

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



"DOSIS OPTIMA DE N-P-K EN CAÑA DE AZUCAR,
INGENIO "CENTRAL PROGRESO, S. A.
ESTADO DE VERACRUZ".

T E S I S P R O F E S I O N A L
Q U E P A R A O B T E N E R E L T I T U L O D E
I N G E N I E R O A G R O N O M O
P R E S E N T A
H E C T O R M I G U E L B R I S E Ñ O J I M E N E Z
G U A D A L A J A R A , J A L . 1 9 8 4



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número


Septiembre 29, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
HECTOR MIGUEL BRISEÑO JIMENEZ _____ titulada,
"DOSIS OPTIMA DE N-P-K EN CAÑA DE AZUCAR, INGENIO "CENTRAL PROGRESO, S.A.
ESTADO DE VERACRUZ."

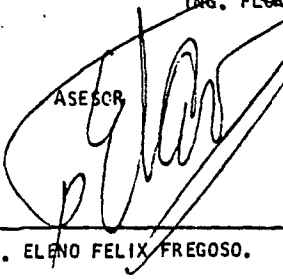
Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.



ING. FLORENTINO SANCHEZ SAMANIEGO

ASESOR



ING. ELENO FELIX FREGOSO.

ASESOR



ING. SALVADOR MENA MUNGUIA.

Al contestar este oficio alvase citar fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Septiembre 29, 1931.

C. PROFESORES

- ING. FLORENTINO SANCHEZ SAMANIEGO, Director.
- ING. ELENO FELIX FIGUEROA, Asesor.
- ING. SALVADOR NETA FIGUEROA, Asesor.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

"DOSIS OPTIMA DE N-P-K EN CABA DE AZUCAR, INGENIO "CENTRAL PROGRESO, S. A., ESTADO DE VERACRUZ."

presentado por el PASANTE INGENIERO MIGUEL ORTIZ JIMENEZ han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entretanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRAJAJA"
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

hlg.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Con toda admiración y respeto
mi agradecimiento y halago
por su gran esfuerzo al
haberme ayudado a realizar
este ideal.

A MIS HERMANOS:

Por su apoyo constante
y su cariño.

A MIS MAESTROS:

A MI ESCUELA Y EN FORMA
SINGULAR A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero e intenso agradecimiento a las siguientes personas, sin cuya ayuda no hubiera sido posible la realización de este recatado trabajo.

Lic. José Luis Martínez A.

Jefe del Programa de Estadísticas y Cómputo en el Centro Nacional de Investigaciones azucareras del IMPA.

Ing. Quím. Hugo Alcalá Castellanos

Jefe del laboratorio de campo en el Centro Nacional de Investigaciones Azucareras del IMPA.

Ing. Florentino Sánchez Samaniego

mi director de tesis.

Ing. Salvador Mena Murguía

Asesor de Tesis.

Ing. Eleno F. Fregoso

Asesor de tesis.

En una forma muy especial y reconocimiento al Sr. Ing. Dionisio Mariscal Lomelf, Jefe de la Sección de Fertilizantes en el Centro Nacional de Investigaciones Azucareras del IMPA, por su abnegada e ilustre ayuda.

I N D I C E

Pag.

DEDICATORIA.	
AGRADECIMIENTOS.	
I.	BOSQUEJO HISTORICO 1
	A) Origen y migración de la caña de azúcar 1
II.	INTRODUCCION 3
III.	OBJETIVO E HIPOTESIS 5
IV.	RESUMEN. 6
V.	ANTECEDENTES 11
	A) Importancia económica 12
	B) Características de los elementos mayores 13
	C) Botánica del cultivo 15
VI.	MATERIALES Y METODO 17
	A) Características de la variedad 17
	B) Generalidades 18
	1.- Localización 18
	2.- Clima y temperatura 18
	3.- Suelo 19
	C) Tratamientos evaluados 20
	D) Diseño experimental 21
	E) Parcela experimental 21
	F) Trabajos de campo 22
	1.- Preparación del terreno 22
	2.- Muestreo de suelos 22
	3.- Siembras 22
	4.- Conteo de yemas sembradas 23

	Pag.
5.- Fertilización	24
6.- Cuento de brotes	25
7.- Labores culturales	26
a) Malezas	26
b) Plagas y enfermedades	27
8.- Cosecha	28
VII. RESULTADOS	29
1. Muestreos foliares	29
2. Medición de alturas	29
3. Cuento de población	30
4. Muestreo de tallos	30
VIII. DISCUSION DE RESULTADOS	31
Rendimiento de caña en Kg/parcela	31
Rendimiento de caña en Tn/Ha.	
Rendimiento probable de azúcar.	
% Fibra	32
% Pureza	33
% Sacarosa	35
Comportamiento agroindustrial	
IX. ANALISIS E INTERPRETACION ESTADISTICA	
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
XI. APENDICE DE CUADROS Y FIGURAS	36
XII. BIBLIOGRAFIA	69

I. BOSQUEJO HISTORICO.

A) ORIGEN Y MIGRACION DE LA CAÑA DE AZUCAR.

La caña de azúcar, que es una especie de zacate gigante se originó de especies silvestres naturales de varias partes de Asia y de algunas islas de los océanos Indico y Pacífico del Sur, pero las primeras noticias de su utilización por razas civilizadas se refieren a China y a la India.

Con toda posibilidad, la caña de azúcar ha sido llevada por el hombre de lugar en lugar en el curso de miles de años, y así fue introducida a las Islas Filipinas, Java y otras partes del Pacífico Tropical, después emigró en igual forma hacia el Oeste, a Persia y al Medio Oriente, hasta el siglo X fue cuando la producción comercial de azúcar se empezó a desarrollar en Egipto, llegando a ser, en poco tiempo, una rama importante del comercio en el Mediterráneo.

Durante la Edad Media, la caña de azúcar se extendió a lo largo de las costas del Mediterráneo, Noráfrica, Francia y España produjeron cantidades cada vez mayores, pero no suficientes para cubrir las necesidades de Europa. El azúcar continuó siendo un lujo que pocas personas de aquella época podían proporcionarse.

Cristóbal Colón introdujo la caña de azúcar al Nuevo Mundo en su segundo viaje a Santo Domingo en 1494, en el siglo XVII, el cultivo se extendió a la mayoría de las islas y costas de la América Tropical.

En 1525, Cortez trajo la caña de azúcar a México y estableció una plantación y un pequeño trapiche en San -

Andrés Tuxtla, Veracruz. Las condiciones del suelo y del clima en ese lugar son muy favorables para el cultivo de la caña, y la planta recién introducida floreció. El cultivo de la caña no se extendió con amplitud por muchos siglos en la región y no fue sino hasta después de la revolución de 1910 cuando se desarrolló en gran escala. Desde entonces, la región de Veracruz ha sido reconocida como una de las secciones más favorables por la naturaleza para el cultivo de la caña de azúcar y hoy en día constituye la región productora más importante de la República.

Después de San Andrés Tuxtla, la caña se llevó a Coyoacán, donde no floreció debido a los meses fríos de invierno, posteriormente se llevó hacia el Sur, y llegó a establecerse firmemente en el Estado de Morelos y parte de Guerrero.

El cultivo de la caña de azúcar se extendió gradualmente por todo el país y floreció en todas partes, con excepción de las altas mesetas y las regiones desérticas, aun cuando, en el presente siglo, grandes extensiones de tierras desérticas han sido abiertas al cultivo con el auxilio del riego y, actualmente, la caña se produce en tierras de riego.

II. INTRODUCCION.

La caña de azúcar es un gran consumidor de nutrientes y el cultivo continuado de caña sobre caña empobrece rápidamente el suelo que a pesar de todo, contiene - por lo general los elementos esenciales en cantidades suficiente para el desarrollo vegetativo de la caña.

Sin embargo, al tratar de obtener mayores beneficios económicos es necesario aplicar fertilizantes en dosis adecuadas, considerando siempre que la falta de alguno de los elementos nutritivos para el desarrollo de la caña es un factor limitante que quebranta el efecto de los otros nutrientes aplicados.

Los elementos que la caña absorbe del suelo en mayor proporción son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y silice. De éstos, los tres primeros ~~N~~-P-K son los que el suelo generalmente ofrece en cantidades asimilables suficientes para el mayor beneficio económico en los rendimientos de campo y fábrica.

Las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio, usadas en la fertilización de la caña de azúcar, varían según la región y zona cañera del país, los sistemas de cultivo, las variedades, las condiciones climatológicas y el rendimiento deseable.

De los fertilizantes aplicados se acepta la utilización efectiva del 60% del N, del 15 al 20% del P_2O_5 según condiciones de acidez o alcalinidad y el 50% de K_2O . - Se considera que las pérdidas de nutrientes solubles que suelen ser arrastrados donde no llevan las raíces, por la erosión que causa pérdidas de nutrientes debido al arrastre de la porción más fértil del suelo y por la absorción

de nutrientes por las cosechas.

Los elementos menores que la planta toma en cantidades homeopáticas y que algunas veces se encuentran en cantidades suficientes en el suelo o están inmovilizados son: boro, cobre, fierro, manganeso, molibdeno y zinc.

Para satisfacer los requerimientos de nutrición de la caña es necesario conocer el nivel de fertilidad del suelo y la respuesta del cultivo a la fertilización dirigida.

El peligro de llegar a suministrar dosis de fertilizantes demasiado pequeñas, incapaces de satisfacer la adecuada nutrición de los rendimientos posibles, así como, por otro lado, el deseo de evitar aplicaciones que exceden del óptimo necesario, hacen de los análisis de suelo y foliares, por regla general, un evidente medio para la determinación de los nutrientes requeridos.

A fin de determinar la respuesta de la caña de azúcar a la adición de fertilizantes en la zona de abastecimiento del Ingenio "Central Progreso, S.A.", se condujo un experimento de Dosis Óptimas Económicas de N-P-K, el cual se estableció en un suelo representativo (80%) de la zona.

III. OBJETIVOS.

El principal objetivo de este trabajo es el de encontrar la dosis óptima económica de N-P-K para incrementar el rendimiento de caña y azúcar por hectárea.

Al incrementar la producción, se hace más rentable el cultivo de la caña y a corto plazo permite satisfacer los incrementos que nos impone la demanda.

Otro objetivo es el de difundir los resultados obtenidos entre el personal técnico de este Ingenio "Central Progreso, S.A.", y productores del mismo para que tomen en cuenta los resultados que se obtengan y para la utilización de los mismos en los suelos que presentan las mismas características físico-químicas y así se parte de una base para la recomendación de la dosis de fertilizantes a utilizar.

Además que se tome en consideración que las necesidades nutritivas de un suelo, no pueden determinarse de una vez para siempre, sino que se requieren estudios continuos.

HIPOTESIS.- Para el tipo de suelo y determinadas condiciones de manejo, se espera que los tratamientos en estudio igualen y superen el tratamiento comercial de la zona.

IV. RESUMEN.

El experimento fue conducido en la zona de influencia del Ingenio Central Progreso, S.A., en el Estado de Veracruz.

Su objetivo fue evaluar los efectos de N-P-K en caña de azúcar sobre los rendimientos de campo y azúcar -- por hectárea, la variedad utilizada fue la B 4363. En este trabajo se estudiaron doce tratamientos con diferentes niveles en el ciclo de cultivo planta. El suelo donde se desarrolló es de migajón arcilloso y ligeramente ácido. Los análisis estadísticos mostraron diferencias altamente significativas para el rendimiento de campo, significativas para % sacarosa y % de pureza y no significancia para la producción probable de azúcar y % de fibra.

Al observar los promedios de los tratamientos, éstos nos dicen que existe cierta respuesta al potasio y no significativa el nitrógeno y fósforo. El tratamiento -- con la dosis más alta de potasio (12) fue el mejor en general.

Consideraciones Generales. Este trabajo cubrió -- en tiempo del 29 de octubre de 1981 al 15 de marzo de 1983.

La situación geográfica de la zona donde se llevó a cabo el estudio en altitud M.S.N.M. = 476, longitud -- W.G. 96°42' y una latitud N 19°02'.

El nitrógeno, el fósforo y el potasio son los elementos que las plantas consumen en mayores cantidades, -- por lo cual se agotan más rápidamente en el suelo y consecuentemente tienen que agregarse por medio de los fertilizantes. Los análisis del suelo nos indican que es de medio

a rico en su contenido de nitrógeno y fósforo y de pobre a medio en potasio (0-30 y 30-60 cm profundidad). El pH varía de 6.0 a 6.20 y el contenido de materia orgánica de medio a rico. La eficiencia de la acción de los fertilizantes depende de las características químicas del suelo y de las condiciones ecológicas particulares de cada zona.

