

D. L.
01
T(492)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"EVALUACION DE NIVELES DE $N - P_2O_5 - K_2O$
Y EPOCAS DE APLICACION SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZUCAR
(Saccharum officinarum L.) EN LA FINCA BULBUXYA".

Presentada a la Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía
de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

CARLOS ESTUARDO MAS LOPEZ

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Agosto de 1983

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda.
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar Leiva.
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Rolando L. Alecio.
Vocal 4o.	Prof. Heber Arana.
Vocal 5o.	Prof. Francisco M. Navichoque.
Secretario	Ing. Agr. Carlos R. Fernández

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	Dr. Antonio Sandoval.
Examinador	Ing. Agr. Luis M. Reyes
Examinador	Ing. Agr. Manuel Martínez
Examinador	Ing. Agr. Ronald Estrada.
Secretario	Ing. Agr. Carlos R. Fernández



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

6 de junio de 1983.

Dr. Antonio Sandoval S.
Decano de la
Facultad de Agronomía.
USAC.

Señor Decano:

En atención al nombramiento que emitiera la decanatura, para asesorar al Prof. Carlos Estuardo Mas López en su trabajo de tesis: "EVALUACION DE NIVELES DE N - P₂O₅-K₂O Y EPOCAS DE APLICACION SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) EN LA FINCA BULBUXYA"; hago de su conocimiento que ha sido concluida la asesoría y revisión final.

Por lo expuesto, considero que la investigación realizada por el Prof. Mas López, llena los requisitos para ser presentada y discutida en el Examen General Público que deberá sustentar.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. José Jesús Chonay P.

ASESOR.

Guatemala, Agosto de 1983

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad a lo que establece la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el Honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE NIVELES DE $N-P_{25}O_5 - K_2O$ Y EPOCAS DEL APLICACION SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) EN LA FINCA BULBUXYA".

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atte.


Prof. Carlos Estuardo Mas López

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

Al personal técnico y administrativo del Instituto de Investigaciones Agronómicas.

A mi Asesor, Ing. Agr. Jesús Chonay, por su interés en la asesoría y revisión para la elaboración de esta tesis.

A los trabajadores de la Finca Bulbuxyá, por su colaboración en los trabajos de campo.

TESIS QUE DEDICO

A mis Padres:

Carlos Rosario Más I.
Aurora Rosa L. de Más

A mis Hermanos:

Carmen Maritza L. Más L.
Emil Ludwing Más López y Sra.
Carlos Rafael Más.
Jenner Francisco Más L.

A mis compañeros de
promoción y amigos,
en especial a:

Carlos Enrique Más E.
Rodolfo Chicas S.
Franz Hentze P.
Rafael Morales P.
Alfredo Ponce S.

A la Facultad de Agronomía.

A Guatemala.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Indice de Cuadros	i
Indice de Gráficas	ii
Resumen	v
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	2
III. OBJETIVOS	6
IV. HIPOTESIS	6
V. MATERIALES Y METODOLOGIA	7
A. Descripción del área experimental.	
1. Ubicación geográfica.	
2. Ubicación climática.	
3. Suelo.	
B. Factores a evaluar.	
C. Niveles de nutrimentos.	
D. Fuentes de nutrimentos.	
E. Diseño experimental y tratamientos.	
F. Modelo estadístico.	
G. Manejo del cultivo.	
1. Preparación del suelo.	
2. Siembra.	
3. Resiembra.	
4. Limpias.	
5. Fertilización.	
H. Tamaño de la unidad experimental.	
I. Toma de datos.	
J. Análisis de Resultados.	

	Pág.
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	14
VII. CONCLUSIONES	29
VIII. RECOMENDACIONES	30
IX. BIBLIOGRAFIA	31
X. APENDICE	33

INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO No. 1: Análisis de disponibilidad de P, K, Ca y Mg	8
CUADRO No. 2: Niveles de nutrimentos evaluados	8
CUADRO No. 3: Cantidades de fertilizantes en kg/ha y kg/unidad experimental	9
CUADRO No. 4: Distribución en la aplicación de los fertilizantes del primer experimento	11
CUADRO No. 5: Distribución en la aplicación de los fertilizantes del segundo experimento	12
CUADRO No. 6: Análisis de varianza para primera época de aplicación de Nitrógeno	14
CUADRO No. 7: Rendimiento promedio de caña de azúcar en Ton/ha de la Epoca A	15
CUADRO No. 8: Análisis económico del experimento No. 1 (Epoca A)	16
CUADRO No. 9: Análisis de varianza para segunda época de aplicación de Nitrógeno	20
CUADRO No.10: Análisis de la Técnica de Yates	21
CUADRO No.11: Rendimiento promedio de caña de azúcar en Ton/ha de la Epoca B:	22
CUADRO No.12: Costo en Q/kg de nutrimento	26
CUADRO No.13: Análisis de varianza combinada de las épocas de aplicación del Nitrógeno	27
CUADRO No.14: Rendimiento por época de aplicación de Nitrógeno.	27

