interferencia de una a otra parcela. Es mas manejable, tanto en campo como en gabinete, pues el cuadro latino nos fuerza a tener las mismas repeticiones que tratamientos.

Por otra parte, Cochran, en el libro de Snedecor - - (17) nos dice que la muestra debe ser representativa y completamen

te al azar; ni muy grande, ni muy chica, para evitar resultados imprecisos, trabajo excesivo, inefectivo, gran costo de operación, y evitar problemas en campo.

EXIGENCIAS DE NUTRIENTES DE LA CAÑA DE AZÚCAR.

El nitrógeno es el más costoso de todos los elementos fertilizantes y es necesario aplicarlo en cantidades óptimas.- Este nutriente se absorbe en mayores cantidades por las plantulitas de caña. Las cantidades de nitrógeno que se necesitan, varían según los diversos tipos de suelos y de climas (17). Usualmente se necesitan de 200 a 300 kg. por ha., aunque Ortiz (13) ya nos mencionó, junto con Hubbell y Humbert (5 y 7), las cantidades exactas.

Ortiz nos dice (13) que la caña puede utilizar el 60% del nitrógeno y de éste porcentaje solamente el 2.5% de la cifra del análisis puede transformarse en nitrógeno asimilable en un período de cultivo.

El fósforo se concentra en los tejidos meristémicos y en zonas de crecimiento de la planta. Los análisis de suelos indican las reservas de este nutriente en forma asimilable. Comúnmente se hacen aplicaciones de 200 a 400 Kg. de P_2O_5 por ha. (7). Ortiz (13) nos dice que del 10 al 30% de P_2O_5 de los fertilizantes utilizados es aprovechado y el potasio hasta el 50%.

El potasio es necesario por la caña en cantidades mayores que otros nutrientes. Los suelos arcillosos son usualmente, deficientes en este nutriente. La fertilización con potasa va desde cero -suelos sódicos- con potasio intercambiable- hasta 500 kg. de K_2O por ha. -suelos ácidos, infértiles y lixiviados- (6).

Las exigencias de nutrientes secundarios y micronutrientes son tan importantes como los anteriores, pero rara vez se ven deficiencias en estos nutrientes. En caso que las hubiera, es menester analizar y acondicionar el pH del suelo para poder balan-

cear dichas carencias, con cal agrícola o yeso, según el caso lo -
amerite (7).

C A P I T U L O I I

MATERIALES Y METODOS.

NUTRIENTES POR ENSAYAR

Siendo el nitrógeno, el fósforo y el potasio los más importantes y necesarios para la caña de azúcar, serán estos los elementos que ensayaremos; considerando que los elementos menores y micronutrientes se encuentran en cantidades óptimas en los suelos de la zona de abastecimiento del Ingenio Tamazula, S.A.

El motivo principal de esto, es que estadísticamente se ha notado que los rendimientos de campo y fábrica dependen estrechamente de los niveles de estos nutrientes -nitrógeno, fósforo y potasio- principalmente, que el cultivo tenga disponible en el suelo para su aprovechamiento.

Humbert y Ayres (8) experimentaron la relación del nitrógeno y potasio con la temperatura, determinando que las pérdidas por lixiviación aumentan cuando la temperatura desciende.

El nitrógeno está vinculado íntimamente en el metabolismo vegetal, por lo que, su deficiencia ejerce un marcado efecto en sus rendimientos (10). Clemens, citado por Humbert (8) encontró que las mayores cantidades de nitrógeno se concentran en los tejidos meristémicos; en la parte del cogollo y en las primeras hojas, lo que demuestra la correlación entre el nutriente y el desarrollo. Las deficiencias de éste nutriente acorta el ciclo vegetativo de la caña, conduciendo a una floración prematura, cosa que reduce

el rendimiento de azúcares en la planta. Así mismo, las plantas -- son pequeñas y cloróticas.

Al incorporar al suelo abono nitrogenado, la planta-deficiente reacciona rápidamente. La caña de azúcar es muy exigente en éste elemento lo que motiva un empobrecimiento del suelo. Debe aplicarse en cantidades exactas, pues un exceso o una carencia, motiva que baje la calidad del jugo de la caña.

El fósforo es suministrado en forma de ácido fosfórico, pues es éste, el que transforma la energía en enzimas dentro de la planta (10). Humbert (8) menciona que Burr y asociados, en Hawaíi, experimentaron sobre la relación existente entre la absorción y traslocación del fósforo y la temperatura, siendo determinante este aspecto.

La planta lo requiere en los primeros meses de su desarrollo y su deficiencia se manifiesta en el sistema radicular, que permanece pequeño. Sus hojas y tallos son pequeños y de coloración verde rojiza; la floración se retarda y baja la calidad del tallo. El nutriente se concentra en las partes más activas vegetativamente, o sea, las puntas y las raíces (8).

El potasio por su parte, se incorpora en forma de K_2O , y según Samuels, citado por Jacob (10), es un elemento esencial para el balanceo entre respiración-transpiración-anabolismo. Es un elemento antagónico al nitrógeno lo que confunde en ocasiones su deficiencia con la abundancia del nitrógeno y viceversa. Da fortaleza y vitalidad, necesarios para la resistencia a enfermedades y plagas; al acame y algunas inclemencias climáticas. Su deficiencia se nota en su amarillamiento de ápices y márgenes foliares y en estados avanzados, se colorean sus hojas necróticamente.

El contenido de nutrientes (8) en el suelo está en constante cambio, por lo que se demuestra la necesidad de suplementar los nutrientes del suelo con fertilizantes. También puede afectarse el contenido de nutrientes por la lixiviación y la erosión,-

cuyas pérdidas son aceleradas por las malas prácticas culturales.

Por todo lo anterior, estos son los nutrientes que vamos a ensayar a los cinco niveles siguientes:

<u>N</u>	<u>P₂O₅</u>	<u>K₂O</u>
0	0	0
75	40	50
150	80	100
225	120	150
300	160	200

MATRIZ DE TRATAMIENTO

Haciendo una combinación de todos los niveles de los tres nutrientes, obtenemos ciento veinticinco tratamientos diferentes, lo que nos da una gama muy amplia. Utilizamos pues, el sistema del cubo doble para encontrar los posibles tratamientos; considerando que algunas formulaciones antes obtenidas, son altamente extremas a simple vista, nos limitaremos a considerar solamente la parte media del cubo doble, siendo estos tratamientos los representativos de la curva parabólica de cada nutriente.

Por otro lado, un gran número de tratamientos obtenidos no tienen efecto práctico pues habrá algunas fórmulas no aplicables, ya sea por su alto costo o por no ser requeridas en la zona. Entonces, encontraremos que:

Se obtienen veintitres tratamientos representativos, con los puntos llamados estrella en los centros de las seis caras del cubo interior. Se eliminan los probables valores de las combinaciones con los demás puntos de los cubos. Como se puede apreciar, éste método concentra en el núcleo de la estrella las partes

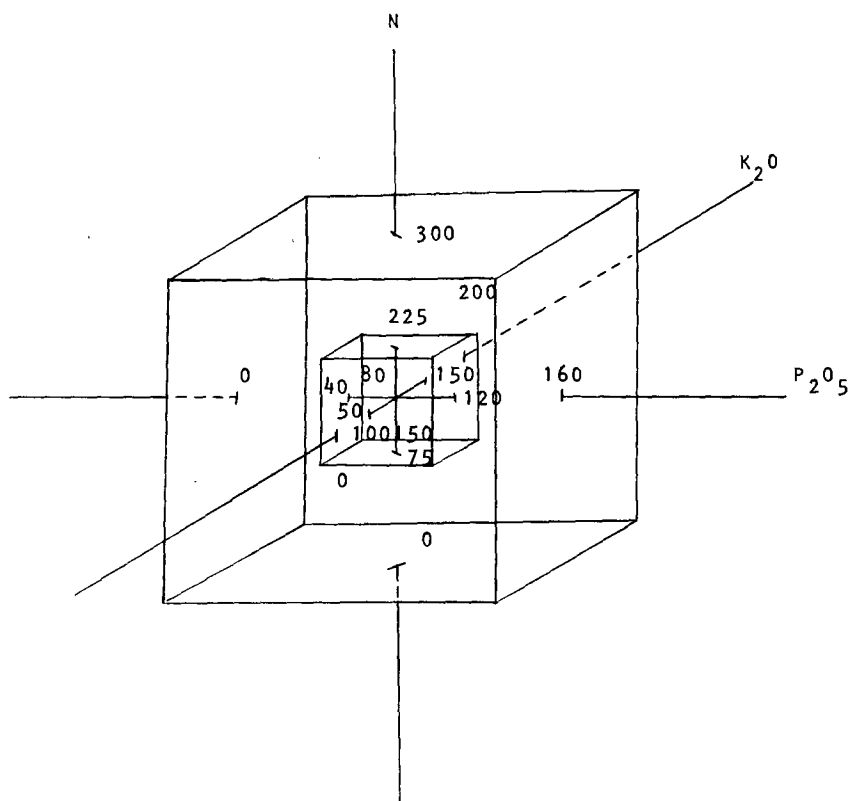


FIG 3.- Diseño del cubo doble con estrella, donde obtuvimos, las principales formulaciones de las curvas de los diferentes nutrientes, siendo estos, los representativos de un número muy grande de tratamientos que nos daría cada una de dichas curvas.

más representativas de los tres nutrientes (*).

Esta matriz de tratamiento fué dividida por el IMPA- (2) en dos sub-bloques tomando los puntos de la estrella en el cubo interno como repeticiones y los puntos en el cubo externo, al azar -dirigido-, mitad en un sub-bloque y la mitad en el otro. El centro de la estrella se repite para obtener diez y seis tratamien-tos, siendo más manejable el diseño.

En la figura tres se puede apreciar con todo detalle la forma en que se procedió para obtener los tratamientos representativos.

DISEÑO USADO

Ya se indicó las características del sistema de bloques al azar, el cual usaremos con dos repeticiones.

Concientes de las limitaciones a que estamos predispuestos y conociendo el costo del experimento por hectárea, no podemos pensar en hacer éste tipo de experimentos en magnitudes mayores.

TAMAÑO DE LA PARCELA

Para encontrar los lugares más representativos de la región, se hizo un recorrido de la zona de abastecimiento, habiendo tenido en mente las características de homogeneidad del suelo y fácil acceso. Se eligió una parcela cercana de la carretera, propiedad del Ing. Angel Hernández. Se eligieron convencionalmente, -seis surcos de doce metros y medio para cada lote.