Se observó una germinación algo baja. La precipitación pluvial en la zona durante el tiempo del estudio -- fue menor en comparación con las de los últimos cinco años.

Metodología Utilizada: El diseño experimental -- utilizado fue en San Cristóbal con 4 repeticiones y 12 tratamientos con diferentes niveles cada uno (0-300 kg N-P-K/ha) incluyendo un testigo. Cada parcela comprendió una --- área de 60 M² comprendiendo 5 surcos espaciados a 1.00 M. y con una longitud de 10 Mts. Los tratamientos fueron los siguientes:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.-	0	0	0
2.-	200	0	0
3.-	0	200	0
4.-	200	200	0
5.-	0	0	200
6.-	200	0	200
7.-	0	200	200
8.-	200	200	200
9.-	100	100	100
10.-	300	100	100
11.-	100	300	100
12.-	100	100	300

Siembra, Fertilización y Cultivo: La siembra se realizó el 29 de octubre de 1981 y se hizo un conteo de --

yemas sembradas obteniendo un promedio por metro lineal -- por tratamiento. Para la fertilización se utilizaron 100 - Kg. de Nitrato de Amonio (33.5%N), 73 Kgs. de Superfosfato Triple (46%P₂O₅) y 56 Kgs. de Cloruro de Potasio (60%K₂O), ésta se realizó al momento de la siembra con las cantidades requeridas por tratamiento y se tapó con azadón. Las malas hierbas fueron controladas con una limpia con azadón al tercer mes y con una aplicación de herbicida al quinto mes.

Conteo de Población y Alturas: De los 4 surcos centrales de cada parcela se hicieron 5 conteos y 5 mediciones al azar de dos metros cada uno, se hicieron dos mediciones de alturas y dos conteos de población, a los 41 días y la otra a los 7 meses de edad.

Muestreos Foliare: Se realizaron dos muestreos foliares, uno al 3er. mes y otro al 5o. mes de edad y se les hicieron los análisis correspondientes.

Muestreo de tallos: Se hicieron seis muestreos de tallos, el primero a los doce meses de edad y el último a los diecisiete meses, o sea, días antes de la cosecha, - cada muestra se componía de 8 tallos obtenidos al azar de los dos surcos laterales de cada parcela y se les determinó el brix, pureza, % de sacarosa en jugo, % humedad y % de reductores.

Cosecha: Se cosecharon los 4 surcos centrales de cada parcela y se obtuvo el peso de cada una de ellas y se calculó las toneladas/ha producidas por cada tratamiento.

Resultados: La respuesta del cultivo de la caña de azúcar a la fertilización (N-P-K) fue aparente según -- ton/ha obtenidas en cada uno de los tratamientos y fue evi

dente la carencia de fertilizantes en el testigo por la --
disminución de ton/ha y en azúcar probable en ton/ha.

En el siguiente cuadro se muestra el comporta---
miento agroindustrial de cada uno de los tratamientos (pro
medios).

Tratamientos	Rend.caña Ton/ha	% Sacarosa en caña	Azúcar prob. en Ton/ha	% Pureza	% Fibra
1. 0-0-0	81.113	11.30	9.15	69.68	14.48
2. 200-0-0	87.063	12.23	10.61	72.94	14.02
3. 0-200-0	93.894	11.90	11.15	73.04	14.18
4. 200-200-0	100.500	10.71	10.79	67.22	14.81
5. 0-0-200	88.419	12.99	11.46	78.35	14.48
6. 200-0-200	86.375	11.77	10.12	73.02	14.08
7. 0-200-200	102.888	10.75	11.09	67.28	14.18
8. 200-200-200	103.600	9.86	10.23	63.14	12.99
9. 100-100-100	107.381	11.02	11.87	67.30	13.14
10.300-100-100	96.300	10.55	10.18	65.72	13.31
11.100-300-100	105.069	11.24	11.77	70.80	13.46
12.100-100-300	112.125	11.42	24.75	69.68	13.58

Como se observa en el cuadro anterior, los tratamientos --
con potasio obtuvieron mayor rendimiento en caña/ton.

Discusión de Resultados: La altura de tallos --
fue uniforme en todos los tratamientos en cuanto a pobla-
ción los tratamientos No. 12 (100-100-300) y el No. 4 ---
(200-200-0) mostraron una ligera mayor población promedio
por metro lineal, los tratamientos con mayores cantidades
de potasio, fueron ligeramente mejores los rendimientos en
ton/ha. El contenido de potasio en estos suelos es de po-
bre a medio y al estudiar tratamientos con dosis de pota--

sio, deducimos que el cultivo asimiló adecuadamente este nutriente.

Conclusiones: Los análisis estadísticos mostraron diferencias altamente significativas para % sacarosa y % de pureza y no significancia para la producción probable de azúcar y % de fibra entre tratamientos, todos los tratamientos con niveles de potasio fueron significativamente superiores al testigo en rendimiento de caña. Se concluye que es económicamente rentable fertilizar con los niveles del tratamiento No. 12 (100-100-300).

V. ANTECEDENTES.

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 a la práctica diaria. Y hay muchas lagunas entre la investigación y su aplicación; el principal problema es aplicar los conocimientos adquiridos al cultivo comercial de la caña.

La experimentación muestra los caminos a seguir; pero algunos son demasiado costosos o requieren un cambio drástico en los métodos establecidos y el agricultor es siempre renuente a cambiar sus costumbres ancestrales, hay sin embargo, dos caminos que no perturban las prácticas ni el modo de vida del campesino: la fertilización y el cambio de las variedades poco productivas por nuevas variedades más rendidoras.

La fertilización es, a no dudarlo, el método más expedito y de aplicación inmediata. En un país como el nuestro, estamos probablemente lejos de disponer todavía de todas las especies vegetales de cultivo adoptables a las circunstancias naturales de nuestro país, para encontrarlas se requiere un gran número de experimentos fallidos, pero si entre esa multitud logramos una adquisición exitosa, quedarán compensados todos nuestros esfuerzos y esto, más bien que una actividad del Gobierno Federal sea quizás una obligación específica de las asociaciones particulares al emprender estos experimentos.

Con el fin de incrementar las cosechas, de hace algunos 45 años a la fecha, paulatinamente ha venido siendo mayor el uso de fertilizantes hasta llegar a la actualidad a ser imprescindible su empleo en muchas zonas cañe-

ras de México.

Desde años anteriores, dependencias y organismos paraestatales han establecido experimentos de fertilizantes en la zona de abastecimiento de este ingenio con resultados satisfactorios, pero con la carencia de concientizar a los productores cañeros, de sus resultados obtenidos.

El Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar, dependiente de la Comisión Nacional de la Industria Azucarera, en base a los trabajos que ha desarrollado en la zona, recomienda en la misma, la fórmula 120-60-60, o sea, una dosis de 600 Kg/ha de la 20-10-10.

El personal técnico del Ingenio Central Progreso, S.A., varían sus recomendaciones de dosis de fertilizantes de acuerdo a la zona: zona seca 500 Kg/ha de 20-10-10, zona húmeda 600 Kg/ha de 20-10-10. Desde hace 9 años aproximadamente se ha venido fertilizando con las dosis mencionadas.

A).- IMPORTANCIA ECONOMICA.

Es de vital importancia económica el de encontrar las fórmulas y dosis de fertilizantes más adecuadas para el cultivo de la caña de azúcar en las diferentes zonas ecológicas, pues traería como consecuencia un incremento en la producción de caña y azúcar por hectárea y así se incrementarían las ganancias de los productores de caña y por lo tanto su nivel de vida, ya que para la mayoría de los abastecedores de este ingenio es la base de su economía, ya que es el cultivo que ocupa el primer lugar en cuanto a rentabilidad económica y en producción en la región y en sí en el Estado de Veracruz. Además que redun-

daría en beneficio del país al lograr su autosuficiencia en el consumo de azúcar y si a lo anterior se le suma la utilización de excelentes variedades, mecanización, práctica de cultivos adecuadas se llegaría a la exportación de azúcar que como consecuencia se ganarían divisas que serían de gran apoyo a la economía del país.

b).- CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS MAYORES.

1.- NITROGENO.

El N es el elemento que suele ser más deficiente en la mayoría de los suelos agrícolas, un suelo puede contener en promedio 1400 Kgs. de N total/ha. La cantidad de N inorgánico en la misma área llega a ser de unos 25 Kg. El 95% o más del N del suelo se encuentra en forma orgánica proteínica, que no es aprovechable por la planta, la aereación del suelo favorece la formación de nitratos.

El nitrógeno es el nutriente más importante para el desarrollo de la caña y se requiere un alto nivel en las hojas durante su desarrollo para dar un buen tonelaje, sin embargo, al aproximarse la maduración el nivel de nitrógeno debe bajar para que la caña llegue al corte en buen estado de madurez.

Deficiencia.- Cuando falta nitrógeno se presenta un color amarillo verdoso en las hojas más jóvenes, las puntas y los márgenes de las hojas viejas empiezan a secarse prematuramente, el desarrollo del tallo se detiene y adelgaza y toma un color rojo claro.

2.- FOSFORO.

Es difícil determinar el grado de disponibilidad del fósforo para las plantas, debido a la variedad de compuestos del fósforo en el suelo, según estudios realizados

varía de 800 a 2,500 Kg/ha., en la capa arable. En condiciones de cultivo el P disponible es removido cada año y debe ser restituido como fertilizante. El fosfato se incorpora a la profundidad de laboreo para promover el enraizamiento a mayor profundidad del suelo.

El fósforo es un elemento prácticamente inmóvil, por esta razón debe situarse en la zona húmeda y activa de las raíces para que ejerza su tarea vital.

Deficiencias.- La deficiencia de fósforo provoca un mal amacollamiento y una baja en la población de campo. Los tallos son de pequeño diámetro, con entrenudos cortos y se adelgazan rápidamente hacia la punta, las hojas de la caña toman un color verde azulado y el desarrollo radicular es muy limitado.

3.- POTASIO.

El K no es fácilmente lixiviado de los suelos, - el agua de mar tiene 0.04% de K, mientras que en la corteza terrestre se cuantifica alrededor de 2.4%, la fertilización con K es más necesaria en regiones húmedas que en las de escasa precipitación en la mayoría de los suelos minerales el contenido total de K varía de 20,000 kg/ha. Los fertilizantes potásicos se caracterizan, sin excepción alguna, por presentar su potasio en forma soluble en agua y ser de fácil asimilación para la planta. Los efectos del potasio sobre la calidad de los productos cosechados, son muy variados, como el incremento del contenido de azúcar.

Deficiencia.- La deficiencia de potasio produce en la caña de azúcar una depresión en el desarrollo de las plantas. Las hojas viejas toman un color amarillo-anaranjado con numerosas manchas cloróticas, que después toman una coloración café con el centro necrótico. En la parte supe-

rior de la nervadura media de las hojas aparecen manchas - rojas con la coloración limitada a la epidermis. Después - las hojas empiezan a secarse de la punta y de los márgenes, como en el caso de la deficiencia de fósforo, y la planta toma el aspecto de estar chamuscada.

C).- BOTANICA DEL CULTIVO.

(Sacharum - Latin) que significa azúcar debido a su jugo dulce.

La caña de azúcar es una planta perenne, pertenece a la familia de las gramíneas. La clasificación taxonómica de la caña de azúcar es:

División:	Fanerógamas	Sub-tribu:	Sacharininae
Subdivisión:	Angiospermas	Género:	Sacharum
Clase:	Monocotiledónea	Especies:	Robustum, Spontanum, Oficinarum, Sinense, Barberi, Edule.
Orden:	Glumales		
Familia:	Gramíneas		
Sub-familia:	Andropogoneae		

Para el estudio botánico y anatómico, se divide la planta en tres partes: raíz, tallo, hoja e inflorescencia.

Raíz. - Al utilizar el tallo como semilla, de la banda radical del mundo se desarrollan dos tipos de raíces: las primarias y las definitivas. La raíz primaria es delgada y muy ramificada; la raíz definitiva, se origina de la banda radical de los brotes nuevos. Conforme crece la planta, las raíces primarias mueren y las definitivas las sustituyen en su labor de suministrar el agua y nutrientes a la planta.