INDICE DE GRAFICAS

	Pág.
GRAFICA No. 1: Efecto de niveles de N sobre el rendimiento de caña de Epoca A en Ton/ha	17
GRAFICA No. 2: Efecto de niveles de $P_{2.5}O_5$ sobre el rendimiento de caña de Epoca A en Ton/ha	18
GRAFICA No. 3: Efecto de niveles de K_2O sobre el rendimiento de caña de Epoca A en Ton/ha	19
GRAFICA No. 4: Efecto de niveles de N sobre el rendimiento de caña de Epoca B en Ton/ha	23
GRAFICA No. 5: Efecto de niveles de $P_{2.5}O_5$ sobre el rendimiento de caña de Epoca B en Ton/ha	24
GRAFICA No. 6: Efecto de niveles de K_2O sobre el rendimiento de caña de Epoca B en Ton/ha	25

RESUMEN

La fertilización, como un factor para incrementar los rendimientos, es uno de los aspectos más importantes dentro de la agricultura moderna, para obtener una máxima producción de los cultivos.

Sobre ese aspecto, la investigación se hace necesaria, para poder recomendar dosis y época de aplicación de fertilizantes.

Se plantean los siguientes objetivos:

1. Evaluar los niveles de $N-P_{25}O_5-K_2O$ sobre el rendimiento de caña de azúcar.
2. Fraccionar las dosis de N, para encontrar la época de su aplicación.
3. Determinar la dosis óptima económica de fertilizantes.

En base a los objetivos propuestos, se plantea la siguiente hipótesis:

"La aplicación de los niveles de N-P-K y las diferentes épocas de aplicación de N, influyen sobre el rendimiento de caña de azúcar".

La investigación es llevada a cabo en la Finca Bulbuxyá, municipio de San Miguel Panamá, departamento de Suchitepéquez, situada en las coordenadas de $91^{\circ}22'$ de longitud y $14^{\circ}39'$ de latitud (6).

Se utilizó el diseño experimental bloques al azar, con cuatro repeticiones y el diseño de tratamiento es un factorial incompleto, dentro de la Matriz Plan Puebla I; los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio evaluados son:

N	=	60 - 100 - 140 - 180 kg/ha
$P_{25}O_5$	=	40 - 80 - 120 - 160 kg/ha
K_2O	=	60 - 100 - 140 - 180 kg/ha

En la aplicación de los niveles de N, se distribuye en dos épocas:

Epoca A: Aplicación total de $P_{25}O_5$ y el K_2O al momento de la siembra y el N aplicado en tres fracciones: 1/3 al momento de la siembra, el otro 1/3 a los dos meses y el último tercio a los cuatro meses de la siembra.

Epoca B: Aplicación total del $P_{2.5}O_5$ y el K_2O al momento de la siembra y el N fraccionarlo en tres aplicaciones: 1/3 al momento de la siembra, 1/3 a los tres meses y el último tercio a los seis meses de la siembra.

En base a los resultados encontrados, se concluye que: El Nitrógeno tiene un efecto positivo en niveles de 60 a 100 kg/ha, siendo el mayor rendimiento con 100 kg/ha de Nitrógeno y niveles mayores a 100 kg/ha de Nitrógeno disminuyen los rendimientos.

El Fósforo tiende a aumentar la producción, cuando se le aplica en dosis de 40 a 80 kg/ha y similar situación sucede cuando se le aplica en dosis de 120 kg/ha, combinado con niveles de 140 kg/ha de Nitrógeno y 140 kg/ha de Potasio.

El Potasio tiene un efecto similar al Nitrógeno, cuando se le aplica en dosis de 60 a 100 kg/ha, que tiende a incrementar los rendimientos y dosis mayores a 100 kg/ha de Potasio, disminuyen los rendimientos.

La época de aplicar fertilizantes resultó ser la Epoca A para el Nitrógeno y aplicar el total de $P_{2.5}O_5$ y el K_2O al momento de la siembra y el Nitrógeno fraccionarlo en tres aplicaciones: 1/3 al momento de la siembra, 1/3 a los dos meses de la siembra y el último tercio a los cuatro meses de la siembra.