La parcela útil para el análisis estadístico, es solamente de cuatro surcos de diez metros y medio, como lo muestra -la figura cuatro-. Estas parcelas fueron trazadas en el campo con -

(*) Datos en forma directa obtenidos, en el departamento de Biometría y Estadística del IMPA.

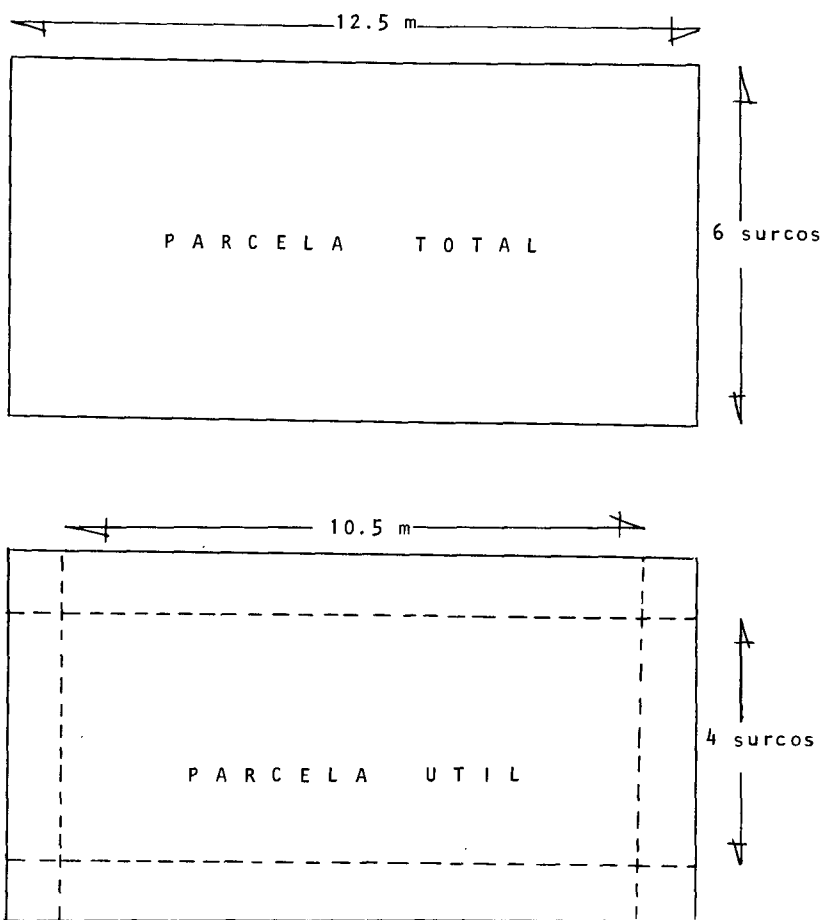


FIG 4.- Diseño de la parcela experimental. En la parte superior el área, y en la parte inferior, la parcela útil para el análisis.

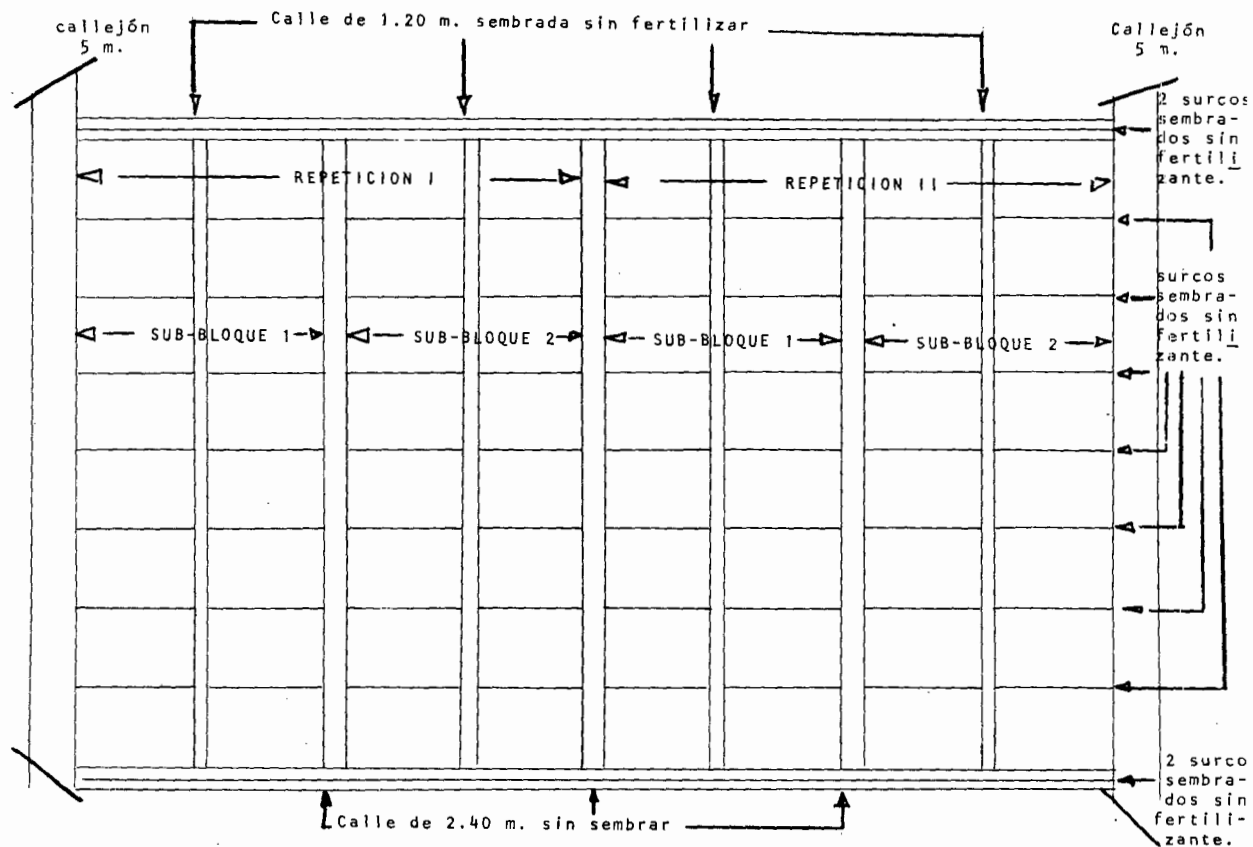


FIG. 5 Diseño de los lotes dentro de la parcela, menores del área de cultivo de nuestro experimento y la distribución de los callejones, Observe la distribución de los sub-bloques y repeticiones.

todo cuidado, supervisando el trabajo hasta su terminación.

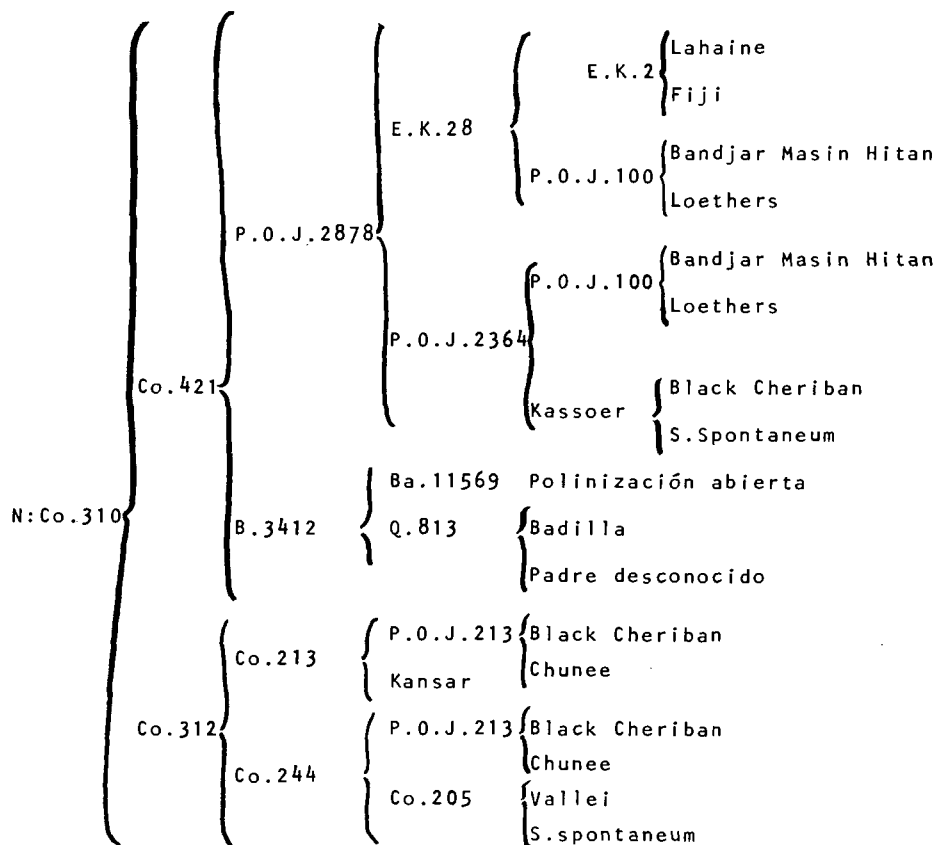
TAMAÑO DEL EXPERIMENTO

El experimento consta de una parcela con sesenta y cuatro lotes divididos por calles, surcos y callejones. Cincuenta y nueve surcos y ciento doce metros de largo, incluyendo un surco entre parcelas de seis y dos surcos de protección para el experimento en ambos lados en el sentido de la surcada -ver figura cinco-. Al considerar el ancho del surco de 1.20 m. esto corresponde a una superficie de $7,929.6 \text{ m}^2$. más callejones de cinco metros de cabeceras, suman $8,637.6 \text{ m}^2$.

VARIEDAD USADA

Usamos para el experimento la variedad comercialmente dominante, en éste caso, la N; Co. 310, la cual es sembrada en una superficie de 77.8% de la zona de abasto para el Ingenio Ta mazula, S.A.

Esta variedad se originó en la Estación Experimental de Coimbatore, India, de donde se enviaron plantulas a Natal - Unión de Africa del Sur, donde fué desarrollada. Por ésta razón su nombre, Natal Coimbatore (N: Co.) Su genealogía aparece a continuación:



Es un Trihíbrido con sangre *S.officinarum*, *S.spontaneum* y *S.sinense*.

Florece temprano y profusamente, casi siempre a principios de noviembre. El tallo es delgado -una pulgada de diámetro-, de un color verde amarillento; germina y retoña bien. Forma una buena capa; su contenido de sólidos en su jugo -Brix- es muy alto, pero también lo es en contenido de fibra. Es erecta y muy susceptible al mosaico.