Tallo. - Está formado por canutos que presentan - dos partes fisiológicamente diferentes, que son: el nudo y

el entrenudo. El nudo es la parte del tallo limitada por el anillo de crecimiento y la cicatriz foliar y el entrenudo es la parte limitada por dos nudos.

Hoja.- Las hojas se insertan en forma alternada, aunque también en espiral y desucadas. Consta de dos partes: lámina foliar y vaina.

La caña de azúcar es una planta que para desarrollarse convenientemente, debe sembrarse en zonas cálidas que a la vez cuenten con la humedad que la misma planta requiere.

Siendo la base del rendimiento de la caña de azúcar el desarrollo de un sistema radicular abundante y profundo, se requerirá el medio adecuado para dicho desarrollo según distintos investigadores, el 85% de las raíces de la caña se concentra en los primeros 60 cms., de profundidad. De una octava o novena parte de los pelos radiculares se desarrollan en los primeros 30 cms., alrededor de la planta. Los suelos cañeros de primera clase son aquellos con más de 90 cms. de profundidad.

La temperatura óptima de germinación de la caña se obtiene entre los 32° y 38°C. abajo de 21°C se retarda el desarrollo de las raíces el cual se paraliza a los 10°C y la temperatura óptima, tanto para el desarrollo como para la mejor absorción de nutrientes, es de 27°C.

Inflorescencia.- Es una panícula cuyo eje central es cilíndrico y liso en la parte inferior del eje central parten ramificaciones secundarias y terciarias, insertándose las espiguillas en partes a veces desde la base, una espiguilla es sécil y la otra lleva un corto pedúnculo, lo más vistoso son los pelos largos y sedosos que salen de la espiguilla.

VI. MATERIALES Y METODOS.

A) CARACTERISTICAS DE LA VARIEDAD.

Variedad B 4363

Progenitores: B 35257 X B 3337

Características Botánicas:

Sus tallos son erectos de color morado ceroso, - banda de raíces color amarillo crema; corteza dura y longitud moledera de 2.0 a 2.5 Mts; entrenudos obconsideles de 2.0 a 2.5 cms. de diámetro y 14.0 a 17.0; yemas de forma ovalada, despejada de la cicatriz foliar que rebasa el anillo de crecimiento; hojas de anchura media, arqueadas color verde oscuro y regular cantidad de ahuates; raíces abundantes y profundas.

Características Agronómicas:

Es de buena germinación, amacollamiento excelente y temprano y buen desarrollo cuando se siembra en la época adecuada; despeje regular, las hojas permanecen adheridas al tallo y se desprenden fácilmente con la mano; tolerante al acame y resistencia al quiebre de los tallos -- con vientos fuertes; escasa floración. Prospera bien en -- condiciones de temporal con precipitación anual de 800 a -- 1200 mm y altitud de 2 a 800 Mts. Se adapta bien en suelos arcillosos, arcillo-arenosos y franco-arcillosos, pedregosos, poco profundos y con buen drenaje, tolera periodos -- cortos de sequía e inundación. Excelente rendimiento de -- campo y soqueo.

Características Fitosanitarias:

Es resistente a la raya roja, mancha de ojo y -- carbón, tolerante a la roya y al ataque de barrenador.

Características Industriales:

Es de maduración tardía, con bajo contenido de -

sacarosa, regular pureza en los jugos y regular contenido de fibra.

Situación Actual:

Se cultiva en una superficie de 15,122 has. en el país.

B) GENERALIDADES.

1.- Localización.

Este experimento se estableció en la P.p. Paso - Grande Actopán, perteneciente al municipio de Paso del Macho, Ver., que es donde se encuentra ubicado el Ingenio -- "Central Progreso, S.A.", éste se encuentra en la siguiente situación geográfica:

Altitud msnm	476
Longitud W.G.	96°42'
Latitud N	19°02'

El área de abastecimiento de este ingenio es de 5,500 has., aproximadamente, de las cuales su producción de caña pertenece el 61.4% a ejidatarios y el 38.6% a colonos. La caña se cultiva en un 95% bajo condiciones de temporal y en 5% de riego.

Los principales ejidos abastecedores de caña son: Altamirano, Mata Naranjo, La Defensa, Matlaluca y Balsa Camarón.

2.- Clima y Temperatura.

El clima en la región es semi-cálido seco, y cuenta con una estación definida de lluvias que abarca los meses de junio a noviembre inclusive, y una marcada sequía durante los meses de marzo a mayo.

La temperatura ambiente máxima en la zona es de

38°C y de 10°C la mínima. La temperatura promedio bulbo -- húmedo es de 23.3°C con una humedad promedio anual de 70%.

La temperatura, la humedad y la insolación son -- factores determinantes para el desarrollo de la caña de -- azúcar. Durante el invierno la caña retrasa su desarrollo aproximadamente en un tercio en relación con el verano, y este retraso, más que el descenso de la temperatura, se -- debe a la reducción de la insolación ya que en el invierno los días son más cortos, es decir, las horas-luz tienden a reducirse. Las características de un clima ideal para la -- caña de azúcar son: un verano largo y caliente, con lluvia adecuada durante el período de crecimiento. Un clima seco, soleado y frío (pero sin heladas), en la época de madura-- ción y cosecha. En el cuadro I se muestra la precipitación y la temperatura durante los 6 últimos años en la región. (Ver cuadros en apéndice).

C) TRATAMIENTOS EVALUADOS.

Los tratamientos evaluados fueron seleccionados conforme al diseño utilizado para el experimento, el diseño fue en San Cristóbal, fueron 12 tratamientos junto con el testigo.

El diseño San Cristóbal fue propuesto por (Rojas, BA. 1963) hace aproximadamente 20 años y ha sido utilizado por diversos investigadores en México y otros países para el estudio de respuestas de algunos cultivos a los fertilizantes.

El establecimiento de experimentos en campos comerciales demanda de un diseño compacto y sencillo, que proporcione el máximo de información confiable. Este diseño empezó a utilizarse en estudios de fertilizantes; investigaciones en el centro de Estadísticas y Cálculos del Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA).

Este diseño se conforma en la ordenación de tratamientos con valores codificados, se trabaja con 4 niveles, dándosele a estos niveles los valores del rango de exploración elegidos, a continuación se anotan los tratamientos ya con los valores elegidos.

Los tratamientos en estudio fueron los siguientes:

		- NIVELES -	
1.-	0 - 0 - 0	N	0 - 300 Kg/ha
2.-	200 - 0 - 0	P	0 - 300 Kg/ha
3.-	0 - 200 - 0	K	0 - 300 Kg/ha
4.-	200 - 200 - 0		
5.-	0 - 0 - 200		

6.-	200	-	0	-	200
7.-	0	-	200	-	200
8.-	200	-	200	-	200
9.-	100	-	100	-	100
10.-	300	-	100	-	100
11.-	100	-	300	-	100
12.-	100	-	100	-	300

Las fuentes de fertilizantes para la formación de los tratamientos fueron los siguientes: Nitrato de Amonio (33.5%), se utilizaron 400.2 Kgs., Superfosfato Triple (46%) se utilizaron 73Kgs., Cloruro de Potasio (60%), se utilizaron 56 Kgs.

D) DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental utilizado fue Bloques al Azar. con cuatro repeticiones, cada uno con 12 parcelas, este diseño fue seleccionado debido al objetivo principal del estudio y a que la configuración del terreno lo permitía.

A continuación se observa el croquis de como quedó establecido el diseño experimental en el terreno (Ver Fig. 1 en el apéndice).

E) PARCELA EXPERIMENTAL.

La parcela experimental quedó constituida por 6 surcos a una anchura de 1.00 M. entre surco y surco y un largo de 10 M., teniendo por superficie total 60 M^2 , tomando para estimar los 4 surcos centrales, siendo esta nuestra parcela útil, quedando en una superficie de 40 M^2 por parcela útil.

F) TRABAJOS DE CAMPO.

1.- Preparación del terreno.- Los pasos utilizados para la preparación del terreno fueron barbecho, cruza y rastreo.

Barbecho. - Esta labor se hizo con la finalidad de romper, voltear, aflojar el suelo y para incorporar al suelo y para incorporar al suelo los residuos de cosecha que proporcionan materia orgánica. La cruza se realizó a 60° con relación a la labor inicial.

Rastreo. - Fue necesario para desmenuzar los terrones.

Estas prácticas son importantes para lograr buenas cosechas porque se mejorará el medio de germinación de la semilla, se almacena mejor la humedad y se favorece el desarrollo inicial de la planta, se utilizan mejor los nutrientes, se eliminan plagas del suelo al voltearlo y exponer los huevecillos y larvas a los cambios de temperatura y se obtiene una adecuada aireación en el suelo.

2.- Muestreo de suelos. - Una vez preparado el terreno, previo a la surcada, se tomaron 5 submuestras de suelo (0-30 cm) y 5 de subsuelo (30-60 cm), mezclando las correspondientes a cada profundidad para integrar una muestra de suelo y una de subsuelo de 1 Kg. de peso, las que debidamente etiquetadas y sacadas al sol, se enviaron al laboratorio para su análisis correspondiente. Los resultados de dichos análisis se muestran en el cuadro 2 (ver apéndice).

3.- Siembra. - Después de preparado el terreno se procedió a surcar (distancia de 1.00 M. entre surco y -

surco), e inmediatamente se realizó la siembra, ésta se efectuó el 20 de octubre de 1981, quedó establecido dentro del período de siembras que se tiene en la región.

La variedad que se empleó fue la B 4363 que se siembra en un 22.9% en la zona de abasto, esta semilla contaba con 10 meses de edad y se seleccionó para asegurarse de su sanidad y pureza varietal. La siembra se hizo siguiendo la práctica regional, se sembró con todo y trazole, a cordón doble. A continuación se presenta el censo de variedades cosechadas durante la zafra 1982/1983.

CENSO DE VARIEDADES COSECHADAS ZAFRA 82/83

1.- CP 44-101	32.1%
2.- Mex 56-18	26.8%
3.- B 4363	22.9%
4.- POJ 2878	6.5%
5.- ITAV 57-197	2.9%
6.- B 4362	3.4%
7.- Co 421	2.3%
8.- Mex 59-32	1.4%
9.- Mex 57-473	0.7%

4.- Conteo de yemas sembradas. - Al momento de la siembra cuando estaba la semilla en el fondo del surco se realizó un conteo de yemas sembradas en 5 puntos de cada parcela experimental (tratamiento) contando la población comprendida en una regla de 2 Mts.

Los puntos de muestreo se hicieron siguiendo la disposición de los puntos de la ficha de cincos de dominó.

En el cuadro 3 se muestran los resultados de los promedios por repetición y promedio general de cada uno de los tratamientos por metro lineal. (Ver apéndice).

5.- Fertilización.- Las fórmulas de fertilizantes de cada uno de los tratamientos fueron aplicados al momento de la siembra.

Se calculó la cantidad de fertilizante por parcela y por surco, y se pesó la cantidad correspondiente por surco y se hicieron bolsas para cada uno de ellos.

Los cálculos se hicieron mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Cant. de Fert.} = \frac{\text{Dosis del Nutriente/ha} \times \text{Superf. de parcela o surco}}{10,000}$$

$$X = \frac{1}{\% \text{ del nutriente por Kg. de Fert.}}$$

Las fuentes de fertilizantes utilizadas fueron: Nitrato de amonio (33.5%), Superfosfato triple (45%) y Cloruro de potasio (60%).

A continuación se da un ejemplo para calcular el fertilizante por surco:

$$\text{TRATAMIENTO} = \begin{matrix} \text{N} & \text{P}_{205} & \text{K}_{20} \\ 100 & - & 100 & - & 100 \end{matrix}$$

Primero se calculó la cantidad de nitrato de amonio (33.5%)

$$\begin{aligned} \text{Cant. de Fert.} &= \frac{100 \times 10}{10,000} \times \frac{1}{0.335} \\ &= \frac{1000}{10,000} \times 2.985 \\ &= 0.1 \times 2.985 = .298 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Cant. de Fert. = 298 gr. de Nitrato de Amonio por surco.