La dosis óptima económica es para el:

N	=	100 kg/ha el cual representa un costo de Q.130.00.
$P_{2.5}O_5$	=	40 kg/ha el cual representa un costo de Q. 55.60.
K_2O	=	60 kg/ha el cual representa un costo de Q. 54.00.

I. INTRODUCCION

El cultivo de la caña de azúcar y la producción nacional han aumentado considerablemente en los últimos años (4), debido entre otras, a las prácticas que se aplican al cultivo y al incremento de las áreas sembradas.

El cultivo de la caña es importante, desde el punto de vista social, ya que proporciona trabajo a miles de agricultores en las labores agrícolas. Económicamente, el cultivo también es importante ya que debido a la creciente demanda en el mercado interno y externo se ha hecho necesario elevar la producción por unidad de área y disminuir los costos hasta obtener un mayor margen de competencia en el mercado internacional. (1).

Al observar las estadísticas en la mayoría de los campos cañeros del país, se tienen diferencias en cuanto a rendimiento por unidad de superficie, luego al evaluar los factores que influyen en el incremento de la producción, se observa que en los lugares que tienen menores rendimientos corresponden a las condiciones de baja fertilidad del suelo, deficiencia de humedad, mal drenaje y falta de prácticas culturales, etc. Aunque todos estos factores influyen en determinada proporción, quizá el más importante sea el que se relaciona con la baja fertilidad del suelo, por esa situación el agricultor debe darle una importancia prioritaria al uso de fertilizantes en el cultivo.

La experiencia adquirida en muchos lugares, basada en una serie de ensayos prácticos, ha subrayado la necesidad de impulsar el empleo de fertilizantes y en el caso de la caña de azúcar, el agricultor se debe familiarizar con la cuantificación de los gastos por abonamientos en términos de tonelajes de caña equivalentes a la inversión. (4).

Para lograr mayores beneficios económicos, es necesario aplicar fertilizantes químicos, ya que la falta de estos nutrimentos provocan un desequilibrio en el desarrollo de la planta.

El presente estudio, pretende evaluar dosis óptima económica y diferentes épocas de aplicación del Nitrógeno, ya que considero que permitirá poder recomendar las dosis adecuadas en el momento oportuno en que la caña los necesite y así incrementar los rendimientos de caña, utilizando al máximo los fertilizantes.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

La caña de azúcar es una planta que tiene la característica de ser una de las mejores captadoras de energía lumínica y alta capacidad de formación de sacarosa. (2).

Estas características determinan una alta utilización de nutrimentos por la planta, en especial de los elementos primarios (N-P-K), llamados también elementos mayores, ya que son necesitados en mayor proporción por la planta. (4).

Barnes, citado por Martínez Gutiérrez (7), mencionan que una cosecha de 50 toneladas de caña de azúcar extrae del suelo, 34 kg. de N, 23 kg de $P_{25}O_5$ y 68 kg de K_2O , por eso se hace necesario la adición de los nutrimentos para mantener la fertilidad del suelo.

Jacob, citado por Martínez Gutiérrez (7), considera como óptimo una aplicación al suelo de N, que varía entre 90-168 kg/ha, para el Fósforo de 45-112 kg/ha y el Potasio de 112-225 kg/ha, manteniendo una relación anual de extracción de estos elementos en proporción de 3:2:3-4.

Silverio Flores (4), indica que con base a los resultados de los estudios efectuados en varios países y tomando los datos sobre análisis de los suelos, análisis de las hojas y tallos de las plantas y de los experimentos de campo con N-P-K, ha determinado que la dosis media que necesita la planta para que haya una buena respuesta a la aplicación de N, fluctúa entre 105-126 kg/mz. (Equivalente a 5-6 quintales de Urea); para los suelos deficientes en P, conviene aplicar de 60-80 kg/mz. (Equivalente a 3-4 quintales de Superfosfato triple) y para los suelos deficientes en K, recomienda aplicar dosis de K iguales a las del N.

El mismo autor ha confirmado que, cuando se fertiliza la caña solamente con 2 quintales de Urea o 4 quintales de Sulfato de amonio/mz, no hay seguridad de obtener una ganancia que reditúe la inversión, por el contrario cuando se aplica más de ocho quintales de Urea o 16 quintales de Sulfato de amonio/mz, la cantidad es excesiva y en lugar de ser benéfica, puede causar problemas en la fábrica, debido a que produce un acorchamiento en los tallos.