El entrenudo es bastante largo y erecto, cilíndrico con el interior sólido -no tiene corcho-, excepto cuando la planta florea. El nudo es algo oblicuo sin abultar mucho, tiene el mismo grosor que el tallo; el anillo de crecimiento es casi del mismo color que el entrenudo; la banda de raíces es de igual color, es estrecha y con dos o tres hileras de raíces rudimentarias.

La yema es redonda, pequeña y con aletas bien definidas, no sobrepasa el anillo de crecimiento su germinación es subapical y tiene pocos pelos.

La hoja es estrecha -1.25 pulgadas-, verde clara y erecta tiene entre 8 y 10 por tallo; el margen es finamente serrado y sumamente cortante; es bastante flexible.

Es precoz y con gran importancia comercial dadas sus características agronómicas. Se adapta a una gran variedad de suelos excepto a los pobres e inundables. Demuestra gran vigor en suelos ricos y bien drenados. Muy resistente a bajas temperaturas.

En terrenos de temporal alcanza rendimientos hasta de 80 Ton/ha y en suelos de riego su media es de 110 Ton/ha: en esta zona de Tamazula.

UBICACION

Localizado sobre el Km. 18 de la carretera Cd. Guz

mán-Manzanillo, sobre el margen izquierdo a 500 metros de la cinta asfáltica. A una distancia de 6 kilómetros de Zapotiltic, 15 kilómetros de Tamazula y 18 de Cd. Guzmán, todos en el estado de Jalisco. El predio es conocido con el nombre de Ojo de Agua. Regado con agua de pozo profundo propiedad del Ingenio.

TRATAMIENTOS

Según el diseño del cubo doble con la estrella, encontramos veintitres tratamientos, los cuales aparecen a continuación. Nótese que son representativos de las curvas de los tres nutrientes y que todos son factibles de aplicarse al cultivo.



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

CUADRO NUM. 1

Número	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0	0	0
2	0	0	200
3	0	160	0
4	0	160	200
5	300	0	0
6	300	0	200
7	300	160	0
8	300	160	200
9	75	40	50
10	75	40	150
11	75	120	50
12	75	120	150
13	225	40	50
14	225	40	150
15	225	120	50
16	225	120	150
17	150	80	100
18	75	80	100
19	225	80	100
20	150	40	100
21	150	120	100
22	150	80	50
23	150	80	150

Estos tratamientos distribuidos en las repeticiones, pero sin estar al azar, aparecen en el siguiente cuadro con sus Sub-bloques bien definidos y tomando en consideración los tratamientos que se repiten según el cubo doble:

CUADRO NUM. 2

SUB-BLOQUE 1 - SIN DISTRIBUCION		SUB-BLOQUE 2 - SIN DISTRIBUCION	
<u>AL AZAR- REPETICION I (*)</u>		<u>AL AZAR- REPETICION I (*)</u>	
1	300-160-0	1'	300-0 -0
2	300-0 -200	2'	0 -160-0
3	0 -160-200	3'	0 -0 -200
4	0 -0 -0	4'	300-160-200
5	225-120- 50	5'	225- 40- 50
6	225- 40-150	6'	75-120- 50
7	75 -120-150	7'	75- 40-150
8	75 - 40- 50	8'	225-120-150
9	150- 80- 100	9'	150- 80-100
10	150- 80-100	10'	150- 80-100
11	75- 80-100	11'	75- 80-100
12	225- 80-100	12'	225- 80-100
13	150- 40-100	13'	150- 40-100
14	150-120-100	14'	150-120-100
15	150- 80- 50	15'	150- 80- 50
16	150- 80-150	16'	150- 80-150

(*) La repetición 11 es exactamente igual en ambos sub-bloques.

=====

Los tratamientos, sorteados al azar para su posición en los sub-bloques de cada repetición aparecen a continuación:

SUB-BLOQUE 1: 9, 12, 1, 5, 7, 10, 8, 3, 16, 11, -
14, 6, 4, 15, 13, 2.

SUB-BLOQUE 2: 10', 4', 2', 13', 11', 6', 9', 16',
15', 14', 12', 5', 7', 1', 3', 8'.

CUADRO NUM. 3

SUB-BLOQUE 1 -CON DISTRIBUCION

SUB-BLOQUE 2 -CON DISTRIBUCION

AL AZAR- REPETICION I (*)

AL AZAR- REPETICION I (*)

9	150- 80-100	10'	150- 80-100
12	225- 80-100	4'	300-160-200
1	300-160-0	2'	0-160- 0
5	225-120- 50	13'	150- 40-100
7	75-120-150	11'	75- 80-100
10	150- 80-100	6'	75-120- 50
8	75- 40- 50	9'	150- 80-100
3	0-160-200	16'	150- 80-150
16	150- 80-150	15'	150- 80- 50
11	75- 80-100	14'	150-120-100
14	150-120-100	12'	225- 80-100
6	225- 40-150	5'	225- 40- 50
4	0- 0- 0	7'	75- 40-150
15	150- 80- 50	1'	300- 0- 0
13	150- 40-100	3'	0- 0-200
2	300- 0-200	8'	225-120-150

(*) La Repetición II es exactamente igual en ambos Sub-bloques.

=====

DESCRIPCION GENERAL DEL SUELO

Muestreo para fines de fertilidad a nivel de repeticiones en la capa arable.- Después de la obtención de dos muestras independientes en cada una de las repeticiones y hechas en el mismo lugar y el mismo día, obtuvimos cuatro muestras homogéneas - se muestrearon 20 lugares para obtener dichas muestras generales-- y representando a todo el lote.

Los resultados obtenidos, que a continuación aparecen, nos dan una idea de la fertilidad del suelo y sus condiciones físicas y mecánicas, según el grado de deficiencia de los nutrientes (9) conforme a los cuadrados de calibración.

Con estos resultados podemos calibrar los métodos de análisis del suelo y obtener los niveles de nutrientes que se pueden usar; podemos así mismo, reducir el error experimental y caracterizar a los suelos del área según sus propiedades físico-químicas.

RESULTADOS

Los suelos analizados en el Laboratorio Central de Suelos del Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar, comprendidos en la zona de abastecimiento del Ingenio Tamazula, S.A.; región Cañera III, Zona 6, presentan:

Suelos ligeramente ácidos en general; siendo pobres en materia orgánica y nitrógeno total, los cuales están anotados en porcentaje. El fósforo presenta variantes en rico y muy rico; misma variante que se presenta en potasio y calcio, pero a un nivel inferior, es decir, entre medio y rico. En magnesio no hay problema, pues tiene el nivel adecuado y en manganeso se tiene un nivel medio.

Estos resultados aparecen a continuación en forma estadística para fines prácticos y de comparación para siguientes-

análisis. En la primera parte podemos encontrar los resultados de los análisis mecánicos de los suelos, junto con el potencial Hidrógeno dado en unidades de pH, y en la segunda parte encontramos los resultados de los análisis de rutina que se practican a todos los suelos para fines de fertilidad en los diferentes nutrientes esenciales.

INGENIO: Tamazula, S.A. REGION CANERA: III ZONA: 6

MUNICIPIO: Tamazula ESTADO FED. Jalisco PARCELA: Ojo de Agua

PROPIETARIO: Ing. Angel Hernández

FECHA DE MUESTREO: 3 de septiembre de 1970

FECHA DE ENTREGA A LAB.: 15 de octubre de 1970

FECHA DE ANALISIS: 12 de noviembre de 1970

CUADRO NUM. 4

REPETICIONES	SUB-BLOQUE	PROFUNDIDAD cm.	COLOR EN SECO	TEXTURA	PH
I	I	0 - 30	10 YR6/3 Café claro	Migajón Arcillo- arenoso	6.9
I	2	0 - 30	10 YR6/3 Café claro	Migajón Arcillo- arenoso	6.8
II	I	0 - 30	10 YR5/2 Café gris	Migajón arenoso	6.8
II	2	0 - 30	10 YR5/2 Café gris	Migajón arenoso	6.6
I	I	0 - 30	10 YR5/2 Café gris	Migajón Arcillo- arenoso	6.3
I	2	0 - 30	10 YR5/2 Café gris	Migajón Arcillo- arenoso	6.4
II	I	0 - 30	10 YR5/2 Café gris	Migajón Arcillo- arenoso	6.3
II	2	0 - 30	10 YR5/2 Café gris	Migajón Arcillo- arenoso	6.4

En el presente cuadro y en el siguiente, encontramos los resultados de ocho muestras, de las cuales cuatro son tomadas en la parcela como representativas, y las otras cuatro son tomadas en los mismos lugares de las anteriores, y nos sirven para corroborar los datos obtenidos.

CUADRO NUM. 5

REP	SUB-B	M.O. %	N.T. %	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm	Mn ppm	Carbonatos insol %
		1.71	0.085	27.6	108.0	1200.0	486.0	20.0	1.40
I	1	P	P	MR	M	R	MR	M	
		1.84	0.092	16.6	94.0	1160.0	583.0	18.0	1.33
I	2	P	P	M	P	R	MR	M	
		1.57	0.078	25.3	178.0	1080.0	413.0	20.0	1.35
II	1	P	P	MR	R	M	MR	M	
		1.77	0.078	27.6	182.0	1080.0	486.0	18.0	1.35
II	2	P	P	MR	R	M	MR	M	
		1.51	0.078	28.3	150.0	1080.0	510.0	20.0	1.75
I	1	P	P	MR	R	M	MR	M	
		1.32	0.066	26.3	175.0	1360.0	583.0	20.0	1.85
I	2	P	P	MR	R	R	MR	M	
		1.57	0.078	13.6	129.0	1080.0	632.0	20.0	1.60
II	1	P	P	M	M	M	MR	M	
		1.32	0.066	18.3	171.0	1000.0	559.0	20.0	1.33
II	2	P	P	M	R	M	MR	M	

CLAVES:

MP. Muy Pobre

P. Pobre

MR. Muy rico

R. Rico

M. Medio

DESCRIPCION CLIMATICA

Contamos con una estación termopluviométrica en la zona de influencia donde se localiza nuestra parcela experimental. Los datos de temperatura, precipitación pluvial, días nublados y días despejados aparecen en la siguiente tabla. Dichos resultados nos indican, junto con la media de diez años, que el clima es semi cálido con una precipitación media de 912 mm. teniendo sus máximas en junio y julio. En ocasiones se presentan las lluvias en forma torrencial. La temperatura media de diez años es de 22.1°C y para éste ciclo agrícola fué de 21.3°C.