Segundo, se calculó la cantidad de superfosfato triple (46%).

$$\begin{aligned} \text{Cant. de Fert.} &= \frac{100 \times 10}{10,000} \times \frac{1}{0.46} \\ \text{por surco} & \\ &= \frac{1000}{10,000} \times 2.173 \\ &= 0.1 \times 2.173 = 0.217 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Cant. de Fert. = 217 gr. de superfosfato triple. por surco.

Tercero, se calculó la cantidad de cloruro de potasio (60%).

$$\begin{aligned} \text{Cant. de fert.} &= \frac{100 \times 10}{10,000} \times \frac{1}{0.60} \\ \text{por surco.} & \\ &= \frac{1000}{10,000} \times 1.666 \\ &= 0.1 \times 1.666 = 0.166 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Cant. de Fert. = 166 gr. de cloruro de potasio por surco.

298 gr. de Nitrato de amonio
217 gr. de Superfosfato triple
166 gr. de Cloruro de potasio
681 gr. para cada surco de tratamiento 100-100-100

6.- Conteo de Brotes.- A los 45 días después de la siembra se realizó un conteo de brotes (germinación), - en 5 puntos de cada parcela experimental, contando la población comprendida en una regla de 2 metros.

Los puntos de muestreo se hicieron siguiendo la disposición de los puntos de la ficha de cincos del dominó. En el cuadro No. 4 se muestran los resultados de los promedios por repetición y promedio general de cada uno de los tratamientos por metro lineal. (Ver apéndice).

Inmediatamente después de obtener los resultados del conteo de brotes, se procedió a calcular el porcentaje de germinación de acuerdo a las yemas sembradas. En el cuadro No. 5 se muestra el porcentaje de germinación. (Ver --apéndice).

7.- Labores Culturales.- Las labores de cultivo se practican en todas las regiones productoras de caña de azúcar; los métodos varían según el tipo de suelo, implementos disponibles y costumbres del agricultor.

Dichas labores se realizan para resolver uno o más problemas diferentes, las principales son: romper la costra que se forma en algunos suelos, mantener mullido el suelo, combatir las malas hierbas, aporques, escardas, subsoleo.

Las labores que se le hicieron a este experimento fueron:

a) MALEZAS

Limpia con azadón.- Se efectuaron tres limpiezas, a los tres, seis y nueve meses de edad.

Aplicación de herbicida.- Se hizo una aplicación de herbicida a los ocho meses de edad, el producto utilizado fue Gesapax H-375 en una dosis de 6 lt/ha, en 400 litros de agua.

Así fue como en estas dos formas se controlaron las malas hierbas.

Cultivo.- Se realizaron dos cultivos, el primero a los 3 meses y el segundo a los seis meses de edad.

b) PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Las plagas y enfermedades, que atacan a la caña de azúcar en México, causan pérdidas anualmente en una superficie aproximada de 200,000 hectáreas que representan - al 43% del cultivo. Tan sólo la rata, ataca más de 100,000 hectáreas y se estima que de no combatirse, los daños representarían una disminución de 6 a 10 toneladas de caña/ha. el salivazo o mosca pinta, afecta 60,000 has, el barrenador a 30,000; el pulgón amarillo a 15,000 y la tuza a -- 7,000 hectáreas.

En la actualidad, existen en México más de 50 -- especies de insectos, 10 de roedores y otras de nemátodos. Los de mayor importancia son: rata, salivazo, barrenador, pulgón amarillo, tuza, gusano cogollero y varios picudos - del tallo. Entre las enfermedades más importantes se encuentran: el carbón, la roya, la raya roja y la mancha de ojo.

En el desarrollo del cultivo en este experimento no se presentaron plagas ni enfermedades, quedando libre - de sufrir alteraciones que influenciaran en los resultados finales.

8.- Cosecha.- Esta se realizó al 15 de marzo de 1983, se cosechó parcela por parcela, pesando únicamente - la caña producida por los cuatro surcos centrales (parcela

útil) de cada una de ellas, las pesadas se hicieron en una báscula de reloj de 200 Kgs., una vez obtenido el peso de cada parcela se calcularon las ton/ha producidas por cada tratamiento.

VII. RESULTADOS.

De acuerdo al orden y atención que se le prestó a este experimento, se espera haya existido parcialidad de condiciones a todos los tratamientos, y de acuerdo a la hipótesis planteada, se espera que el tratamiento con la dosis óptima, sea práctica y ajustada, a continuación se muestran los resultados obtenidos.

1.- MUESTRAS FOLIARES.

Se realizaron dos muestras foliares, a los 3 y 5 meses después de haber emergido la caña, los muestreos correspondieron a las hojas tercera y quinta, se analizó el tercio medio de la hoja, eliminando la nervadura central, se muestreó cada tratamiento (parcela experimental), cada muestra fue de 10 hojas secadas al sol y envueltas en bolsas de papel.

El objetivo principal de estos muestreos, es el de determinar hasta qué punto la planta está asimilando -- los nutrientes disponibles en el suelo por los fertilizantes aplicados.

Se muestran los resultados promedios por tratamientos. (Ver apéndice).

2.- MEDICION DE ALTURAS.

Se hicieron dos mediciones de alturas, una a los 40 días de edad y la otra a los 7 meses (o sea, al cierre de campo), las mediciones se hicieron en 5 puntos de cada tratamiento, midiendo en cada uno de ellos 5 cañas, desde su base hasta la ligula visible más reciente. (Ver figura No. 3 apéndice). Obteniendo así un promedio general por --

tratamiento, la distribución de los puntos de medición se hicieron siguiendo la disposición de los puntos de la ficha de cincos del dominó.

3.- CONTEO DE POBLACION.

Se realizó un solo conteo de población, que fue cinco días antes de la cosecha, los conteos se hicieron en 5 puntos de cada tratamiento, contando la población con una regla de dos metros, calculando así un promedio general por metro lineal y por tratamiento. (Ver cuadro No. 10 en apéndice).

4.- MUESTREO DE TALLOS.

Se realizaron 6 muestreos de tallos, uno cada mes antes de la cosecha, cada muestra se formó de 8 tallos, que fueron obtenidos de los surcos laterales de cada parcela (tratamientos). A los doce meses de edad se realizó el primer muestreo y a los diecisiete el último.

El método por el cual se analizaron estas muestras fue por molino de ensaye, y se les determinó: Brix, Pureza, % de sacarosa en jugo, % de azúcares reductores y % de humedad.

En los cuadros del 11 al 15 se muestran los resultados de cada uno de los muestreos. (Ver apéndice).

VIII.- DISCUSIONES DE RESULTAADOS.

La cantidad de yemas sembradas en promedio por metro lineal fue uniforme en todos los tratamientos, por lo que se tuvo una germinación igual en los mismos, pero ésta fue considerablemente baja. La población de tallos y la altura en los tratamientos que se aplicó potasio, fueron ligeramente mayores. El contenido de potasio en estos suelos es de pobre a medio y al estudiar tratamientos con dosis de potasio, deducimos que el cultivo asimiló adecuadamente este nutriente, ésto se corrobora con los resultados de los análisis foliares correspondientes al quinto mes, los cuales manifestaron una asimilación alta de potasio.

Al observar los rendimientos de caña por parcela se muestra una mayor producción en las que fueron tratadas con la dosis más alta de potasio y por consecuencia obtuvieron mejor rendimiento en campo (ton/ha), dichos tratamientos.

La significancia que se manifestó en el % de sacarosa y en el % de pureza no se debió exclusivamente al potasio, sino que fue por la conjugación de los tres elementos mayores.

% DE FIBRA

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	PROMEDIO
1. 0- 0- 0	15.02	14.57	13.75	14.60	57.94	14.48
2. 200- 0- 0	14.27	13.72	14.57	13.55	56.11	14.02
3. 0-200- 0	15.25	15.27	13.10	13.12	56.74	14.18
4. 200-200- 0	14.70	14.72	15.17	14.67	59.26	14.81
5. 0- 0-200	15.47	13.77	14.42	14.27	57.93	14.48
6. 200- 0-200	13.50	13.45	14.32	15.07	56.34	14.08
7. 0-200-200	13.55	14.25	14.50	14.45	56.75	14.18
8. 200-200-200	13.17	13.90	11.87	13.05	51.99	12.99
9. 100-100-100	13.55	12.42	13.77	12.82	52.56	13.14
10. 300-100-100	14.72	12.30	14.20	12.05	52.27	13.31
11. 100-300-100	14.97	13.32	12.70	12.85	53.84	13.46
12. 100-100-300	14.97	13.12	12.20	14.05	54.34	13.58
=	713.14	164.81	164.57	164.55	667.07	

% DE PUREZA

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	V	PROMEDIO
1. 0- 0- 0	74.13	73.57	65.57	65.46	278.73	69.68
2. 200- 0- 0	67.86	79.18	71.08	73.67	291.79	72.94
3. 0-200- 0	70.57	74.63	74.07	73.04	292.31	73.07
4. 200-200- 0	64.21	69.46	73.13	62.09	268.89	67.22
5. 0- 0-200	81.57	79.27	73.13	79.43	313.40	78.35
6. 200- 0-200	67.54	78.90	75.17	70.47	292.08	73.02
7. 0-200-200	78.08	70.26	66.99	58.82	269.15	67.28
8. 200-200-200	66.81	59.41	62.91	63.44	252.57	63.14
9. 100-100-100	73.13	59.78	76.18	60.13	269.22	67.30
10. 300-100-100	64.81	71.97	61.84	64.27	252.89	65.72
11. 100-300-100	64.02	63.44	73.57	80.19	281.22	70.30
12. 100-100-300	65.36	64.02	74.17	75.17	278.72	69.68
=	833.09	843.89	847.81	826.18	3350.97	

Como se puede observar, existen diferencias altamente significativas entre tratamiento para el rendimiento de campo y significativas para el contenido de sacarosa y pureza, lo que nos indica que dichas características se ven afectadas en este sitio por la presencia de estos elementos, no así la producción probable de azúcar y la fibra ya que sus análisis resultaron no significativos.

Como paso siguiente, tenemos que determinar qué elementos y en qué cantidad aplicarse éstos para obtener el máximo beneficio económico. Para ello vamos a estimar, mediante la técnica de regresión múltiple, la naturaleza y la cuantificación de la respuesta del cultivo de la caña de azúcar a los elementos N-P-K.

El modelo a estimar contendrá los efectos lineales, cuadráticos y de interacción de los elementos y se probarán estadísticamente dichos efectos para determinar cual o cuales elementos son los que realmente tienen efecto en la respuesta del cultivo.

Como el principal problema a resolver es el de producción, se estima la respuesta al rendimiento de campo y realizando las pruebas estadísticas se encontró que los elementos que influyen en esta característica es el nitrógeno y el fósforo en la siguiente relación:

$$R = 84.552 + 0.114663 N + 0.16333 P - 0.000393 N^2 - 0.000466 P^2 \quad (1)$$

Ya determinamos qué elementos influyen en la respuesta, procederemos a determinar en qué cantidad se aplicarán.

Tomando derivadas parciales de la función (1) con respecto a N y P e igualándolos a la relación de precios obtenemos:

$$\frac{dR}{dN} = 0.114663 - 0.000786 N = 0.011052$$

$$N = \frac{0.103611}{-0.000786} = 131.82 \text{ Kg/ha.}$$

$$\frac{dR}{dP} = 0.163333 - 0.000932 P = 0.015481$$

$$P = \frac{0.147852}{-0.000932} = 158.64 \text{ Kg/ha.}$$

Estas cantidades sustituidas en (1) menos la ordenada al origen (84.5524), nos da un incremento en rendimiento de 22.469 Ton/ha. de caña de azúcar por efecto de aplicación de las Dosis Óptimas Económicas (DOE).

Para la sacarosa, azúcar y pureza se encontraron las siguientes funciones significativas:

$$\text{Sacarosa} = 11.469 + 0.00289 K + 0.0000136 K^2$$

$$\text{Azúcar} = 8.173 + 0.00823 K + 0.0000081 K^2$$

$$\text{Pureza} = 66.279 + 0.01707 K + 0.0000662 K^2$$

Para la fibra no resultó significativo algún coeficiente. El elemento significativo para las tres características anteriores es el Potasio y por los signos de los coeficientes lineales y cuadráticos (ambos positivos) no es posible determinar su dosis óptima económica.

RENDIMIENTO DE CAÑA EN KILOGRAMOS POR PARCELA.