Estudios del Instituto de Potasa de América del Norte, mencionados por Du Toit (1), evidencian que para producir una tonelada de caña se requieren 21 Kg. de N; 0.9 kg. de $P_{25}O_5$ y 3.4 kg. de K_2O ; al respecto investigaciones hechas en Filipinas, citados por Du Toit (11), indican que un rendimiento de 90 toneladas de caña de azúcar, remueven del suelo unos 120 Kg de N; 75 kg de $P_{25}O_5$ y 250 kg de K_2O que equivalen alrededor de 1.33 kg. de N, 0.83 kg de $P_{25}O_5$ y 2.78 kg. de K_2O por tonelada de caña producida.

En lo que respecta a estudios sobre fertilización, Martínez Gutiérrez (7), realiza una investigación en caña de azúcar, evaluando niveles de 60-120 kg/ha de N; 70-140 kg/ha de P y 80 kg/ha de K, observa que al incremento de las dosis de nutrimentos aplicados al suelo, provoca un decremento en peso de caña.

Matheu de León (8), observa en aplicaciones de dosis de 0-100-200 kg/ha de N, 0-50-100 kg/ha de P y 0-50-100 kg/ha de K, que con el N se obtienen aumentos de pesos de caña, la presencia de P influye en la respuesta de N, aumentando los pesos de caña y que en ausencia de P, el aumento de las dosis de N no produjo incremento en el peso. En cuanto al K, su dosis más alta en combinación con N de 200 kg/ha y P de 50 kg/ha mostró los pesos más elevados. Se deduce que los elementos N-P-K fueron limitantes en el peso de caña y que la mayor influencia la tuvo el N en su dosis más alta (200 kg/ha), en combinación con el P, aparentemente desde el punto de vista económico, dosis de 50 kg/ha.

Humbert, mencionado por Nájera Caal (9), cita los resultados del experimento de caña de azúcar con aplicaciones de N-P-K en función del rendimiento en azúcar; al comparar los rendimientos obtenidos con tratamientos (300-300-300 kg/ha) y (0-300-300 kg/ha) de N-P-K respectivamente, observó que el rendimiento obtenido con la primera fórmula excedía en 4.7 toneladas/ha a la segunda fórmula.

En la Finca El Salto, Escuintla, Nájera Caal (9), indica que no existe diferencia significativa para los efectos lineales del N y el P, el mismo autor continúa que el N tiende a aumentar linealmente el rendimiento, especialmente con dosis media y bajas de P.

En lo que se refiere al elemento P, éste tiende a incrementar linealmente el rendimiento a cualquier nivel de N, observándose un leve decremento en las dosis altas de K. El K, a medida que se incrementa los niveles de este elemento, especialmente cuando se combina con dosis altas de P y bajas de N, decrecen los rendimientos.

En general, los más altos rendimientos están relacionados con niveles bajos de P, las formulaciones aplicadas por el autor, donde se obtuvieron altos rendimientos de 233-237 Ton/ha, son: 180-180-180 y 60-60-60 kg/ha de N-P-K respectivamente.

Benites (5) al evaluar cinco niveles de Nitrógeno en la serie de suelos Torolita y con la variedad de caña B-37-172, obtuvo rendimientos medios de 192 libras de azúcar/tonelaje de caña, bajo aplicaciones de 200 kg/ha de Nitrógeno con una dosis baja de Fósforo de 120 kg/ha. Al respecto, Ullivari, mencionado por Matheu de León (9), en la región de Tucumán, Argentina, en el que se utilizaron los niveles de 30-60-90 kg/ha en las tres fuentes N-P-K y sobre un suelo poco profundo, bien provisto de materia orgánica y Nitrógeno, pero deficientes en Fósforo

y Potasio, observó la influencia del Fósforo y el Potasio en tratamientos que además contenían N, dando mayores resultados tanto en tonelaje de caña como en rendimiento de azúcar, que aquellos que contenían solo Nitrógeno.

En lo que se refiere a niveles óptimos de aplicaciones de N-P-K Jacobs y Veskull, mencionados por Martínez Gutiérrez (7), pone de manifiesto una marcada relación entre los tres elementos de 45-500 kg/ha de N, 45-112 kg/ha de P_2O_5 y 112-225 kg/ha de K_2O en la mayoría de las regiones cañeras del mundo.

Sobre los efectos de N-P-K, Demetrio, citado por De Geus (5), afirma que la respuesta del Nitrógeno es nula cuando los niveles de Fósforo y Potasio en el suelo cultivado son bajos. Al respecto, Ramírez (10) indica la interacción del Fósforo sobre el Nitrógeno cuando existe deficiencia de Fósforo. A medida que aumenta la concentración del Fósforo, el Nitrógeno es mayormente asimilado, sin embargo, esta interacción es reversible cuando el Fósforo es sobredosificado.