CUADRO NUM. 6

AÑO	MES	T E M P E R A T U R A			PRECIPITACION MM	D I A S		
		MEDIA	MAXIMA	MINIMA		NUB	MED	DESP
1970	junio	23.9	34.0	15.5	152.5	16	14	---
	julio	22.6	31.0	15.0	266.0	7	24	---
	agosto	22.6	31.0	15.0	156.0	7	24	---
	sept.	22.0	30.0	15.0	200.0	12	18	---
	octubre	22.8	31.0	14.0	44.0	2	24	4
	nov.	19.7	30.0	6.0	19.5	4	14	12
	dic.	18.2	30.0	6.0	0.0	-	17	14
1971	enero	18.3	32.0	4.0	0.0	8	20	3
	febrero	17.7	31.5	5.0	0.0	2	8	18
	marzo	21.2	36.0	5.5	3.5	2	14	15
	abril	21.4	35.2	6.0	0.0	3	14	13
	mayo	23.6	36.5	11.5	8.0	3	26	2
	junio	23.3	34.0	15.0	152.6	10	20	0
	julio	22.2	30.2	15.0	186.0	10	21	-
	agosto	21.0	30.0	15.0	220.5	6	25	-
	sept.	22.0	30.0	15.0	180.7	9	21	-
	octubre	22.7	31.0	14.0	32.6	-	8	22
	nov.	19.3	30.0	6.5	42.0	6	12	12
	dic.	18.1	30.0	5.9	8.0	4	9	17
T O T A L: MEDIA		21.1	31.8	10.8	1,671.9	109	335	132

SIEMBRA Y CULTIVOS EFECTUADOS.

Una vez localizada la parcela, habiendo comprobado la solvencia moral del propietario -cosa muy importante para evitar que una persona irresponsable vaya a cortar antes de tiempo-, se procedió a la preparación de la parcela con dos pasos de subsuelo cruzados en diagonal.

Posteriormente se siguieron todos los cultivos tradicionales en la zona; estos se hicieron con maquinaria pesada -rastras, barbechos y surcada-. El surco fué de 1.2 m y a una profundidad de 35 cm. Se sembró a cordón cruzado para asegurar la nacencia, teniéndose cuidado de seleccionar la semilla. Se utilizaron diez toneladas de semilla y se regó después de la siembra.

FERTILIZACION Y DOSIFICACION.

Se fertilizó antes de la siembra, tapando el producto con un poco de tierra y colocando la semilla después. Como este experimento seguirá en observación en soca y resoca, en tales ciclos la dosis se suministrará completa por ambos lados de la hilera de troncos, aprovechando el paso del subsuelo o el descarne.

Los materiales se mezclaron con la debida anticipación según las técnicas recomendadas por el IMPA. La pesada y mezcla de fertilizantes es muy importante para el buen funcionamiento del experimento, por lo que se hizo con todos los cuidados necesarios. Los productos que se utilizaron fueron:

Sulfato de amonio 20.5%
Superfosfato triple 46%
Cloruro Potásico 60%

Las cantidades necesarias de los fertilizantes simples para los sub-bloques uno y dos de cada repetición, aparecen a continuación, donde se informa también los kilogramos de mezcla -- por parcela, y los gramos por surco se calculan posteriormente.

CUADRO NUM. 7

SUB-BLOQUE 1

TRATAMIENTO	SULFATO DE AMONIO 20.5	SUPERFOSFATO triple 46%	CLORURO DE potasio 60	KG/p	Kg/s
300-160-0	13.16 K.	3.13 K	0.0 K	16.30	2.716
300- 0 -200	13.16	0.00	3.0	16.16	2.695
0 -160-200	0.00	3.13	3.0	6.13	1.021
0 - 0 - 0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.000
225-120- 50	9.88	2.35	0.75	12.98	2.163
225- 40-150	9.88	0.78	2.25	12.91	2.151
75-120-150	3.29	2.35	2.25	7.89	1.315
75- 40- 50	3.29	0.78	0.75	4.82	0.803
150- 80-100	6.59	1.57	1.50	9.66	1.610
150- 80-100	6.59	1.57	1.50	9.66	1.610
75- 80-100	3.29	1.57	1.50	6.36	1.060
225- 80-100	9.88	1.57	1.50	12.95	2.158
150- 40-100	6.59	0.78	1.50	8.87	1.478
150-120-100	6.59	2.35	1.50	10.44	1.740
150- 80- 50	6.59	1.57	0.75	8.91	1.485
150- 80-150	6.59	1.57	2.25	10.41	1.735
T O T A L	105.39	25.07	24.00	154.46	

CUADRO NUM. 8

SUB-BLOQUE 2

TRATAMIENTO	SULFATO DE AMONIO 20.5	SUPERFOSFATO TRIPLE 46%	CLORURO DE POTASIO 60	Kg/p	Kg/s
300- 0 - 0	13.17	0.0	0.0	13.17	2.195
0 -160- 0	0.00	3.13	0.0	3.13	0.521
0 - 0 -200	0.000	0.00	3.0	3.00	0.520
300-160-200	13.17	3.13	3.0	19.30	3.216
225- 40- 50	9.88	0.78	0.75	11.41	1.901
75-120- 50	3.29	2.35	0.75	6.39	1.065
75- 40-150	3.29	0.78	2.25	6.32	1.053
225-120-150	9.88	2.35	2.25	14.48	2.413
150- 80-100	6.59	1.57	1.50	9.66	1.610
150- 80-100	6.59	1.57	1.50	9.66	1.610
75- 80-100	3.29	1.57	1.50	6.36	1.060
225- 80-100	9.88	1.57	1.50	12.95	2.158
150- 40-100	6.59	0.78	1.50	8.87	1.478
150-120-100	6.59	2.35	1.50	10.44	1.740
150- 80- 50	6.59	1.57	0.75	8.91	1.485
150- 80-150	6.59	1.57	2.25	10.41	1.735

T O T A L 105.39 25.07 24.00 154.46

=====

Según estos cuadros, el peso de los fertilizantes ne cesario para cada sub-bloque es de:

- 105.39 kg de Sulfato de Amonio al 20.5%N
- 25.07 kg de Superfosfato Triple 40% P₂O₅
- 24.00 kg de Cloruro Potásico al 60% K₂O

Y para todo el experimento, constituido por cuatro - sub-bloques, se requieren:

421.56 kg de Sulfato de Amonio
100.28 kg de Superfosfato Triple
96.00 kg de Cloruro Potásico

Pero como consideramos un incremento global del 10% para preparar algunas dosis extras para reponer pérdidas que se tienen al hacer las mezclas, tenemos que:

450.0 kg de Sulfato de Amonio
110.0 kg de Supertriple
110.0 kg de Cloruro Potásico

Las mezclas de fertilizantes ya preparadas se trituraron y cernieron, checando debidamente los cálculos de las pesadas. Utilizamos bolsas de plástico uniformes, bien etiquetadas para evitar algún error; una vez en el campo se distribuyeron todas las bolsas, una en cada surco y según la parcela correspondiente.

Ortiz V. (14) nos indica la importancia de observar el índice salino de los ingredientes que intervinieron en la mezcla de fertilizantes; pues cuando los fertilizantes se aplican en grandes cantidades o cuando el suelo está muy seco, algunas sales quemam o marchitan a las plantas, debido esto, fundamentalmente, al aumento de presión osmótica en la solución del suelo.

Ahora bien, podemos aseverar que en el cultivo de la caña de azúcar no se ha observado daño cuando se han aplicado de 1,500 a 2,000 kg. de Sulfato de Amonio por hectárea, si después de la aplicación continúan las lluvias frecuentes por tres meses o más (12).

El fertilizante se aplicó en banda para evitar una mala distribución de raíces, pues según menciona Humbert (8) en Java las raíces forman conglomerados a causa de una fertilización en un solo lugar en hoyo.

OBSERVACIONES SOBRE EL CULTIVO

Julio	5 a 12	.-	Preparación del terreno
			Trazado de lotes
	14	.-	Surcada
	15 y 16	.-	Siembra y Fertilización
			Riego de Asiento
Agosto	22	.-	Aplicación de Herbicida (Gesapax)
	29	.-	Aplicación de Herbicida (Gesapax)
Sept.	13 a 16	.-	Cuatro días nublados seguidos
	17	.-	Limpia con azadón
	22 a 25	.-	Cultivos
Octubre	10	.-	Cierre de campo
	14	.-	Primer conteo de tallos
	28	.-	Limpia con azadón
Diciembre	14	.-	Riego
	23	.-	Muestreo de hojas
	27	.-	Frio Intenso (diez y seis horas)
Enero	15-1971	.-	Primera medición de tallos
	22	.-	Análisis de hojas
	30	.-	Riego
Marzo	15	.-	Riego
Abril	15	.-	Segunda medición de tallos
Junio	8	.-	Lluvia muy fuerte
Julio	15	.-	Tercera medición de tallos
Julio	18 a 23	.-	Nublados y lluvias
Nov.	23	.-	Medición de tallos para cosecha
	26	.-	Corte, alce, pesada en el campo
			Acarreo y a batey y molienda.

DATOS DE MADUREZ PARA EL CORTE

% Humedad	72.9
Brix	13.64
% Sacarosa en jugo	12.27
Fuerza	90.00

% Fibra 10.67

OTROS DATOS

Días nublados	95
Días de lluvia	112
Enfermedades	Ninguna significativa
Plagas	Pulgón Amarillo, combatido con BHC 3% oportunamente.
Maduración	2 de agosto de 1971
Floración	No hubo.

EQUIPO UTILIZADO

Se anota la lista de los materiales más necesarios y del equipo que se utilizó en el desarrollo del experimento en estudio:

- 1.- Los fertilizantes comerciales, ya mencionados
- 2.- Bolsas de plástico suficientes
- 3.- Balanza de precisión para pesar las dosis de fertilizante de cada tratamiento.
- 4.- Báscula para pesar la cosecha -de 1000 kg.-
- 5.- Cinta metálica para medir
- 6.- Doscientas estacas de madera
- 7.- Insecticida para el suelo
- 8.- Espolvoreadoras
- 9.- Mascarillas -no usadas-
- 10.- Herbicidas y Surfactantes
- 11.- Aspersoras
- 12.- Equipo adicional vario
- 13.- Libreta de campo donde se hacen observaciones
- 14.- Vehículo
- 15.- Copias del plano del lote experimental
- 16.- Accesorios necesarios para la cosecha
- 17.- Lazos
- 18.- Etiquetas.

C A P I T U L O I I I

R E S U L T A D O S .

Todo trabajo experimental, y en especial el agrícola, requiere la colaboración de muchos factores, de los que, por su importancia, destacamos la parte de campo, o agronómica y la estadística o matemática; ya que el factor de gabinete - estadístico - nos dará la conclusión del trabajo realizado en el campo, en forma de recomendaciones a nivel práctico y agronómico.