TRATAMIENTOS	Repeticiones.				SUMA	PROMEDIO
	A	B	C	D		
1 . 0 - 0 - 0	322.5	322.0	333.8	309.5	1297.8	324.1
2 . 200 - 0 - 0	380.7	338.2	340.9	329.2	1389.0	347.2
3 . 0 - 200 - 0	352.7	365.2	408.3	376.2	1502.3	375.5
4 . 200 - 200 - 0	404.9	374.2	428.9	400.0	1608.0	402.0
5 . 0 - 0 - 200	452.5	289.5	396.5	276.2	1414.7	363.6
6 . 299 - 0 - 200	358.2	293.3	346.5	384.0	1382.0	345.5
7 . 0 - 200 - 200	378.9	463.2	463.4	367.7	1646.2	411.5
8 . 200 - 200 - 200	440.6	402.2	396.5	418.3	1657.6	414.4
9 . 100 - 100 - 100	440.4	435.3	439.6	402.8	1718.1	429.5
10. 300 - 100 - 100	389.1	411.0	389.8	360.9	1540.8	386.2
11. 100 - 300 - 100	436.9	424.9	433.0	386.3	1681.1	420.1
12. 100 - 100 - 300	471.5	459.0	474.5	389.0	1794.0	448.5
Σ =	4828.8	4588.00	4824.7	4390.1	18631.6	

■ 4828.8

RENDIMIENTO DE CAÑA EN TON/HA.

Fecha: 13-15/IV/82

Edad: 17.5 meses

Ciclo: Planta

Variedad: B-4363

Sup. Parcela Util: 40 mt

TRATAMIENTOS	REPETICIONES.				SUMA	PROMEDIO
	A	B	C	D		
1.. 0 - 0 - 0	80.625	83.000	83.450	77.375	324.450	81.113
2 . 200 - 0 - 0	95.175	84.550	85.225	83.300	348.250	87.063
3 . 0 - 200 - 0	88.150	91.300	102.075	94.050	375.575	93.894
4 . 200 - 200 - 0	101.225	93.550	107.225	100.000	402.000	100.500
5 . 0 - 0 - 200	113.125	72.375	99.125	69.050	353.675	88.419
6 . 200 - 0 - 200	89.550	73.325	86.625	96.000	345.500	86.375
7 . 0 - 200 - 200	94.725	115.800	109.100	91.925	411.550	102.888
8 . 200 - 200 - 200	110.150	100.550	99.125	104.575	414.400	103.600
9 . 100 - 100 - 100	110.100	108.825	109.900	100.700	429.525	107.381
10. 300 - 100 - 100	97.275	102.750	97.450	87.725	385.200	96.300
11. 100 - 300 - 100	109.225	106.225	108.250	96.575	420.275	105.069
12. 100 - 100 - 300	117.875	114.750	118.625	97.250	448,500	112.125
Σ =	1207.2	1147.00	1206.175	1098.525	4658.90	

RENDIMIENTOS PROBABLES DE AZUCAR EN TON/HA.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				SUMA	PROMEDIO
	A	B	C	D		
1 . 0 - 0 - 0	9.75	9.74	8.75	8.43	36.67	9.16
2 . 200 - 0 - 0	10.57	11.39	10.09	10.44	42.45	10.61
3 . 0 - 200 - 0	10.73	10.87	11.91	11.15	44.66	11.16
4 . 200 - 200 - 0	10.58	9.72	13.02	9.85	43.17	10.79
5 . 0 - 0 - 200	14.94	9.72	12.27	8.94	45.87	11.46
6 . 200 - 0 - 200	9.48	9.27	10.57	11.18	40.50	10.12
7 . 0 - 200 - 200	11.43	12.86	11.56	8.54	44.39	11.09
8 . 200 - 200 - 200	11.42	8.92	9.78	10.81	40.93	11.23
9 . 100 - 100 - 100	13.58	9.96	14.48	9.46	47.51	11.87
10. 300 - 100 - 100	9.94	12.10	9.74	8.97	40.75	10.18
11. 100 - 300 - 100	10.79	10.89	12.99	12.41	47.08	11.77
12. 100 - 100 - 300	12.15	11.39	15.18	12.31	51.03	12.75
$\Sigma =$	132.32	126.86	140.34	122.49	525.01	

SACAROSA EN CAÑA

TRATAMIENTOS	REPETICIONES.				SUMA	PROMEDIO.
	I	II	III	IV		
1 . 0 - 0 - 0	12.09	11.73	10.49	10.90	45.21	11.30
2 . 200 - 0 - 0	11.07	13.48	11.84	12.54	48.93	12.23
3 . 0 - 200 - 0	12.18	11.91	11.67	11.86	47.62	11.90
4 . 200 - 200 - 0	10.46	10.39	12.15	9.85	42.85	10.71
5 . 0 - 0 - 200	13.21	13.44	12.38	12.95	51.98	12.99
6 . 200 - 0 - 200	10.59	12.65	12.21	11.65	47.10	11.77
7 . 0 - 200 - 200	12.07	11.11	10.60	9.29	43.07	10.76
8 . 200 - 200 - 200	10.37	8.87	9.87	10.34	39.45	9.86
9 . 100 - 100 - 100	12.34	9.18	13.18	9.40	44.10	11.02
10. 300 - 100 - 100	10.22	11.78	10.00	10.23	42.23	10.55
11. 100 - 300 - 100	9.88	10.26	12.00	12.85	42.99	10.74
12. 100 - 100 - 300	10.31	9.93	12.80	12.66	45.70	11.42
Σ -	134.79	134.73	139.19	134.52	543.23	

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
1. 0 - 0 - 0	15.02	14.57	13.75	14.60	57.94	14.48
2. 200 - 0 - 0	14.27	13.72	14.57	13.55	56.11	14.02
3. 0 - 200 - 0	15.25	15.27	13.10	13.12	56.74	14.18
4. 200 - 200 - 0	14.70	14.72	15.17	14.67	59.26	14.81
5. 0 - 0 - 200	15.47	13.77	14.42	14.27	57.93	14.48
6. 200 - 0 - 200	13.50	13.45	14.32	15.07	56.34	14.08
7. 0 - 200 - 200	13.55	14.25	14.50	14.45	56.75	14.18
8. 200 - 200 - 200	13.17	13.90	11.87	13.05	51.99	12.99
9. 100 - 100 - 100	13.55	12.42	13.77	12.82	52.56	13.14
10. 300 - 100 - 100	14.72	12.30	14.20	12.05	52.27	13.31
11. 100 - 300 - 100	14.97	13.32	12.70	12.85	53.84	13.46
12. 100 - 100 - 300	14.97	13.12	12.20	14.05	54.34	13.58

$\Sigma s =$ 173.14 164.81 164.57 164.55 667.07

% DE PUREZA

TRATAMIENTOS	I	II	III	IV	SUMA	PROMEDIO
1. 0 - 0 - 0	74.13	73.57	65.57	65.46	278.73	69.68
2. 200 - 0 - 0	67.86	79.18	71.08	73.67	291.79	72.94
3. 0 - 200 - 0	70.57	74.63	74.07	73.04	292.31	73.07
4. 200 - 200 - 0	64.21	69.46	73.13	62.09	268.89	67.22
5. 0 - 0 - 200	81.57	79.27	73.13	79.43	313.40	78.35
6. 200 - 0 - 200	67.54	78.90	75.17	70.47	292.08	73.02
7. 0 - 200 - 200	73.08	70.26	66.99	58.82	269.15	67.28
8. 200 - 200 - 200	66.81	59.41	62.91	63.44	252.57	63.14
9. 100 - 100 - 100	73.13	59.78	76.18	60.13	269.22	67.30
10. 300 - 100 - 100	64.81	71.97	61.84	64.27	262.89	65.72
11. 100 - 300 - 100	64.02	63.44	73.57	80.19	281.22	70.30
12. 100 - 100 - 300	65.36	64.02	74.17	75.17	278.72	69.68
$\Sigma s =$	833.09	843.89	847.81	826.18	3360.97	

COMPORTAMIENTO AGROINDUSTRIAL DE CADA UNO DE LOS
TRATAMIENTOS. (Promedios)

TRATAMIENTOS	REND. EN TON/HA	% SAC. EN CAÑA	AZUCAR PROB. EN TON/HA	% PUREZA	% FIBRA
1 . 0 - 0 - 0	81.113	11.30	9.16	69.68	14.48
2 . 200 - 0 - 0	87.053	12.23	10.61	72.94	14.02
3 . 0 - 200 - 0	93.894	11.90	11.16	73.04	14.18
4 . 200 - 200 - 0	100.500	10.71	10.79	67.22	14.81
5 . 0 - 0 - 200	88.419	12.99	11.46	78.35	14.48
6 . 200 - 0 - 200	86.375	11.77	10.12	73.02	14.08
7 . 0 - 200 - 200	102.888	10.76	11.09	67.28	14.18
8 . 200 - 200 - 200	103.600	9.86	10.23	63.14	12.93
9 . 100 - 100 - 100	107.381	11.02	11.87	67.30	13.14
10. 300 - 100 - 100	96.300	10.55	10.18	65.72	13.31
11. 100 - 300 - 100	105.069	11.24	11.77	70.80	13.46
12. 100 - 100 - 300	112.125	11.42	12.75	69.68	13.58

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS.

La cantidad de yemas sembradas en promedio por metro lineal - fue uniforme en todos los tratamientos, por lo que se tuvo una germinación igual en los mismos, pero esta fue considerablemente baja. La población - de tallos y la altura en los tratamientos que se aplicó potasio, fueron - ligeramente mayores. El contenido de potasio en estos suelos es de pobre a medio y al estudiar tratamientos con dosis de potasio, deducimos que el cultivo asimiló adecuadamente este nutriente, esto se corrobora con los - resultados de los análisis foliares correspondientes al quinto mes, los - cuales manifestaron una asimilación alta de potasio.

Al observar los rendimientos de caña por parcela se muestra una mayor producción en las que fueron tratadas con la dosis más alta de potasio y por consecuencia obtuvieron mejor rendimiento en campo (ton/ha), dichos tratamientos.

La significancia que se manifestó en el % de sacarosa y en el % de pureza no se debió exclusivamente al potasio, si no que fue por la conjugación de los tres elementos mayores.

IX. ANALISIS E INTERPRETACION ESTADISTICA.

Con la técnica del análisis de varianza se analizaron las variables de interés (rendimiento de campo, % de sacarosa en caña, producción probable de azúcar, % de pureza y % de fibra), obteniéndose los siguientes cuadros:

CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE CAMPO.

Factor de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F de Tablas 0.05	F de Tablas 0.01
Repetición	3	684.904	228.301	3.265	2.89	4.44
Tratamiento	11	4159.614	378.147	5.409**	2.09	2.84
Error	33	2307.146	69.914			
Total	47	7151.664				

** = Altamente significativo.

CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA EL % DE SACAROSA EN CAÑA.

Factor de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calc.	F de Tablas. 0.05	0.01
Repetición	3	1.275	0.405	0.330	2.89	4.44
Tratamientos	11	30.684	2.789	2.169*	2.09	2.84
Error	33	42.430	1.286			
Total	47	74.389				

* = significativo.

CUADRO DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCION PROBABLE DE AZUCAR.

Factor de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F. de Tablas 0.05	0.01
Repetición	3	16.267	5.422	2.609	2.89	4.44
Tratamientos	11	40.906	3.719	1.719	2.09	2.284
Error	33	68.575	2.078			N.S.
Total	47	125.748				

N.S.=no significativa

CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA EL % DE PUREZA

Factor de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F. de Tablas. 0.05	0.01
Repetición	3	24.540	8.18	0.262	2.89	4.44
Tratamientos	11	738.123	67.102	2.15*	2.09	2.84
Error	33	1029.749	31.205			
Total	47	1792.412				

* = significativo

CUADRO DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA EL % DE FIBRA.

Factos de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F de Tablas 0.05	0.01
Repetición	3	4.516	1.151	1.728	2.89	4.44
Tratamientos	11	15.029	1.366	2.051	2.09	2.84
Error	33	21.971	0.666		N.S.	
Total	47	41.516				

N.S. = no significativo.

Como se puede observar, existen diferencias altamente significativas entre tratamientos para el rendimiento de campo y significativas para el contenido de sacarosa y pureza, lo que nos indica que dichas características se ven afectadas en este sitio por la presencia de estos elementos, no así la producción probable de azúcar y la fibra ya que sus análisis resultaron no significativos.