El Dr. B. Rojas mencionado por Martínez Gutiérrez (7), en un informe sobre la inspección practicada en la región cañera mexicana, para precisar las causas de bajo rendimiento de azúcar, concluye que:

- a) El Nitrógeno tiene un efecto deprimente, durante el período de maduración, en el contenido de azúcar. Las aplicaciones tardías de fertilizantes nitrogenados perjudican la formación de sacarosa.
- b) El Potasio promueve la elaboración de azúcar en la planta, durante el período de maduración, demostrando que una aplicación fuerte de potasio en estado fenológico, produce un aumento de 1% de sacarosa.
- c) El Fósforo aumenta el contenido de potasio en la planta, aunque en pequeñas cantidades por razones del punto anterior, el fósforo también aumenta el contenido de sacarosa.
- d) El índice de Nitrógeno está muy ligado a la humedad, el de Potasio está influenciado por el Fósforo y la humedad y el índice de Fósforo está afectado por el potasio.

También Hank y Dickinson citado por Nájera Caal (9), indican que la presencia de Potasio hace posible la formación de azúcar de alto peso molecular y su deficiencia altera la actividad de la invertasa, diatasa y pectasa; al respecto Humbert mencionado por Nájera Caal (9), informa que la conversión de azúcares reductoras a sacarosa antes de la cosecha, se debe al balance entre el Nitrógeno y el Potasio.

En lo que respecta a épocas de aplicación, Flores Silverio (4) recomienda que para caña plantía, aplicar al momento de la siembra la mitad

del Nitrógeno y el total de Fósforo y el Potasio, y a los dos meses, después efectuar la segunda aplicación dependiendo de la humedad del suelo.

III. OBJETIVOS

1. Evaluar los niveles de N - $P_{25}O_5$ - K_2O sobre el rendimiento de la caña de azúcar...
2. Fraccionar las dosis de N, para encontrar la época de su aplicación.
3. Determinar la dosis óptima económica de fertilizantes.

IV. HIPOTESIS

Para dar respuesta a los objetivos propuestos, se plantea la siguiente hipótesis:

"La aplicación de los niveles de N-P-K y las diferentes épocas de aplicación de Nitrógeno, influyen sobre el rendimiento de caña de azúcar".

V. MATERIALES Y METODOLOGIA

A. Descripción del área experimental:

1. Ubicación Geográfica:

El área en estudio se ubica en la Finca Bulbuxyá, jurisdicción del municipio de San Miguel Panam, departamento de Suchitepéquez; se encuentra a 91°22' de longitud y 14°39' de latitud. (6).

2. Ubicación Climática:

Según Holdridge, mencionado por Flores Auceda (3), el área experimental está situada en la zona ecológica: Bosque sub-tropical húmedo, zona baja (bh-S(c)).

Con una altitud de 325 metros sobre el nivel del mar, la precipitación media anual de 4000 mm. distribuidos en 140 días al año, con una temperatura media anual de 27.7 °C. (3).

3. Suelos:

El área según Simmons et. al, citado por Herrera de León (6), los suelos se encuentran comprendidos en la división fisiográfica de los suelos del declive del Pacífico, que corresponde a suelos aluviales no diferenciados, considerando que se han desarrollado a partir de depósitos aluviales recientes del Río Nahualate, clasificado por Flores Auceda (3), como Fluventics Eutropepts.

Las características del suelo donde se plantaron los ensayos son:

Horizonte

A: De 0-20 cm. arena franca, con algunos fragmentos pequeños de grava, entre café obscuro (10YR 4/3) en seco y café muy obscuro en húmedo (10YR 2/2) con estructura granular fina a medianamente definida, consistencia no adherible y no plástica, pocas raíces.

Horizonte

C: Mayor que 20 cm. Arena con abundantes fragmentos de grava a mediana a grande; color café (10YR 5/3) en húmedo, sin estructura (grano suelto), consistencia no adherible y no plástica, raíces muy escasas.

Caracterización química del suelo:

Las propiedades químicas se muestran en el Cuadro No. 1, se aprecia que el p^H es neutro.

CUADRO No. 1

Análisis de disponibilidad de P, K, Ca, Mg.†

	ppm		meq/100 ml de suelo		
p ^H	P	K	Ca	Mg	Ca/Mg
6.9	18	100	3.5	0.60	5.8/1

† Fuente: Análisis efectuado en laboratorios del ICTA.