El proceso de campo descrito en el capítulo anterior tiene su aplicación directa en el estudio estadístico que a continuación describimos, procediendo como sigue:

- 1.- Producción media de las parcelas.
- 2.- Datos obtenidos en laboratorio -análisis foliar y de tallo. Únicamente para encontrar los índices críticos de asimilación de nutrientes - por la planta, por lo que los tomaremos en cuenta solo para casos necesarios que así lo requieran.
- 3.- Datos de campo resumidos, incluyendo peso, número y altura de los tallos, etc.
- 4.- Análisis de madurez para determinar la fecha de corte -no influye en el análisis estadísti-

co-.

5.- Análisis estadístico.

6.- Análisis económico.

Rendimiento medio obtenido en la Repetición 1, -
expresado en kilogramos por parcela y toneladas
por hectárea para cada uno de los tratamientos.

TRATAMIENTO	KGS/PARCELA	TON/HA
300-160- 0	737.00	146.2
300- 0 -200	696.50 ;	138.1
0 -160-200	473.00	93.8
0 - 0 - 0	381.50	75.6
225-120- 50	563.50	111.8
225- 40-150	497.50	98.7
75-120-150	676.00	134.1
75- 40- 50	611.50	121.3
150- 80-100	704.00	139.6
150- 80-100	619.00	122.8
75- 80-100	559.50	111.0
225- 80-100	625.50	124.1
150- 40-100	596.50	118.3
150-120-100	526.00	104.3
150- 80- 50	579.50	114.9
150- 80-150	633.50	125.6

CUADRO No. 9

Rendimiento medio obtenido en la Repetición II,
expresado en kilogramos por parcela y toneladas
por Hectárea para cada uno de los tratamientos.

TRATAMIENTO	KGS/PARCELA	TON/HA
300- 0 - 0	630.00	125.0
0 -160- 0	661.00	131.0
0 - 0 -200	342.50	67.9
300-160-200	564.50	112.0
225- 40- 50	554.00	109.9
75-120- 50	586.00	116.2
75- 40-150	554.00	109.9
225-120-150	459.50	91.1
150- 80-100	549.50	109.0
150- 80-100	600.00	119.0
75- 80-100	560.50	111.2
225- 80-100	693.50	137.5
150- 40-100	586.50	116.3
150-120-100	588.50	116.7
150- 80- 50	510.00	101.1
150- 80-150	565.50	112.2

CUADRO No. 10



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Resultados obtenidos en los análisis foliares efectuados el 20 de diciembre de 1970, para ver el contenido de nutrientes en las hojas número tres. Todos los cuadros aparecen identificados según la repetición y el sub-bloque.

R E P E T I C I O N 1		S U B - B L O Q U E 1	
TRATAMIENTO	NITROGENO (%)	FOSFORO (%)	POTASIO (%)
1	1.76	0.264	2.14
2	1.76	0.260	2.72
3	1.80	0.256	2.36
4	1.86	0.280	2.14
5	1.84	0.288	2.24
6	2.04	0.268	2.36
7	1.82	0.264	2.50
8	1.86	0.268	2.36
9	1.74	0.260	2.24
10	1.98	0.272	1.64
11	2.00	0.264	1.94
12	2.00	0.268	1.90
13	1.90	0.260	2.02
14	1.90	0.260	1.98
15	2.14	0.276	1.64
16	2.00	0.260	1.94

R E P E T I C I O N 1		S U B - B L O Q U E 2	
1'	2.14	0.248	2.36
2'	2.20	0.264	1.90
3'	2.20	0.252	2.40
4'	1.94	0.260	2.50
5'	1.90	0.252	2.36
6'	2.10	0.264	2.06
7'	2.08	0.256	2.24
8'	1.80	0.260	2.58
9'	2.00	0.252	2.36
10'	1.96	0.248	2.28
11'	2.10	0.264	2.14
12'	1.94	0.256	2.32
13'	2.20	0.272	2.10
14'	1.94	0.276	2.58
15'	1.94	0.252	2.44
16'	1.98	0.254	2.72

CUADRO No.11

Resultados obtenidos en los análisis foliares efectuados el 20 de diciembre de 1970, para ver el contenido de nutrientes en las hojas número tres. Todos los cuadros aparecen identificados según la repetición y el sub-bloque.

R E P E T I C I O N I I			S U B - B L O Q U E 1
TRATAMIENTO	NITROGENO (%)	FOSFORO (%)	POTASIO (%)
1	2.04	0.256	1.34
2	1.64	0.240	1.86
3	1.92	0.260	1.64
4	2.02	0.252	1.50
5	1.98	0.244	1.50
6	1.92	0.240	1.86
7	1.94	0.248	1.60
8	1.94	0.240	1.60
9	1.98	0.248	1.60
10	2.00	0.260	1.50
11	1.96	0.248	1.64
12	1.72	0.244	1.90
13	1.72	0.240	1.80
14	1.74	0.248	1.64
15	1.98	0.248	1.54
16	1.70	0.244	1.80

R E P E T I C I O N I I			S U B - B L O Q U E 2
1'	2.14	0.228	1.34
2'	2.02	0.236	1.34
3'	2.12	0.256	1.60
4'	2.02	0.244	1.76
5'	1.96	0.264	1.60
6'	1.84	0.240	1.54
7'	2.04	0.268	1.72
8'	1.76	0.256	1.64
9'	1.80	0.244	1.64
10'	1.80	0.240	1.60
11'	1.88	0.244	1.54
12'	1.82	0.268	1.86
13'	1.96	0.244	1.54
14'	2.00	0.252	1.60
15'	2.02	0.248	1.76
16'	1.78	0.240	1.96

CUADRO No. 12

Resultados obtenidos en los análisis foliares practicados el 20 de diciembre de 1970, para ver el contenido de nutrientes en las hojas número cinco. Todos los cuadros están identificados.

R E P E T I C I O N I			SUB-BLOQUE 1
TRATAMIENTO	NITROGENO (%)	FOSFORO (%)	POTASIO (%)
1	2.04	0.256	1.34
2	1.64	0.240	1.86
3	1.92	0.260	1.64
4	2.02	0.252	1.50
5	1.98	0.244	1.50
6	1.92	0.240	1.86
7	1.94	0.248	1.60
8	1.94	0.240	1.60
9	1.98	0.248	1.60
10	2.00	0.260	1.50
11	1.96	0.248	1.50
12	1.72	0.244	1.80
13	1.72	0.240	1.90
14	1.74	0.248	1.64
15	1.98	0.248	1.54
16	1.70	0.244	1.80

R E P E T I C I O N I			SUB-BLOQUE 2
1'	1.88	0.264	1.72
2'	1.60	0.276	1.72
3'	1.70	0.276	2.02
4'	1.88	0.268	2.36
5'	1.88	0.264	2.02
6'	1.88	0.264	1.68
7'	1.70	0.288	2.20
8'	1.96	0.288	2.54
9'	2.10	0.276	2.06
10'	2.18	0.300	2.10
11'	2.04	0.280	1.94
12'	2.04	0.300	2.10
13'	1.96	0.276	1.80
14'	2.04	0.288	2.24
15'	2.04	0.264	2.14
16'	2.10	0.276	2.20

CUADRO No. 13

Resultados obtenidos en los análisis foliares practicados el 20 de diciembre de 1970, para observar el contenido de nutrientes en las hojas números cinco.

R E P E T I C I O N II			SUB-BLOQUE 1	
TRATAMIENTO	NITROGENO (%)	FOSFORO (%)	POTASIO (%)	
1	1.80	0.264	1.36	
2	1.88	0.252	1.68	
3	1.86	0.260	1.60	
4	2.20	0.256	1.50	
5	2.16	0.256	1.50	
6	2.12	0.256	1.64	
7	1.80	0.260	1.60	
8	2.08	0.252	1.54	
9	1.96	0.240	1.60	
10	2.06	0.256	1.54	
11	1.80	0.252	1.54	
12	1.84	0.260	1.72	
13	1.94	0.252	1.80	
14	2.12	0.264	1.54	
15	2.12	0.252	1.68	
16	1.96	0.256	1.60	

R E P E T I C I O N II			SUB-BLOQUE 2	
1'	2.06	0.244	1.50	
2'	2.08	0.252	1.54	
3'	2.06	0.256	1.54	
4'	1.96	0.254	1.80	
5'	2.12	0.254	1.54	
6'	2.08	0.244	1.50	
7'	1.96	0.252	1.50	
8'	1.94	0.264	1.72	
9'	1.98	0.264	1.98	
10'	1.88	0.256	1.50	
11'	1.94	0.256	1.50	
12'	2.12	0.256	1.54	
13'	2.12	0.252	1.54	
14'	1.96	0.260	1.72	
15'	1.96	0.256	1.50	
16'	1.96	0.260	1.66	

CUADRO No. 14

Datos generales de los resultados de campo incluyen
 ro peso de la caña por parcela y por hectárea; número
 de tallos por parcela y por hectárea; altura me-
 dia a diferentes edades.

No.	Tratamiento	R E P E T I C I O N I			SUB-BLOQUE 1			
		Peso de la Caña		No. de Tallos	Altura media			
		Kg/p	Tons/ha	P/ut.	ha.	5 m.	9 m.	corte
1	300-160-0	797	257.9	509	92,666	108.8	117.3	190.0
2	300-0-200	810	160.7	617	112,333	89.5	97.3	206.0
3	0-160-200	561	111.3	478	86,999	109.5	117.7	212.0
4	0-0-0	402	79.7	432	78,556	91.9	98.5	178.0
5	225-120-150	496	98.4	463	84,333	114.2	124.3	196.0
6	225-40-150	460	91.2	524	95,333	95.5	125.5	193.0
7	75-120-150	749	148.5	546	99,326	95.6	126.9	203.0
8	75-40-50	543	107.7	535	97,333	94.0	94.0	229.0
9	150-80-100	687	136.3	462	84,000	87.7	100.7	212.0
10	150-80-100	539	106.9	420	76,366	61.1	123.6	203.0
11	75-80-100	558	110.7	390	71,000	92.6	124.5	192.0
12	225-80-100	511	101.3	469	85,333	112.3	121.5	191.0
13	150-40-100	563	111.7	482	87,666	85.1	99.0	208.0
14	150-120-100	442	87.6	433	78,999	98.5	110.8	215.0
15	150-80-50	530	105.1	478	87,333	91.0	120.0	208.0
16	150-80-150	622	123.4	576	104,666	91.8	108.0	191.0