Como paso siguiente, tenemos que determinar qué elementos y en qué cantidad aplicarse éstos para obtener el máximo beneficio económico. Para ello vamos a estimar, mediante la técnica de regresión múltiple, la naturaleza y la cuantificación de la respuesta del cultivo de la caña de azúcar a los elementos N-P-K.

El modelo a estimar contendrá los efectos lineales, cuadráticos y de interacción de los elementos y se probarán estadísticamente dichos efectos para determinar cual o cuales elementos son los que realmente tienen efecto en la respuesta del cultivo.

Como el principal problema a resolver es el de producción, se estima la respuesta al rendimiento de campo y realizando las pruebas estadísticas se encontró que los elementos que influyen en esta característica es el nitrógeno y el fósforo en la siguiente relación:

$$R = 84.552 + 0.114663 N + 0.16333 P - 0.000393 N^2 - 0.000466 P^2 \quad (1)$$

Ya determinamos qué elementos influyen en la respuesta, procederemos a determinar en qué cantidad se aplicarán.

Tomando derivadas parciales de la función (1) con respecto a N y P e igualándolos a la relación de precios obtenemos:

$$\frac{dR}{dN} = 0.114663 - 0.000786 N = 0.011052$$

$$N = \frac{0.103611}{-0.000786} = 131.82 \text{ Kg/ha}$$

$$\frac{dR}{dP} = 0.163333 - 0.000932 P = 0.015481$$

$$P = \frac{0.147852}{-0.000932} = 158.64 \text{ Kg/ha}$$

Estas cantidades sustituidas en (1) menos la ordenada al origen (84.5524), nos da un incremento en rendimiento de 22.469 Ton/ha. de caña de azúcar por efecto de aplicación de las Sosis Optimas Económicas (DOE).

Para la sacarosa, azúcar y pureza se encontraron las siguientes funciones significativas:

$$\begin{aligned} \text{Sacarosa} &= 11.469 + 0.00289 K + 0.0000136 K^2 \\ \text{Azúcar} &= 8.173 + 0.00823 K + 0.0000081 K^2 \\ \text{Pureza} &= 66.279 + 0.01707 K + 0.0000662 K^2 \end{aligned}$$

Para la fibra no resultó significativo algún coeficiente. El elemento significativo para las tres características anteriores es el Po tasio y por los signos de los coeficientes lineales y cuadráticos (ambos positivos) no es posible determinar su sosis óptima económica.

X CONCLUSION DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.

1º OBSERVACION.- Todos los tratamientos fueron superiores al testigo.

1. El síntoma de deficiencia de N-P-K, en la caña del testigo fué la carencia de desarrollo normal.
2. Los tratamientos a los que se les aplicó potasio, mostraron ser superiores en cuanto a producción (ton/ha), a el % de sacarosa y al % de pureza.
3. El tratamiento # 12 (100-100-300), que tuvo la dosis más alta de potasio fué el mejor en el comportamiento Agroindustrial.
4. Los análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas para el rendimiento de campo, significativas para el % de sacarosa y para el % de pureza y no significativas para la producción probable de azúcar y % de fibra entre tratamiento.
5. De acuerdo a los análisis estadísticos se deduce que el rango de exploración de los niveles de potasio quedaron bajos, por lo que se recomienda el estudio de dosis altas de potasio.
6. Se recomienda fertilizar al fondo del surco al momento de la siembra, siempre y cuando exista la suficiente humedad en el suelo para su mejor acción y aprovechamiento.
7. Se recomienda que es de rentabilidad económica fertilizar con los niveles N-P-K, del tratamiento # 12 (100-100-300).
8. Se concluye el derivar con respecto a los factores e igualar a la relación de precios fertilizantes/precio de tonelada de caña, nos resulto las siguientes dosis óptimas económicas:

Nitrógeno = 131.82 kg/ha.

Fosforo = 158.64 kg/ha.

9. Se recomienda el establecimiento de otro trabajo, estudiando los mismos niveles de N-P-K, evaluados en el presente, para corroborar y afirmar los resultados obtenidos.

CUADRO 1

DATOS TERMOPLUVIOMETRICOS, INGENIO CENRAL PROGRESO, S.A.

E P O C A	1977			1978			1979			1980			1981			1982		
	PRECIP.		TEMPERATURA	PRECIP.		TEMPERATURA	PRECIP.		TEMPERATURA	PRECIP.		TEMPERATURA	PRECIP.		TEMPERATURA	PRECIP.		TEMPERATURA
	m.m.	Max.	Min.	m.m.	Max.	Min.	m.m.	Max.	Min.	m.m.	Max.	Min.	m.m.	Max.	Min.	m.m.	Max.	Min.
ENERO	16.3	25.5	13.8	17.0	24.2	13.9	15.3	24.8	14.1	30.6	30.0	11.3	92.0	20.9	14.1	00.0	31.5	11.5
FEBRERO	23.2	23.8	15.8	32.2	24.6	14.7	23.5	25.9	15.0	21.3	34.2	12.3	38.0	24.5	15.9	48.0	30.5	13.5
MARZO	25.5	29.8	17.9	44.2	26.5	14.8	21.5	28.9	17.2	4.3	37.3	10.7	78.0	26.9	17.3	39.0	36.0	12.5
ABRIL	56.5	28.7	18.7	19.0	31.7	19.3	158.5	32.6	19.3	25.0	39.0	14.3	36.0	31.6	20.3	37.0	40.5	18.0
MAYO	78.5	32.0	21.2	96.0	33.6	20.7	87.7	30.8	19.5	94.1	39.0	19.3	203.0	32.0	21.2	<u>137.0</u>	<u>34.7</u>	<u>19.7</u>
JUNIO	228.0	30.7	19.3	238.2	30.2	20.2	155.8	30.0	20.4	259.7	34.3	18.7	445.0	28.7	21.2	<u>93.0</u>	<u>34.7</u>	<u>27.7</u>
JULIO	165.0	30.0	19.1	22.0	29.6	19.5	439.6	31.0	20.5	216.3	32.7	18.3	397.0	30.0	19.0	<u>236.0</u>	<u>31.7</u>	<u>19.0</u>
AGOSTO	189.5	30.2	18.9	259.0	29.0	18.0	321.8	29.1	19.6	299.0	30.7	19.0	279.0	31.0	18.0	<u>89.0</u>	<u>32.7</u>	<u>17.3</u>
SEPTIEMBRE	153.0	29.2	19.3	236.2	29.3	19.1	437.2	30.0	16.6	305.0	30.0	19.3	343.0	29.2	18.5	<u>118.0</u>	<u>33.7</u>	<u>18.7</u>
OCTUBRE	126.5	27.7	17.5	180.3	26.9	17.1	38.3	31.3	15.0	41.0	30.3	15.3	17.5	31.0	18.0	<u>110.0</u>	<u>32.0</u>	<u>17.0</u>
NOVIEMBRE	39.2	26.1	16.8	43.3	26.3	16.2	10.5	30.1	13.7	132.3	28.7	13.0	5.0	31.0	14.0	<u>51.3</u>	<u>30.3</u>	<u>14.7</u>
DICIEMBRE	<u>15.2</u>	<u>26.3</u>	<u>14.9</u>	<u>33.2</u>	<u>25.4</u>	<u>15.7</u>	<u>53.6</u>	<u>27.3</u>	<u>12.0</u>	<u>57.0</u>	<u>27.0</u>	<u>12.3</u>	<u>74.0</u>	<u>32.0</u>	<u>14.0</u>	<u>41.0</u>	<u>29.7</u>	<u>11.3</u>
LLUVIA ANUAL	1,116.4			1,424.6			1,763.3			1,485.6			2,007.5			1,008.0		

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS.

DETERMINACION	M U E S T R A S .	
	0 - 39 cm Profundidad	0 - 60 cm Profundidad.
Color en seco	10 y R 3/2 café gris obscuro	10 y R 5/2 café grisáceo
Textura	Migajón arcillo- so	
P H	6.00	6.20
% Materia Orgánica	3.16 (R)	2.73 (M)
% Nitrógeno total	0.158 (R)	0.136 (M)
Fósforo P.P.M.	4 (P)	12 (M)
Potasio P.P.M.	90 (P)	39 (MP)
Calcio P.P.M.	1036 (R)	1224 (R)
Magnesio P.P.M.	496 (MR)	943 (MR)
Manganeso P.P.M.	3 (MP)	2 (MP)
% Carbonato Insolubles	1.35	1.35
% Arena	30.33	30.69
% Limo	30.00	21.64
% Arcilla	39.67	47.67

MR = Muy rico

R = Rico

M = medio

P = Pobre

MP = muy pobre

CUADRO 3

CONTEO DE YEMAS SEMBRADAS (Promedio)

VARIEDAD: B-4363

FECHA DE CONTEO: 30/Oct/80

PARCELA UTIL: 40 mt²

CICLO: Planta.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
0 - 0 - 0	7	8	8	9	32	8,00
200 - 0 - 0	8	8	7	10	33	8,25
0 -200- 0	8	8	9	9	34	8,50
200 -200- 0	8	8	9	8	33	8,25
0 - 0 -200	8	7	8	8	31	7,75
200 - 0 -200	8	7	9	8	32	8,00
0 -200-200	10	8	7	8	33	8,25
200 -200-200	8	8	8	7	31	7,75
100 -100-100	9	10	9	9	37	9,25
300 -100-100	8	9	7	8	32	8,00
100 -300-100	7	8	8	8	31	7,75
100 -100-300	8	8	8	8	32	8,00

CUADRO 4 CONTEO DE BROTES. (Promedio)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES.				SUMA	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
1. 0 - 0 - 0	4	3	2	2	11	2.75
2. 200 - 0 - 0	4	2	3	2	11	2.75
3. 0 - 200 - 0	4	3	2	2	11	2.75
4. 200 - 200 - 0	3	3	2	3	11	2.75
5. 0 - 0 - 200	3	3	2	2	11	2.75
6. 200 - 0 - 200	3	3	3	3	11	2.75
7. 0 - 200 - 200	3	3	3	3	11	2.75
8. 200 - 200 - 200	3	3	3	3	12	3.00
9. 100 - 100 - 100	3	2	3	3	12	3.00
10. 300 - 100 - 100	3	3	3	3	12	3.00
11. 100 - 300 - 100	3	3	2	2	11	3.00
12. 100 - 100 - 300	4	4	2	2	13	3.25

% de germinación = 37.5 %

CUADRO NO. 5. % DE GERMINACION

FECHA: 11/Dic/80

EDAD: 41 días

TRATAMIENTOS	PROMEDIO DE YEMAS SEMBRADAS POR METRO LINEAL.					PROMEDIO DE YEMAS GERMINADAS POR METRO LINEAL					% DE GERMINACION
	REPETICIONES					REPETICIONES					
	I	II	III	IV	SUMA	I	II	III	IV	SUMA	
0 - 0 - 0	7	8	8	9	32	4	3	2	2	11	34,3
200- 0 - 0	8	8	7	10	33	4	2	3	2	11	33,3
0 -200- 0	8	8	9	9	34	4	3	2	2	11	32,3
200-200- 0	8	8	9	8	33	3	3	2	3	11	33,3
0 - 0 -200	8	7	8	8	31	3	3	3	2	11	35,4
200- 0 -200	8	7	9	8	32	3	3	2	3	11	34,3
0 -200-200	10	8	7	8	33	3	3	2	3	11	33,3
200-200-200	8	8	8	7	31	3	3	3	3	12	38,7
100-100-100	9	10	9	9	37	3	2	4	3	12	32,4
300-100-100	8	9	7	8	32	3	3	3	3	12	37,5
100-300-100	7	8	8	8	31	3	3	3	2	11	35,4
100-100-300	8	8	8	8	32	4	4	3	2	13	40,6