B. Factores a evaluar:

Rendimiento de caña de azúcar en Ton/ha.

C. Niveles de Nutrimientos a evaluar se observan en el Cuadro No. 2.

CUADRO No. 2

Niveles de nutrimentos a evaluar.

Nutrimentos	Niveles de los Nutrimentos (kg/ha)			
	1	2	3	4
N	60	100	140	180
P ₂ O ₅	40	80	120	160
K ₂ O	60	100	140	180

D. Fuentes de Nutrientos:

Nitrógeno: UREA (46%)

Fósforo: TRIPLE SUPERFOSFATO (45% P_2O_5)

Potasio: MURIATO DE POTASIO (60% K_2O)

E. Diseño Experimental y Tratamientos:

Los tratamientos consisten en las diferentes combinaciones de los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio aplicados al suelo, los cuales se detallan en el Cuadro No. 3.

El diseño experimental es bloques al azar con cuatro repeticiones y el diseño de tratamientos es un factorial incompleto, dentro de la Matriz Plan Puebla I.

CUADRO No. 3

CANTIDADES DE FERTILIZANTES EN KG/HÁ Y KG/UNIDAD EXPERIMENTAL

TRATAMIENTO	N Kg/Ha	UREA Kg/72 M ²	P_2O_5 Kg/Ha	TSP Kg/72 M ²	K_2O Kg/Ha	KCL Kg/72 M ²
1	100	1.52	80	1.28	100	1.20
2	100	1.52	80	1.28	140	1.68
3	100	1.52	120	1.92	100	1.20
4	100	1.52	120	1.92	140	1.68
5	140	2.20	80	1.28	100	1.20
6	140	2.20	80	1.28	140	1.68
7	140	2.20	120	1.92	100	1.20
8	140	2.20	120	1.92	140	1.68
9	60	0.94	80	1.28	100	1.20
10	180	2.81	120	1.92	140	1.68
11	100	1.52	40	0.64	100	1.20
12	140	2.20	160	2.56	140	1.68
13	100	1.52	80	1.28	60	0.72
14	140	2.20	120	1.92	180	2.16
15	00	00	00	00	00	00

F. MODELO ESTADISTICO.

Para el análisis de varianza de los experimentos se utiliza el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + N_j + P_k + K_l + NP_{jk} + PK_{kl} + NPK_{jkl} + E_{ijkl}$$

$i = 1, 2, 3 \dots$ Bloques

$j = 1, 2, 3 \dots$ Niveles de Nitrógeno

$k = 1, 2, 3 \dots$ Niveles de Fósforo

$l = 1, 2, 3 \dots$ Niveles de Potasio

de donde:

- Y_{ijkl} = Variable de rendimiento de la $ijkl$ -ésima unidad experimental
= Efecto de la media general.
- B_i = Efecto del i -ésimo bloque
- N_j = Efecto del j -ésimo nivel de N
- P_k = Efecto del k -ésimo nivel de P
- K_l = Efecto del l -ésimo nivel de K
- NP_{jk} = Efecto de la interacción jk -ésimo del nivel de N y P
- NK_{jl} = Efecto de la interacción jl -ésimo del nivel N y K
- PK_{kl} = Efecto de la interacción kl -ésimo del nivel de P y K
- NPK_{jkl} = Efecto de la interacción jkl -ésimo nivel de N, P y K
- E_{ijkl} = Efecto del error experimental asociado a la $ijkl$ -ésimo nivel de las unidades experimentales.

G. MANEJO DEL CULTIVO:

Se seleccionaron dos lotes homogéneos en cuanto a pendiente, vegetación, color del suelo, humedad, distribuyendo los experimentos al azar.

El manejo de los experimentos se hace lo más uniforme posible en lo que se refiere a:

1. Preparación del Suelo:

La preparación consiste en una limpia, una aradura, un paso de rastra y el surqueado.

2. Siembra:

El método de siembra es de cadena doble con una distancia de surcos de 1.6

metros; sembrando la variedad B-4362 cuyas características se describen en el apéndice.

3. Resiembra:

Se procedió a resembrar en aquellos lugares que por alguna razón no germinó; a los 30 días después de la siembra.

4. Limpías:

El control de las malas hierbas se realizó por métodos manuales y químicos, en los primeros meses después de la siembra.

5. Fertilización:

El Fósforo y el Potasio se aplicó en el momento de la siembra y el Nitrógeno se fraccionó en tres aplicaciones en dos épocas:

EPOCA A: El nitrógeno fraccionarlo en tres aplicaciones así:

1/3 al momento de la siembra, 1/3 a los dos meses y el último tercio a los cuatro meses de la siembra.