No.	Tratamiento	R E P E T I C I O N I			SUB-BLOQUE 1			
		Peso de la Caña		No. de Tallos	Altura media			
		Kg/p	Tons/ha	P/ut.	ha.	5 m.	9 m.	corte
1'	300-0-0	762	151.1	647	116,666	87.1	99.2	162.0
2'	0-160-0	517	102.5	605	109,999	73.5	82.2	188.0
3'	0-0-200	360	71.4	502	91,333	81.7	97.6	220.0
4'	300-160-200	594	117.8	561	102,000	113.1	132.0	197.0
5'	225-40-50	551	109.3	458	83,333	83.2	101.1	181.0
6'	75-120-50	616	122.2	482	87,999	85.6	113.5	194.0
7'	75-80-150	549	109.1	458	83,333	89.3	99.4	222.0
8'	225-120-150	497	98.8	549	99,999	89.4	118.5	186.0
9'	150-80-100	467	93.3	469	85,333	99.4	118.9	236.0
10'	150-80-100	566	112.7	437	79,333	98.1	111.1	210.0
11'	75-80-100	442	87.6	459	83,555	99.7	116.4	233.0
12'	225-80-100	698	138.4	539	98,000	94.5	102.1	212.0
13'	150-40-100	547	109.1	535	97,333	89.3	118.4	210.0
14'	150-120-100	606	120.2	506	91,999	99.1	111.4	197.0
15'	150-80-50	552	109.4	430	78,222	88.9	104.4	222.0
16'	150-80-150	555	109.7	430	78,222	90.7	112.3	189.0

CUADRO No. 15

Las unidades usadas en este cuadro, son: peso por parcela = Kg; -
 Peso por Ha. = ton.; altura de los tallos = cm. Las abreviaturas,
 Kg/p = kilos por parcela; ton/ha. = tonelada por hectárea; p/u =
 parcela útil.

Datos generales de los resultados de campo incluyen do peso de la caña por parcela y por hectárea; número de tallos por parcela y por hectárea; altura media a diferentes edades.

R E P E T I C I O N II						SUB-BLOQUE 1			
No.	TRATAMIENTOS:	PESO DE CAÑA		No. DE TALLOS p.u.	DE TALLOS ha.	ALTURA MEDIA			Corte
		Kg/p	ton/ha			5m.	9m.		
1	300-160- 0	677	134.3	539	98,000	101.4	122.1	190.0	
2	300- 0 -200	361	71.6	501	91,333	95.9	115.7	184.0	
3	0 -160-200	385	76.3	509	92,666	100.9	114.3	205.0	
4	0 - 0 - 0	583	115.6	569	103,999	83.6	108.8	171.0	
5	225-120- 50	631	125.1	469	85,333	100.4	132.4	186.0	
6	225- 40- 50	535	106.3	464	84,444	99.5	118.5	176.0	
7	75-120-150	603	119.1	459	83,333	92.6	120.8	186.0	
8	75- 40- 50	680	135.4	539	98,000	95.8	115.9	201.0	
9	150- 80-100	721	143.0	535	97,333	105.5	119.2	208.0	
10	150- 80-100	699	138.7	520	94,666	88.1	110.9	181.0	
11	75- 80-100	561	112.3	528	96,000	90.8	118.4	173.0	
12	225- 80-100	740	146.7	491	89,333	90.7	125.1	167.0	
13	150- 40-100	630	124.7	469	85,333	99.5	120.3	208.0	
14	150-120-100	610	121.3	569	103,999	99.4	128.5	182.0	
15	150- 80- 50	629	124.3	482	87,999	100.6	120.5	186.0	
16	150- 80-150	645	127.9	546	99,333	97.8	125.5	199.0	

R E P E T I C I O N II						SUB-BLOQUE 2			
1'	300- 0 - 0	498	98.9	531	96,666	76.3	93.8	183.0	
2'	0 -160- 0	805	158.2	547	99,000	91.0	107.0	251.0	
3'	0 - 0 -200	325	64.4	415	75,333	93.8	104.9	223.0	
4'	300-160-200	535	106.3	503	91,999	110.2	139.6	182.0	
5'	225- 40- 50	557	110.1	459	83,333	97.4	109.9	192.0	
6'	75-120- 50	556	109.5	462	83,666	99.1	121.1	206.0	
7'	75- 40-150	559	110.8	437	79,333	92.4	117.9	188.0	
8'	225-120-150	422	83.7	531	96,000	95.5	118.7	202.0	
9'	150- 80-100	632	125.4	469	85,333	101.5	124.1	213.1	
10'	150- 80-100	634	125.9	478	86,999	107.6	130.6	212.0	
11'	75- 80-100	679	134.7	541	98,000	89.9	117.9	210.0	
12'	225- 80-100	689	136.9	563	102,000	95.5	111.4	276.0	
13'	150- 40-100	626	123.5	531	96,666	90.7	116.2	183.0	
14'	150-120-100	571	113.2	475	86,333	96.7	132.3	187.0	
15'	150- 80- 50	468	94.2	486	88,258	108.4	136.8	206.0	
16'	150- 80-150	576	114.2	477	86,666	86.1	117.5	207.0	

CUADRO No. 16

Las abreviaturas y unidades son las mismas usadas en los cuadros anteriores.

Resultados de análisis de madurez y sazonado, indis- pensable para conocer la fecha óptima de corte se- gún la madurez industrial de la planta. Los métodos usados fueron el molino de ensaye y el Pol-Ratio. - Los cuadros están identificados según su repetición y su Sub-Bloque.

R E P E T I C I O N I				S U B - B L O Q U E 1		
No.	TRATAMIENTO	Brix	% Sac.en jugo	Pureza	Fibra	% Sac.en jugo
1	300-160- 0	16.76	13.99	83.49	12.12	14.21
2	300- 0 -200	18.11	15.51	85.64	12.12	15.90
3	0 -160-200	17.30	14.83	85.72	12.12	15.03
4	0 - 0 - 0	17.57	15.41	87.70	12.12	15.68
5	225-120- 50	18.11	15.51	85.64	12.12	15.82
6	225- 40-150	17.43	14.83	85.08	12.12	15.03
7	75-120- 50	17.57	15.57	86.31	12.12	15.83
8	75- 40- 50	17.09	14.66	85.78	12.12	14.89
9	150- 80-100	17.09	14.56	85.19	12.12	14.81
10	150- 80-100	17.75	15.48	87.21	12.60	15.72
11	75- 80-100	17.40	15.04	86.43	12.77	15.31
12	225- 80-100	16.76	13.99	83.47	12.12	14.29
13	150- 40-100	18.11	15.41	85.09	12.12	15.62
14	150-120-100	17.43	15.24	87.43	12.12	15.33
15	150- 80- 50	17.09	14.66	85.73	12.12	14.86
16	150- 80-150	17.97	15.51	86.31	12.12	15.75

R E P E T I C I O N I				S U B - B L O Q U E 2		
No.	TRATAMIENTO	Brix	% Sac.en jugo	Pureza	Fibra	% Sac.en jugo
1'	300- 0 - 0	16.32	13.88	84.53	12.12	14.04
2'	0 -160- 0	17.29	15.06	87.10	12.12	15.26
3'	0 - 0 -200	17.42	15.49	88.92	12.42	15.78
4'	300-160-200	17.07	14.81	86.76	12.72	15.04
5'	225- 40- 50	16.89	14.39	85.20	12.12	14.62
6'	75-120- 50	17.76	15.56	87.61	12.40	15.86
7'	75- 40-150	17.59	15.30	86.98	13.00	15.56
8'	225-120-150	17.97	15.34	85.36	12.12	15.59
9'	150- 80-100	17.39	15.03	86.43	12.92	15.35
10'	150- 80-100	17.28	15.05	87.01	12.45	15.25
11'	75- 80-100	17.09	14.66	85.78	12.12	14.92
12'	225- 80-100	17.43	14.83	85.08	12.15	15.12
13'	150- 40-100	15.75	14.57	86.88	11.95	14.78
14'	150-120-100	17.43	14.83	85.08	12.15	15.05
15'	150- 80- 50	17.57	15.34	87.31	12.12	15.59
16'	150- 80-150	18.07	14.36	79.47	12.12	14.58

CUADRO No. 17

Análisis practicados el 17 de Noviembre de 1971.

CUADRO NUM. 18

Resultados de análisis de madurez y sazonado, indispensable para conocer la fecha óptima de corte según la madurez industrial de la planta. Los métodos usados fueron el molino de ensaye y el Pol-Ratio. - Los cuadros están identificados según su repetición y su Sub-Bloque.

REPETICION II		SUB-BLOQUE 1				
No.	Tratamiento	Brix	% Sac. en jugo	Pureza	Fibra	% Sac. en caña
1	300-160- 0	16.96	14.66	86.44	12.12	14.89
2	300- 0 -200	17.10	14.66	85.73	12.07	14.89
3	0 -160-200	17.00	14.58	85.76	13.95	14.86
4	0 - 0 - 0	17.10	14.67	85.71	12.05	14.83
5	225-120- 50	17.30	14.90	86.13	12.12	15.22
6	225- 40-150	17.28	14.95	86.51	11.05	15.19
7	75-120-150	16.51	14.35	86.91	13.07	14.61
8	75- 40- 50	17.09	14.83	86.77	12.12	15.12
9	150- 80-100	16.94	14.65	86.48	12.47	14.92
10	150- 80-100	17.64	15.00	85.03	12.12	15.26
11	75- 80-100	16.90	14.67	86.80	11.87	14.89
12	225- 80-100	16.51	14.52	87.94	11.57	14.92
13	150- 40-100	16.04	13.14	81.92	12.97	13.36
14	150-120-100	16.48	13.87	84.16	10.92	14.08
15	150- 80- 50	18.00	15.53	86.28	11.67	15.84
16	150- 80-150	17.00	14.76	86.82	11.37	14.89

REPETICION II		SUB-BLOQUE 2				
1'	300- 0 - 0	18.11	15.41	85.09	12.12	15.68
2'	0 -160- 0	17.43	15.17	87.03	12.12	15.39
3'	0 - 0-200	17.57	15.24	86.74	12.12	15.51
4'	300-160-200	16.76	13.82	82.46	12.12	14.04
5'	225- 40- 50	17.53	14.99	85.11	10.55	15.21
6'	75-120- 50	17.30	14.83	85.72	12.12	14.98
7'	75- 40-150	18.65	16.25	87.13	12.12	16.52
8'	225-120-150	17.77	15.51	87.28	12.12	15.74
9'	150- 80-100	16.55	14.22	85.92	12.12	14.36
10'	150- 80-100	17.43	14.90	89.48	12.12	15.12
11'	75- 80-100	18.31	15.74	85.96	12.12	15.91
12'	225- 80-100	18.11	15.51	85.64	12.12	15.74
13'	150- 40-100	18.45	15.50	84.01	12.12	15.74
14'	150-120-100	17.19	14.74	85.75	10.32	14.91
15'	150- 80- 50	17.09	14.90	87.18	12.12	15.16
16'	150- 80-150	17.09	14.66	85.58	12.12	14.89

Análisis practicados el 17 de Noviembre de 1971.-

A continuación aparece el análisis estadístico en --
sus fases principales indicadas en todo detalle.