CUADRO NO. 6

ANALISIS DE MUESTRAS DEL 3er. MES

TRATAMIENTOS	NO. DE HOJA	NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
0 - 0 - 0	3	0.99 (MB)	.147 (M-N)	2.02 (A)
0 - 0 - 0	5	0.97 (MB)	.143 (M-N)	1.72 (M-N)
200 - 0 - 0	3	1.14 (B)	.162 (M-N)	1.14 (B)
200 - 0 - 0	5	1.10 (B)	.148 (M-N)	0.92 (M-B)
0 -200- 0	3	1.08 (B)	.201 (A)	1.08 (B)
0 -200- 0	5	0.99 (MB)	.204 (A)	0.84 (M-B)
200 -200- 0	3	1.24 (B)	.189 (A)	1.22 (B)
200 -200- 0	5	1.33 (B)	.225 (A)	1.04 (B)
0 - 0 -200	3	1.11 (B)	.168 (M-N)	1.38 (B)
0 - 0 -200	5	1.12 (B)	.140 (M-N)	1.10 (B)
200 - 0 -200	3	1.06 (B)	.138 (L-B)	1.32 (B)
200 - 0 -200	5	1.11 (B)	.137 (L-B)	1.06 (B)
0 -200-200	3	0.97 (MB)	.223 (A)	1.22 (B)
0 -200-200	5	0.97 (MB)	.200 (A)	1.00 (B)
200 -200-200	3	1.11 (B)	.239 (A)	1.06 (B)
200 -200-200	5	1.05 (B)	.237 (A)	0.90 (M-B)
100 -100-100	3	1.06 (B)	.230 (A)	0.96 (MB)
100 -100-100	5	0.97 (MB)	.231 (A)	0.76 (MB)
300 -100-100	3	1.15 (B)	.220 (A)	1.10 (B)
300 -100-100	5	1.09 (B)	.220 (A)	0.76 (MB)
100 -300-100	3	1.05 (B)	.252 (A)	0.90 (ME)
100 -300-100	5	1.08 (B)	.254 (A)	0.66 (MB)
100 -100-300	3	1.16 (B)	.220 (A)	0.80 (MB)
100 -100-300	5	1.22 (B)	.216 (A)	0.87 (MB)

MB = Muy bajo

MN = Medio a normal

LB = Ligeramente bajo

A = Alto B = bajo

CUADRO NO. 7

ANALISIS DE MUESTRAS DEL Sto. MES

TRATAMIENTOS	NO. DE HOJA	NITROGENO	FOSFORO	POTASIO
0 - 0 - 0	3	0.94 (MB)	.128 (LB)	2.52 (A)
0 - 0 - 0	5	0.87 (MB)	.124 (LB)	2.18 (A)
200- 0 - 0	3	0.85 (MB)	.134 (LB)	2.17 (A)
200- 0 - 0	5	0.90 (MB)	.124 (LB)	2.06 (A)
0 -200- 0	3	0.95 (MB)	.166 (MN)	2.40 (A)
0 -200- 0	5	0.85 (MB)	.145 (MN)	2.06 (A)
200-200- 0	3	1.00 (B)	.182 (A)	2.26 (A)
200-200- 0	5	1.14 (B)	.165 (MN)	2.42 (A)
0 - 0 -200	3	1.08 (B)	.133 (LB)	2.74 (A)
0 - 0 -200	5	1.11 (B)	.124 (LB)	2.26 (A)
200- 0 -200	3	1.13 (B)	.136 (LB)	2.74 (A)
200- 0 -200	5	1.13 (B)	.125 (LB)	2.60 (A)
0 -200-200	3	0.61 (B)	.167 (MN)	2.78 (A)
0 -200-200	5	0.50 (B)	.154 (MN)	2.54 (A)
200-200-200	3	0.78 (MB)	.181 (A)	3.22 (A)
200-200-200	5	0.75 (MB)	.180 (A)	2.82 (A)
100-100-100	3	0.75 (MB)	.180 (A)	3.10 (A)
100-100-100	5	0.78 (MB)	.177 (MN)	3.15 (A)
300-100-100	3	0.77 (MB)	.165 (MN)	3.00 (A)
300-100-100	5	0.75 (MB)	.157 (MN)	2.86 (A)
100-300-100	3	0.80 (MB)	.174 (MN)	2.68 (A)
100-300-100	5	0.63 (MB)	.166 (MN)	2.52 (A)
100-100-300	3	0.66 (MB)	.162 (MN)	3.50 (A)
100-100-300	5	0.97 (MB)	.162 (MN)	3.36 (A)

MB = Muy bajo

B = Bajo

LB = Ligeramente bajo

A = Alto

MN = Medio a normal

El objeto principal de estos muestreos foliares, es el de determinar hasta que punto la planta está asimilando los nutrientes disponibles en el suelo por los fertilizantes aplicados.

LOS CUADROS 8 Y 9 MUESTRAN LAS ALTURAS A LOS 40 DIAS
Y A LOS 7 MESES DE EDAD RESPECTIVAMENTE.

CUADRO NO. 8.

FECHA: 11 Dic. 1980

EDAD: 40 Días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				SUMA	PROMEDIO EN CM.
	I	II	III	IV		
0 - 0 - 0	10,2	11,4	10,4	11,4	43,4	10,8
200- 0 - 0	10,4	11,0	11,4	11,2	44,0	11,0
0 -200- 0	11,8	10,0	9,8	13,4	45,0	11,2
200-200- 0	11,0	11,6	13,6	10,8	47,0	11,7
0 - 0 -200	11,2	12,0	11,4	11,0	45,6	11,4
200- 0 -200	12,0	9,8	11,0	11,0	43,8	10,9
0 -200-200	11,6	11,6	11,2	12,4	46,8	11,7
200-200-200	11,8	10,0	11,0	9,6	42,4	10,6
100-100-100	10,2	12,0	12,2	11,4	45,8	11,4
300-100-100	12,6	11,2	11,2	11,8	46,8	11,7
100-300-100	13,0	11,2	11,4	11,2	46,8	11,7
100-100-300	11,0	11,0	11,4	11,8	45,2	11,3

NOTA: Observación en cms.

CUADRO NO.: 9

FECHA: 15 Mayo 1981

EDAD: 7 meses

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				SUMA	PROMEDIO EN CM.
	I	II	III	IV		
0 - 0 - 0	29,8	37,0	37,0	49,0	152,8	38,2
200- 0 - 0	35,4	38,0	33,0	38,0	144,4	36,1
0 -200- 0	41,0	38,0	37,0	42,0	158,0	39,5
200-200- 0	44,4	33,0	41,0	44,0	162,4	40,6
0 - 0 -200	39,0	37,4	38,0	38,0	152,4	38,1
200- 0 -200	38,0	39,0	36,0	37,0	150,0	37,5
0 -200-200	41,0	38,0	37,0	44,4	160,4	40,1
200-200-200	39,8	45,0	48,0	49,0	181,4	45,4
100-100-100	37,0	35,0	37,0	43,0	152,0	38,0
300-100-100	40,0	36,0	44,0	45,0	165,0	41,2
100-300-100	36,0	39,6	40,0	53,0	168,6	42,1
100-100-300	39,0	38,4	47,0	44,4	168,8	42,2

NOTA: Anotaciones en cms.

CUADRO 10

CONTEO DE POBLACION.

Fecha: 15 / Mayo / 1981

(datos) Edad: 7 meses

TRATAMIENTOS	REPETICIONES.				SUMA	PROMEDIO POR METRO LINEAL.
	I	II	III	IV		
1 . 0 - 0 - 0	12	11	9	12	44	11.00
2 . 200 - 0 - 0	14	8	13	10	45	11.25
3 . 0 - 200 - 0	13	8	11	11	43	10.75
4 . 200 - 200 - 0	12	15	13	15	55	13.75
5 . 0 - 0 - 200	10	8	12	10	40	10.00
6 . 200 - 0 - 200	9	10	11	14	44	11.00
7 . 0 - 200 - 200	10	12	11	14	47	11.75
8 . 200 - 200 - 300	12	12	13	15	52	13.00
9 . 100 - 100 - 100	10	10	11	13	44	11.00
10. 300 - 100 - 100	12	13	12	14	51	12.75
11. 100 - 300 - 100	13	13	10	15	51	12.75
12. 100 - 100 - 300	14	13	15	14	56	14.00

NOTA: Promedio de tallos por mt lineal.

CUADRO 11

MUESTRO NO. 1 (DOCE MESES DE EDAD)

RESULTADOS PROMEDIOS DE LOS ANALISIS DE TALLOS.

Tallos por muestra: 1 cepa

Fecha de muestras: 3/ Nov. / 1981

Edad: 12 meses

Método: Molino de ensaye

Tratamientos	Brix	Pureza	% sacarosa en jugo	% azúcares reductores	% Humedad
1 . 0 - 0 - 0	13.97	73.27	10.23	2.330	84.72
2 . 200 - 0 - 0	13.49	68.59	9.27	2.420	85.72
3 . 0 - 200 - 0	12.07	73.71	10.69	2.480	84.02
4 . 200 - 200 - 0	15.29	73.51	11.27	2.288	82.02
5 . 0 - 0 - 200	14.32	75.17	10.77	2.030	86.06
6 . 200 - 0 - 200	13.94	71.66	10.00	2.370	85.45
7 . 0 - 200 - 200	14.66	74.06	10.86	2.196	83.45
8 . 200 - 200 - 200	14.81	74.20	10.98	2.458	83.42
9 . 100 - 100 - 100	14.51	73.12	10.62	2.440	84.10
10. 300 - 100 - 100	14.41	68.96	9.94	2.534	83.42
11. 100 - 300 - 100	13.48	68.69	9.26	2.666	85.36
12. 100 - 100 - 300	14.06	71.96	10.13	2.383	85.37

MUESTREO NO. 2 (TRECE MESES DE EDAD)

RESULTADOS PROMEDIOS DE LOS ANALISIS DE TALLOS.

Fecha: 1° / Dic. / 1981

Edad: 13 meses

Método: Molino de ensaye

Tratamientos	Brix	Pureza	% sacarosa en jugo	% azucares reductores	% humedad
1 . 0 - 0 - 0	16.86	79.32	13.37	1.720	78.50
2 . 200 - 0 - 0	16.57	76.12	12.64	2.070	79.10
3 . 0 - 200 - 0	17.22	79.45	13.73	1.921	77.85
4 . 200 - 200 - 0	16.73	76.94	12.88	1.950	78.92
5 . 0 - 0 - 200	16.30	76.55	12.40	2.050	80.32
6 . 200 - 0 - 200	17.16	78.52	13.47	1.817	79.17
7 . 0 - 200 - 200	17.24	79.13	13.66	2.672	77.92
8 . 200 - 200 - 200	17.11	76.50	13.85	2.018	78.82
9 . 100 - 100 - 100	16.52	78.05	13.05	1.520	79.92
10. 300 - 100 - 100	17.10	77.87	13.32	2.330	78.52
11. 100 - 300 - 100	16.31	74.95	13.01	2.750	79.75
12. 100 - 100 - 300	16.74	78.79	13.20	2.143	79.95

MUESTRO NO. 3 (CATORCE MESES DE EDAD)

RESULTADOS PROMEDIOS DE LOS ANALISIS DE TALLOS.

Fecha: 4/ Ene. / 1982

Edad: 14 meses

Método Químico usado: Molino de ensaye.

Tratamientos	Brix	Pureza	% sacarosa en jugo	% azúcares reductores	% humedad
1. 0 - 0 - 0	19.24	86.71	16.68	1.420	75.17
2. 200 - 0 - 0	18.67	84.58	15.80	1.535	76.12
3. 0 - 200 - 0	19.31	86.49	16.70	1.249	73.53
4. 200 - 200 - 0	18.69	82.40	15.41	1.666	76.45
5. 0 - 0 - 200	18.46	86.67	16.01	1.102	75.87
6. 200 - 0 - 200	18.74	85.85	16.31	1.197	74.85
7. 0 - 200 - 200	19.25	85.38	16.43	1.329	74.55
8. 200 - 200 - 200	19.32	83.45	16.12	1.439	74.15
9. 100 - 100 - 100	18.85	85.23	16.11	1.295	76.45
10. 300 - 100 - 100	19.42	83.70	16.30	1.712	74.95
11. 100 - 300 - 100	18.19	84.78	15.44	1.280	76.37
12. 100 - 100 - 300	19.23	87.11	16.76	1.401	74.47

RESULTADOS PROMEDIOS DE LOS ANALISIS DE TALLOS.