EPOCA B: El Nitrógeno fraccionarlo en tres aplicaciones así:

1/3 al momento de la siembra, 1/3 a los tres meses y el último tercio a los seis meses de la siembra.

La distribución de la aplicación de los fertilizantes se resume en los cuadros No. 4 y 5.

PRIMER EXPERIMENTO

CUADRO No. 4

DISTRIBUCION DE LA APLICACION DE LOS FERTILIZANTES

N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
% de la cantidad total	tiempo días	% de la cantidad total	tiempo días	% de la cantidad total	tiempo días
33.3	e.s. +	100	e.s. +	100	e.s. +
33.3	60				
33.3	120				

+ = en la siembra

SEGUNDO EXPERIMENTO

CUADRO No. 5

DRISTIBUCION DE LA APLICACION DE FERTILIZANTES

N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
% de la cantidad total	tiempo días	% de la cantidad total	tiempo días	% de la cantidad total	tiempo días
33.3	e.s. ⁺	100	e.s. ⁺	100	e.s. ⁺
33.3	90				
33.3	180				

+ = en la siembra

H. TAMARO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL:

El área bruta para cada ensayo es de 4032 metros² y para los dos experimentos de 8064 metros² y el área neta para la toma de datos de rendimiento de 2150 metros² para los dos experimentos.

La unidad experimental para cada ensayo, consiste en tres surcos de 15 metros de largo, separados 1.6 metros, con un total de 72 metros².

Los dos experimentos se hicieron con el objeto de introducir otro factor que no fuese constante como lo es las diferentes épocas de aplicación del Nitrógeno, para que fuese de fácil análisis y de manejo.

I. TOMA DE DATOS

A los nueve meses después de la siembra en cada planta. En cada unidad experimental se eliminó los surcos laterales de 15 metros de largo y tres metros del surco central por efectos de bordes; se cosechó el surco central de 12 metros de largo. Cada unidad experimental se pesó individualmente anotando el rendimiento obtenido en Ton/ha.

J: ANALISIS DE RESULTADOS

- Cuadro de Andeva: para el experimento completo y para el factorial completo.

- Técnica de Yates: para calcular efectos mínimos significativos, se utiliza a partir de los rendimientos obtenidos.
- Análisis Económico: Dosis óptima Económica de Capital Limitado.
- Análisis de varianza combinada para determinar que época es la mejor.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Para la interpretación de los resultados de los dos experimentos se utiliza la siguiente metodología:

Análisis de varianza

Análisis económico

Análisis de varianza combinada

A. PRIMER EXPERIMENTO: (Epoca A)

1. Análisis de varianza:

CUADRO No. 6

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRIMERA EPOCA DE
APLICACION DE NITROGENO

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc. 0.05	Ft. 0.05
Bloques	3			
Tratamientos	14	9959.04	1.74 N.S	1.92
Error	42	5706.98		
Total	59			

N.S. = No significativo

Coefficiente de variación = 26%

En el cuadro No 6 se muestra el análisis de varianza correspondiente a la primera época de aplicación de Nitrógeno; se concluye que no existe significancia entre los tratamientos evaluados, al 5% de probabilidad.

Turrent (12), recomienda al no haber significancia de los tratamientos; que se deben usar niveles mínimos explorados de cada factor, que corresponde a los siguientes:

N = 60 Kg/ha
 $P_{2}O_{5}$ = 40 Kg/ha
 $K_{2}O$ = 60 Kg/ha

CUADRO No. 7

RENDIMIENTO PROMEDIO DE CAÑA DE AZUCAR EN TON/HA
 EN LA EPOCA A

No.	Tratamientos (Kg/ha)			Rendimientos Promedio de Caña Ton/Ha
	N	$P_{2}O_{5}$	$K_{2}O$	
1	100	80	100	90.08
2	100	80	140	68.42
3	100	120	100	75.52
4	100	120	140	66.52
5	140	80	100	59.78
6	140	80	140	75.52
7	140	120	100	72.38
8	140	120	140	51.85
9	60	80	100	65.04
10	180	120	140	48.77
11	100	40	100	76.59
12	140	160	140	70.55
13	100	80	60	84.22
14	140	120	180	72.15
15	00	00	00	51.61
EMS 5 %				N.S.