- 1.- Relación tratamientos-repeticiones.
- 2.- Análisis de varianza.
- 3.- Desviación y Error Estándar.
- 4.- Obtención de t
- 5.- Resultados finales.

CUADRO NUM. 19

TRATAMIENTOS	REPETICIONES		TOTAL TRATAM.	MEDIA TRATAM.
	I	II		
300-160- 0	797	677	1,474	735.5
300- 0 -200	810	583	1,393	696.5
0 -160-200	561	385	946	473.0
0 - 0 - 0	402	361	763	381.5
225-120- 50	496	631	1,127	563.3
225- 40-150	460	535	995	497.5
75-120-150	749	603	1,352	676.0
75- 40- 50	543	680	1,223	611.50
150- 80-100	687	721	1,408	704.0
150- 80-100	539	699	1,238	619.0
75- 80-100	558	561	1,119	559.5
225- 80-100	511	740	1,251	625.5
150- 40-100	563	630	1,193	596.6
150-120-100	442	610	1,052	526.0
150- 80- 50	530	629	1,159	579.5
150- 80-150	622	645	1,267	633.5
300- 0 - 0	762	498	1,260	630.0
0 -160- 0	517	805	1,322	661.00
0 - 0 -200	360	325	685	342.5
300-160-200	594	535	1,129	564.5
225- 40- 50	551	557	1,108	554.0
75-120- 50	616	556	1,172	586.0
75- 40-150	549	559	1,108	554.0
225-120-150	497	422	919	459.5
150- 80-100	467	632	1,099	549.5
150- 80-100	566	634	1,200	600.0
75- 80-100	442	679	1,121	560.5
225- 80-100	698	689	1,387	693.5
150- 40-100	547	626	1,173	586.5
150-120-100	606	571	1,177	588.5
150- 80- 50	552	468	1,020	510.0
150- 80-150	555	576	1,131	565.5
TOTAL REPETICIONES	18,149	18,822	36,971	577.67
MEDIA REPETICIONES	567.15	588.18	577.66	

- 1.- F.c. = 21'357,106.89
- 2.- Suma de $x_t^2 = 583,310.11$
- 3.- Suma de $x_{tr}^2 = 475,814.61$
- 4.- Suma de $x_r^2 = 7,077.01$
- 5.- Análisis de varianza.

VARIACION	x^2	G.L.	VARIACION	F.c.	F 5%	F 1%
Tratamientos	475,814.61	31	15,348.85	4.67	1.84	2.38
Repeticiones	7,077.01	1	7,077.01	2.18	4.17	7.56
Error Experimental	100,418.49	31	3,239.30			
TOTAL	583,310.11	63				

=====

El valor de F calculada es mas grande en la variación de tratamientos que los niveles de F a 5% y 1%, por lo que -- tienen significación los tratamientos obtenidos, no así las repeti-- ciones, puesto que no existe una probabilidad mayor de 5% en encon-- trar la variabilidad observada por la sola influencia del azar.

Con el proceso analítico establecido por Fisher, con-- tinuamos nuestro estudio obteniendo:

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| 1.- Desviación típica | 56.85 |
| 2.- Error típico de media | 40.03 |
| 3.- Error típico de dif. de 2 med. | 56.62 |
| 4.- Ya conocemos los G.L. del E.E. | 31 |
| 5.- El valor de t a 5% para E.E. | 2.042 |
| 6.- Límite de apreciación de E. | 115.618 Kg. |

CUADRO NUM. 20

Donde aparecen en orden descendente según sus rendimientos medios, todos los tratamientos estudiados. Muy importante será en adelante, el orden de éstos-tratamientos aquí establecidos.

NUMERO	TRATAMIENTO	KG/PARCELA	TON/HECTAREA
1	300-160- 0	737.00	146.2
2	150- 80-100	704.00	139.6
3	300- 0 -200	696.50	138.1
4	225- 80-100	693.50	137.5
5	75-120-150	676.00	134.1
6	0 -160- 0	661.00	131.1
7	150- 80-150	633.50	125.6
8	300- 0 - 0	630.00	125.0
9	225- 80-100	625.50	124.1
10	150- 80-100	619.00	122.8
11	75- 40- 50	611.50	121.3
12	150- 80-100	600.00	119.0
13	150- 40-100	596.50	118.3
14	150-120-100	588.50	116.7
15	150- 40-100	586.50	116.3
16	75-120- 50	586.00	116.2
17	150- 80- 50	579.50	114.9
18	150- 80- 50	565.50	112.2
19	300-160-200	564.50	112.0
20	225-120- 50	563.50	111.8
21	75- 80-100	560.50	111.2
22	75- 80-100	559.50	111.0
23	225- 40- 50	554.00	109.9
24	75- 40-150	554.00	109.9
25	150- 80-100	549.50	109.0
26	150-120-100	526.00	104.3
27	150- 80- 50	510.00	101.1
28	225- 40-150	497.50	98.7
29	0 -160-200	473.00	93.8
30	225-120-150	459.50	91.1
31	0 - 0 - 0	381.50	75.6
32	0 - 0 -200	342.50	67.9

CUADRO NUM. 21

Donde aparecen las diferencias de los tratamientos que tienen significancia según el límite de apreciación de error al 5% (según el orden del cuadro anterior). Límite: 115.618

DIF. TRATA.	DIFERENCIA	TOTAL
1 - 10	737.0-619.0	118.0
2 - 15	704.0-586.5	117.5
3 - 18	696.5-565.5	131.0
4 - 18	693.5-565.5	128.0
5 - 21	676.0-560.5	115.5
6 - 26	661.0-526.0	135.0
7 - 27	633.5-510.0	122.5
8 - 27	630.0-510.0	120.0
9 - 27	625.5-510.0	115.5
10 - 28	619.0-497.5	121.5
11 - 29	611.5-473.0	138.5
12 - 29	600.0-473.0	127.0
13 - 29	596.5-473.0	123.5
14 - 29	588.5-473.0	115.5
15 - 30	586.5-459.5	127.0
16 - 30	586.0-459.5	126.5
17 - 30	579.5-459.5	120.0
18 - 31	565.5-381.5	184.0
19 - 31	564.5-381.5	183.0
20 - 31	563.5-381.5	182.0
21 - 31	560.5-381.5	179.0
22 - 31	559.5-381.5	178.0
23 - 31	554.0-381.5	172.5
24 - 31	554.0-381.5	172.5
25 - 31	549.5-381.5	168.0
26 - 31	526.0-381.5	144.5
27 - 31	510.0-381.5	128.5
28 - 31	497.5-381.5	116.0
29 - 32	473.0-342.5	130.5
30 - 32	459.5-342.5	117.0

El cuadro número 21 nos indica que todos los tratamientos tienen significancia en relación con el que se está comparando, por lo que, los primeros cinco tratamientos, los que tienen mayores rendimientos son los óptimos para nuestro estudio.

Las demás comparaciones dejan de tener valor pues solo son significativas con el testigo o con tratamientos que tienen similar rendimiento, por lo tanto, no les consideramos importancia.

Entonces nuestras fórmulas a estudiar son:

- 1.- 300 - 160 - 0
- 2.- 150 - 80 - 100
- 3.- 300 - 0 - 200
- 4.- 225 - 80 - 100
- 5.- 75 - 120 - 150

ESTUDIO ECONOMICO

De los tratamientos obtenidos y de la rentabilidad de cada uno de ellos, podemos concluir, en comparación con la fórmula comercial usada en la zona - 170- 40- 80 - el tratamiento más idóneo para el ciclo de plantilla en la caña de azúcar.

El costo del cultivo es variable de una zona a otra - dentro de la misma región, pues mientras en algunos lugares es necesario un desmonte bastante fuerte, en otros lugares, solo es necesario quitar algunos matorrales; por lo tanto podemos englobar - un costo medio de cultivo, de \$ 4,500.00, cuatro mil quinientos pesos, agregando además una cuota por tonelada, conceptuada por Instituto Mexicano del Seguro Social, Líderes Cañeros, Impuestos, -- etc.

A continuación aparece el cuadro número 22, en donde se desglosa el costo de cultivo de plantilla para la caña de azúcar; siendo estos rubros los mas representativos.

CUADRO NUM. 22

COSTO DEL CULTIVO DE PLANTILLA PARA CAÑA DE AZUCAR.

CONCEPTO	COSTO
Desmante	\$ 1,000.00
Subsuelo	300.00
Barbecho (primero)	200.00
Barbecho (segundo)	200.00
Rastra	125.00
Surcada	125.00
Semilla	700.00
Corte-flete-siembra	650.00
Regaderas	30.00
Riego de asiento	60.00
Primer beneficio	40.00
Primera limpia	200.00
Segundo beneficio	50.00
Segunda limpia	50.00
Fertilizante (170- 40- 80)	867.35
Aplicación y flete de fertilizante;	40.00
Herbicida	400.00
Aplicación de herbicida	30.00
Limpia de tomas	40.00
Cuatro riegos (\$40.00 c/u)	160.00
Canales, cercas, caminos y contribuciones	100.00
<hr/>	
T O T A L	\$ 4,467.35
=====	

IMSS, Líderes, Impuestos, etc. \$19.10 por tonelada.

Entonces la redituabilidad actual de la plantilla de caña con el tratamiento 170- 40- 80 es la siguiente:

Rendimiento medio en plantilla	105 ton/ha	
Precio pagado en Tamazula	\$ 92.50	
Costo cultivo en plantilla (cuadro 22)		\$ 4,467.35
Producción bruta		<u>9,712.50</u>
Producto neto		\$ 5,245.15
		=====

El estudio económico del experimento se llevó a cabo obteniendo el producto bruto, el costo del cultivo y el producto neto, resultando así, la redeviabilidad de la parcela para cada uno de los tratamientos estudiados. Y se obtuvieron los datos que aparecen en el cuadro 23.