MUESTREO NO. 4 (QUINCE MESES DE EDAD)

Tratamientos	Brix	Pureza	% sacarosa en jugo	% azúcares reductores	% humedad
1 . 0 - 0 - 0	19.09	77.81	14.88	2.73	74.30
2 . 200 - 0 - 0	19.87	77.58	15.42	2.73	73.48
3 . 0 - 200 - 0	19.59	79.83	15.63	2.64	73.70
4 . 200 - 200 - 0	19.18	77.81	14.94	2.91	75.18
5 . 0 - 0 - 200	18.93	83.02	15.76	1.80	74.70
6 . 200 - 0 - 200	19.98	80.49	15.67	1.76	75.30
7 . 0 - 200 - 200	19.13	78.22	14.96	2.67	73.83
8 . 200 - 200 - 200	18.76	75.11	14.08	3.53	75.18
9 . 100 - 100 - 100	18.96	79.76	15.15	2.99	73.03
10. 300 - 100 - 100	18.21	76.61	13.98	4.08	75.95
11. 100 - 300 - 100	19.36	79.68	15.43	2.06	73.13
12. 100 - 100 - 300	18.79	80.05	15.04	2.44	73.85

RESULTADOS PROMEDIOS DE LOS ANALISIS DE TALLOS.

MUESTREO NO. 5 (DIECISEIS MESES DE EDAD)

Fecha: 2/ Mzo. / 1982

Edad: 16 meses

Método Químico: Molino de Ensaye.

Tratamientos	Brix	Pureza	% sacarosa en jugo	% azúcares reductores	% humedad
1 . 0 - 0 - 0	20.37	81.04	16.49	2.118	70.37
2 . 200 - 0 - 0	20.45	80.85	16.55	2.062	71.37
3 . 0 - 200 - 0	20.90	83.58	17.36	1.691	71.20
4 . 200 - 200 - 0	20.02	76.77	15.37	2.649	71.32
5 . 0 - 0 - 200	20.35	84.46	17.18	1.581	71.65
6 . 200 - 0 - 200	21.08	79.36	16.73	1.865	70.77
7 . 0 - 200 - 200	20.21	78.24	15.87	2.121	72.50
8 . 200 - 200 - 200	20.22	70.77	14.34	3.204	73.10
9 . 100 - 100 - 100	20.89	77.12	16.08	2.651	72.22
10. 300 - 100 - 100	20.64	76.56	15.80	3.004	71.10
11. 100 - 300 - 100	19.22	82.44	15.85	2.556	71.92
12. 100 - 100 - 300	18.12	82.19	14.91	1.995	72.17

RESULTADOS PROMEDIOS DE LOS ANALISIS DE TALLOS
MUESTREO NO. 6

FECHA: 1º Abril de 1982

EDAD: 17 meses

METODO: Pol Ratio

Trat.	Brix	Pureza	Humedad	% Sacarosa en caña	% Azuc. Reduct.	% Fibra
1	4.84	69.68	69.0	11.30	2.103	14.48
2	4.99	72.94	69.1	12.23	1.782	14.02
3	4.81	73.04	69.8	11.90	1.759	14.18
4	4.76	67.22	69.0	10.71	2.502	14.81
5	4.85	78.35	67.2	12.99	1.250	14.42
6	4.81	73.02	68.3	11.77	1.735	14.08
7	4.77	67.28	71.0	10.76	2.578	14.13
8	4.64	63.14	70.2	9.86	2.843	12.99
9	4.84	67.30	69.8	11.02	2.357	13.14
10	4.77	65.72	71.0	10.55	2.594	13.31
11	4.86	70.80	69.7	11.24	2.070	13.46
12	4.87	69.62	68.2	11.42	2.245	13.58

FIGURA 1

ASI QUEDO DISTRIBUIDO EL EXPERIMENTO EN EL CAMPO

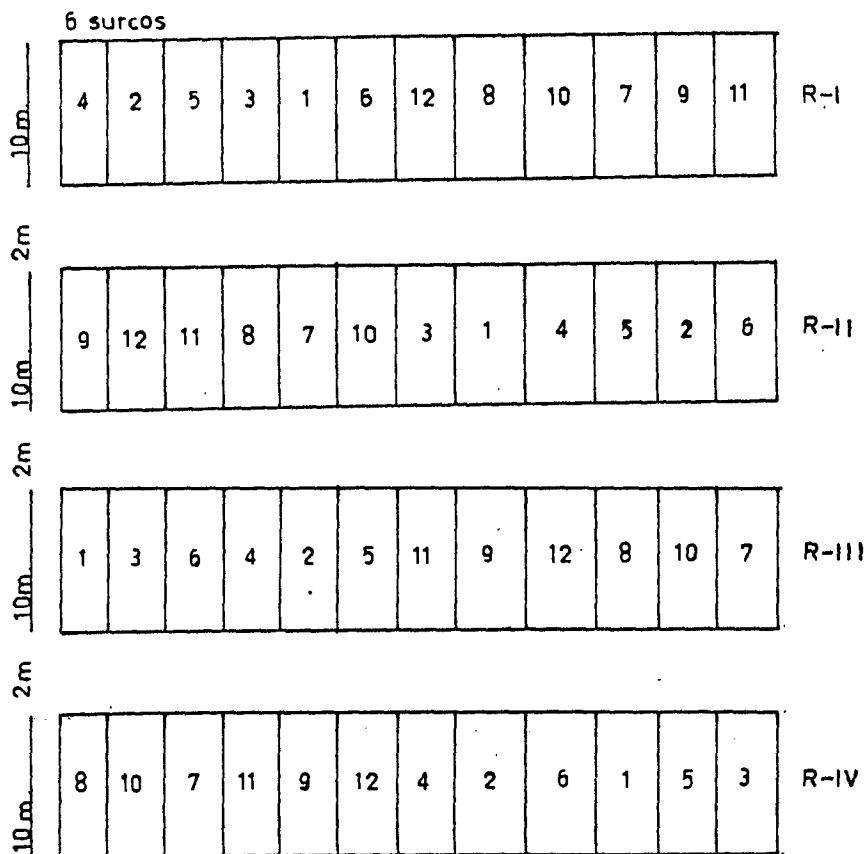


FIGURA 2

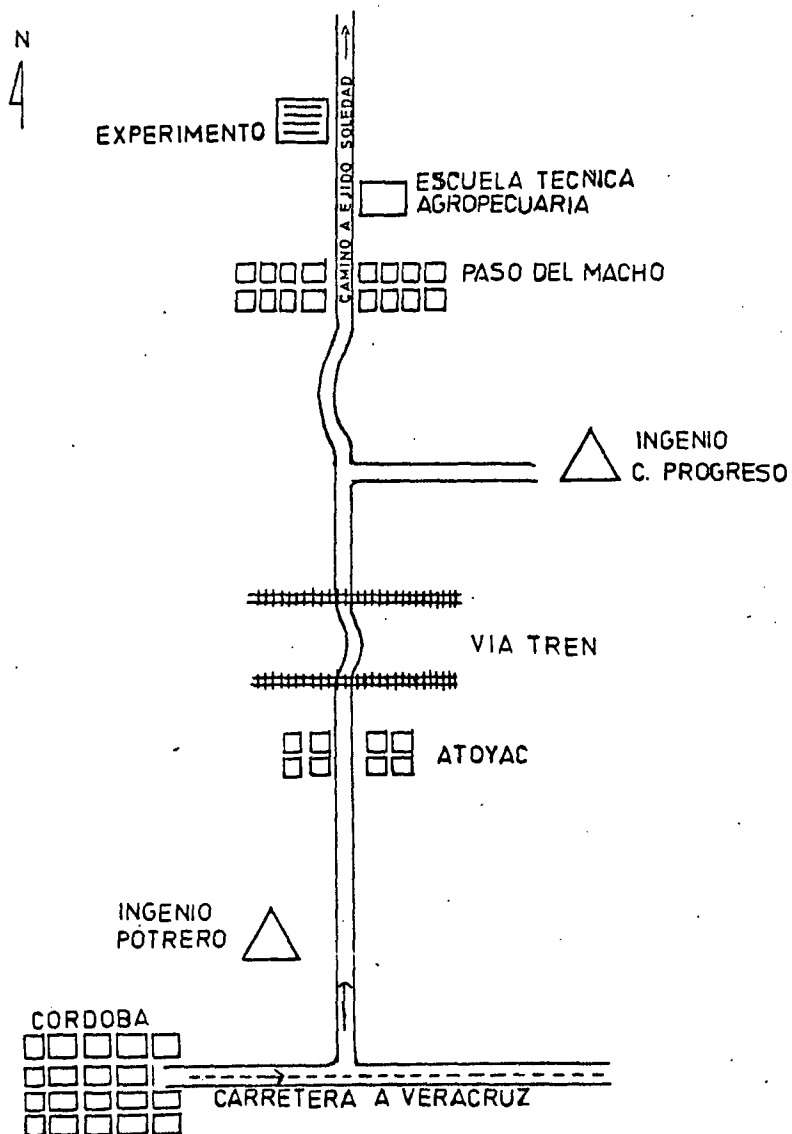
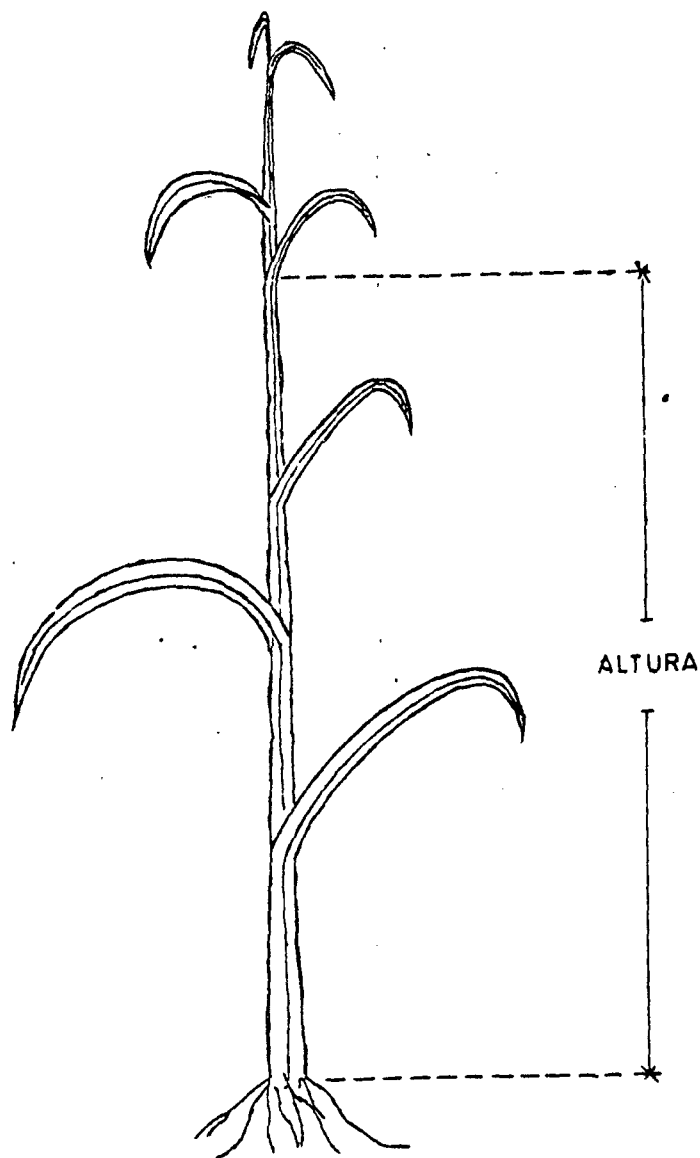


FIGURA 2



XII. BIBLIOGRAFIA.

1. Camargo N, P (1975) Fisiología de la Caña de Azúcar. Serie Divulgación Técnica, Folleto No. 6 IMPA, México.
2. Catálogo de Plagas y Enfermedades (1975). Serie Divulgación Técnica, Libro No. 11 IMPA, México.
3. Guía para el Cultivo y Cosecha de la Caña de Azúcar --- (1980). Serie Divulgación Técnica, Folleto No. 6 IMPA, México.
4. Humbert P., R (1974) El Cultivo de la Caña de Azúcar. - Ed. CECSA.
5. Jacob, A. y H Van N Exkull (1964) Fertilización, Nutrición y Abonado de los Cultivos Tropicales y Subtropicales. Segunda Edición Española.
6. La Industria Azucarera de México (1952). Monografías Industriales del Banco de México, S.A. México.
7. Publicaciones Técnicas Azucareras (1964) Extracto No.10 Marzo.
8. Publicaciones Técnicas Azucareras (1968) Extracto No.14 Julio.
9. Samuels (1963) Fuentes Fertilizantes. El Abonamiento de la Caña. Boletín Informativo de la Asociación de Técnicos Azucareros - de Venezuela, Agosto-Septiembre.