CUADRO NUM. 23

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO	P. BRUTO	COSTO CULTIVO	P. NETO
150- 80-100	139.6	\$ 12,913.00	\$ 4,474.72	\$ 8,438.28
300-160- 0	146.2	13,523.50	5,066.60	8,456.90
75-120-150	134.1	12,404.25	4,393.96	8,010.29
225- 80-100	137.5	12,718.75	4,733.75	7,985.00
300- 0 -200	138.1	12,774.25	4,918.66	7,855.59
COMERCIAL	105.0	9,712.50	4,467.35	5,245.15



C A P I T U L O I V
DISCUSION Y RESULTADOS

Los resultados obtenidos en nuestro estudio y que aparecen en el capítulo anterior; y la discusión de los mismos, nos darán indicios de los caminos que se seguirán en la fertilización para la zona de abastecimiento del Ingenio Tamazula, S.A., en el futuro.

Los datos que se obtuvieron en el pesaje de los lotes son representativos de los tratamientos aplicados y son, hasta cierto punto, confiables en cuanto a su conversión a rendimiento por hectárea. En los cuadros número 9 y 10 aparecen estos datos expresados en kilogramos por parcela y toneladas por hectárea.

La aplicación de nitrógeno siempre se ha considerado básica, sobre todo para la caña de azúcar, y en éste experimento podemos notar que los lotes con mayor concentración de éste elemento nutriente, a excepción del tratamiento 0-160-0, del que hablaremos posteriormente, tienen los más altos rendimientos de campo, lo cual comprueba la gran influencia que tiene sobre el desarrollo de la planta. Sobre éste particular podemos decir que sería interesante y muy importante, observar los tratamientos: 300-160-0 y 300-0-0 en ciclo de soca, puesto que en el campo nos dieron cepas grandes con cañas vigorosas y gruesas, pero sería posible un rápido decrecimiento a vuelta de año en este cultivo. El exceso de nitrógeno puede ser benéfico o perjudicial según el grado de diferencia existente. Ya se mencionó en capítulos anteriores que el nitrógeno debe ser aplicado en cantidades óptimas.

El fósforo es asimilado en forma normal y nuestra zona es, propiamente dicho, deficiente y cualquier aplicación de este nutriente es asimilado de inmediato. El tratamiento 0-160-0, estadísticamente no fué considerado como apto para aplicarlo al cultivo comercial, por lo que nos inclinamos a creer que sea producto de un error experimental.

Los resultados obtenidos, en general, son normales, posteriormente se compararán con otros resultados.

En los cuadros número 11, 12, 13 y 14, se aprecian los niveles de los nutrientes en las hojas y los tratamientos 0-0-0 y 0-160-200, nos muestran una asimilación fuerte de nitrógeno y es de llamar la atención la succión de fósforo y potasio, sobre todo en el tratamiento del testigo.

El tratamiento 150- 80-100 tiene sus niveles nutrimentales en la hoja número tres, bastante altos, lo mismo que en la hoja número cinco. Estos análisis los consideraremos posteriormente cuando tengamos los tratamientos buscados bien identificados.

En los cuadros 15 y 16, aparecen todos los resultados de campo, con algunos datos importantes, como son, el número de tallos y su altura media en las diversas fases de su desarrollo. Los cuadros están muy claros y se puede notar una diferencia muy marcada en algunos de los tratamientos, sobre todo en la influencia del nitrógeno y el número de tallos. Por regla general hubo una relación proporcional entre el nutriente y el crecimiento.

De la misma manera podemos sacar una correlación entre la altura final y la de cinco meses con el fósforo; donde se aplicaron doscientos kilos de nutriente la planta creció con gran vigor y el potasio no tiene significancia aparente.

Muy marcado el contenido de sacarosa en jugo en los análisis hechos para determinar la riqueza industrial de la planta. Correlacionado el testigo con algunos tratamientos podemos ver

que los nutrientes son básicos para aumentar el contenido de saca-rosa aunque se presentan algunos casos como en la Repetición 1, -- Sub-bloque 1, en que el tratamiento 150-80-100 es mas bajo en saca-rosa que en las otras Repeticiones (cuadro Número 17), pero se puede apreciar alguna variación no considerada puesto que en las o- - tras repeticiones no sufre alteraciones significativas.

El análisis estadístico (cuadro número 19) es llevado a cabo de una manera diferente a como se elabora en el centro de - Biometría y Estadística del Instituto para el Mejoramiento de la - Producción de Azúcar, pues, en este lugar se sigue una programa- - ción especial para computadora con regresiones múltiples y en el - presente trabajo seguimos el proceso establecido por Fisher.

Después de presentar los tratamientos en orden descen- dente, en el cuadro número 21 aparecen las correlaciones y diferen- cias entre los tratamientos, según el margen de 5% que nos permite el límite de apreciación de error. La diferencia entre tratamien- - tos se hizo entre todos, y solo hubo significancia positiva hasta- los 115.61 kg. de diferencia entre lote y lote. Encontramos algu- - nos tratamientos con menor diferencia entre sí y con significan- - cia, los cuales se justifican en las tablas de resultados.

Se procedió a elaborar un estudio económico para po- - der determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos y - posteriormente compararlos con los resultados obtenidos con los -- tratamientos o el tratamiento comercial, 170- 40- 80, usado en Ta- mazula.

En el cuadro número 23 encontramos que el tratamiento 150-80-100 tiene una redituabilidad máxima, solo precedido por el 300-160-0, pero no es una fórmula completa y puede desbalancear el contenido asimilable del nutriente potásico en el suelo, por lo -- tanto, el primero es un tratamiento confiable en un 95 a 97.5% de- - significancia de que no interviene ningún efecto del azar. Por - - otra parte es el centro de nuestro cubo doble, el cual puede repre- - sentarnos, teóricamente, la parte mas real de la curva parabólica-

de los tres nutrientes ensayados.

El resto de los tratamientos pueden recomendarse también en la zona, pero siguiendo los lineamientos económicos es -- obvio recomendar el primero de ellos, o sea la fórmula 150- 80-100

En experimentos análogos que se llevaron a efecto en esta región, se obtuvieron resultados similares, siendo la recomen dada la misma fórmula en dos de ellos (Tuxpan y Santa Cruz) y otras que no tuvo significancia para ningún tratamiento.

Por lo anterior podemos inferir que nuestros resultados son apegados a las necesidades de la zona y que la fórmula -- 150- 80-100, es, para las condiciones conocidas de la región de Ta mazula, la mejor formulación que se puede recomendar con resultados de campo, de fábrica y por ende, económicos, superiores a -- otros tratamientos.

R E S U M E N

El cultivo de la caña en México es de gran importancia y se ha incrementado la técnica en grandes proporciones; desde 1920 a la fecha se ha avanzado grandemente en fertilización pero aún nos queda mucho por recorrer.

El IMPA en Tamazula ha investigado con buenos resultados, habiendo obtenido fórmulas como: 100-60-40, 80-50-40, - - - 170-40-80 y otras. Se han utilizado muchos tipos de diseño para los experimentos, y en el actual se usa el cubo doble para mayor seguridad y precisión en los cálculos de nutrientes.

El tamaño de la parcela y del experimento está dado por las necesidades del diseño y no sobrepasa la hectárea. Se utilizó la variedad comercial de la zona, N:Co.310. El lote experimental está bien comunicado y cuenta con riego en cualquier momento. Se atendió debidamente y se le dieron los cultivos necesarios según las costumbres de los campesinos locales. Se programaron los análisis de suelos, foliares, y todos los necesarios en el transcurso del experimento. Los resultados de dichos análisis de suelos, fueron: Nitrógeno pobre, de medio a rico en fósforo y rico en potasio.

Los tratamientos obtenidos después del análisis estadístico y económico, fueron 150-80-100, 300-160-0 y 225-80-100, de los cuales se determinó que, el que presentaba las mejores condiciones, después de interaccionar las gráficas, fué el primero, el cual se recomienda para la zona de Tamazula con las condiciones físicas y químicas conocidas.

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

- 1.- ANONIMO.- 1957- Investigación y Resultados de la Región Cañera del Papaloapan - IMPA - México- Boletín sin número.
- 2.- ANONIMO.- 1971- Normas Generales de Experimentación y Trabajo para el Personal Técnico del IMPA- 2a. ed.- IMPA- - México- Pág. 150-168.
- 3.- ANONIMO.- 1969- Fertilización de caña de azúcar-Métodos de -- Cultivo- Boletín de Guanos y Fertilizantes de México, .S.A.- México- Boletín No. 60 Jul-Sept.
- 4.- GONZALEZ GALLARDO A.- 1960- Boletín Técnico del IMPA- México- Pág. 1-3; 6-12.
- 5.- GONZALEZ GALLARDO A.- La investigación y experimentación de - la Caña de Azúcar y el IMPA- México- P. 3-8.
- 6.- HUBBELL D.F.- 1965- Tropical Agriculture- Howard W. Sons International Corp.- Kansas City, U.S.A.
- 7.- HUMBERT R.P.- 1970- Los nutrientes que la caña necesita- Revista Agricultura de las Américas- Año 19, No.9- -- Septiembre de 1970-Pág. 14
- 8.- HUMBERT R.P.- 1963- The Growing of Sugarcane- Ersevier - - - Publishing Co.-New York-Page 16-30; Introduction; - Cap I; Cap II.
- 9.- IMPA.- 1960- Boletín Técnico No. 4- IMPA- México- Primera parte y apéndice.
- 10.- JACOB y VON UEXKULL.- 1966- Fertilización en cultivos tropicales y subtropicales- Verlagsellschaft fur AckerbanmbH- Hannover Alemania- Pág. 47-54; Cap. XV
- 11.- MANURING OF SUGAR CANE, The.-1968- Artículo- Centre D'Etude - de de L'Azote- Ginebra Suiza.

- 12.- ORTIZ VILLANUEVA B.- 1969- Consideraciones de orden práctico- sobre el estudio de la fertilidad de los suelos tropi- cales- Inédito- México-
- 13.- ORTIZ VILLANUEVA B.- 1966- Antecedentes y normas para el abo- namiento de la caña de azúcar - Boletín mimeografiado IMPA-México
- 14.- ORTIZ VILLANUEVA B.- 1970- Índice salino de los fertilizantes IMPA- México- Boletín
- 15.- SALDANA CASTRUITA R.- 1969- Experimentación sobre fertilizan- tes en Tamazula- Inédito- México.
- 16.- SALDANA CASTRUITA R -1970- Notas personales- Inédito- Tamazu- la, México.
- 17.- SNEDECOR G.W.- 1966- Métodos estadísticos - Compañía Edito- - rial Continental, S.A.- México- Primera parte-Cap. -- XVII.
- 18.- THOMPSON L.M.- 1966- El suelo y su fertilidad- Editorial Re-- verte, S.A.- Barcelona- Pág. 257-283
- 19.- VIERA LARES M.- Informe de Servicio Social en el Ingenio Tama- zula, S.A.- Guadalajara, Jal.