N.S. = No Significativo

En el Cuadro No. 7 se muestran los valores promedios de rendimientos de caña expresados en Ton/ha. Se observa que el rendimiento mayor es de 90.08 Ton/Ha de caña, correspondiente al tratamiento 100-80-100 Kg/Ha de $N-P_{2}O_{5}-K_{2}O$ respectivamente y el menor rendimiento es de 48.77 Ton/Ha de caña que corresponde al tratamiento 180-120-140 Kg/Ha de $N - P_{2}O_{5} - K_{2}O$, observándose una diferencia de 41.31 Ton/Ha de caña de azúcar; se puede apreciar que a dosis altas de Nitrógeno los rendimientos disminuyen.

CUADRO No. 8

ANALISIS ECONOMICO DEL EXPERIMENTO No. 1 (EPOCA A)

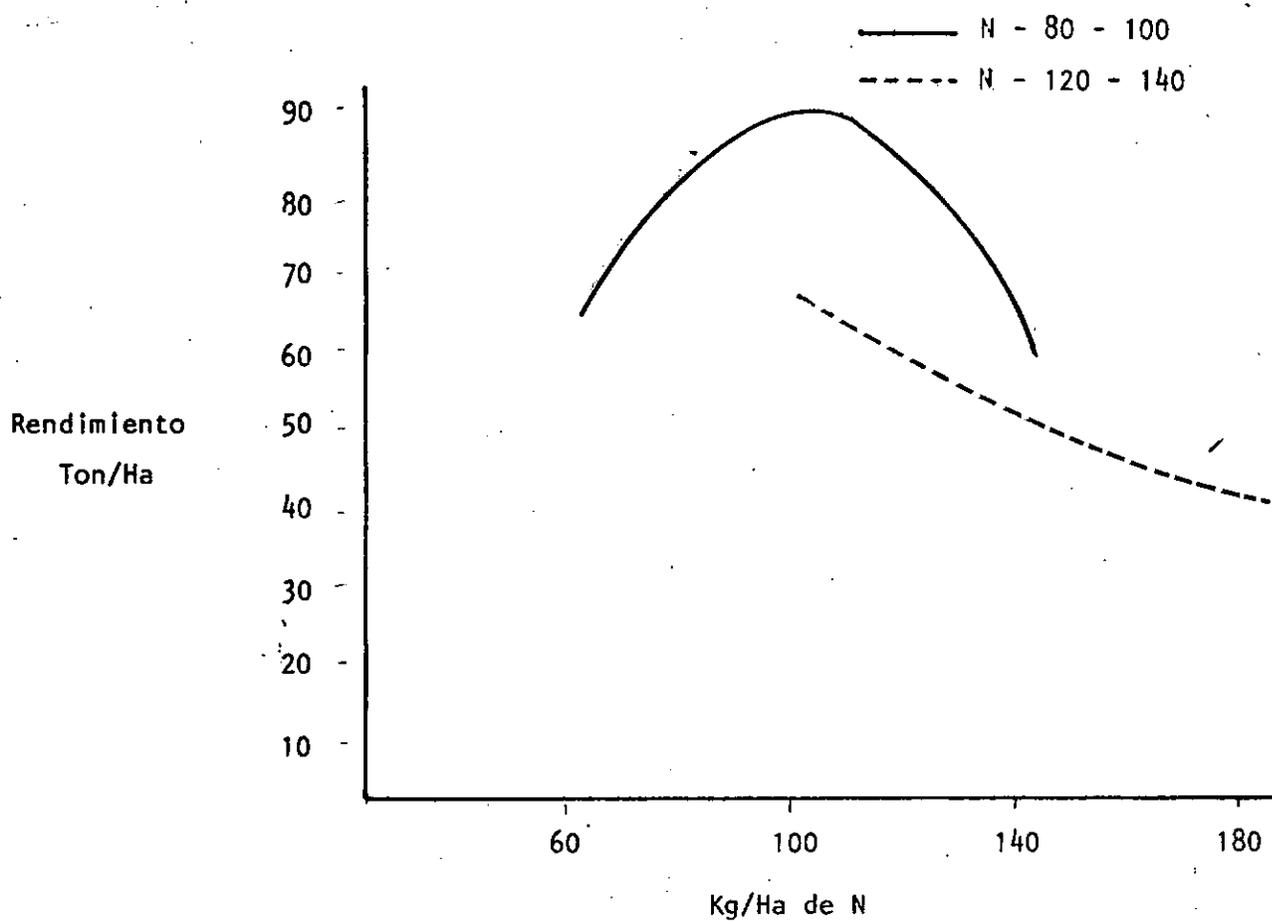
No.	Tratamiento (Kg/ha)			Ingreso Neto Q. /ha'
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	100	80	100	200.31
2	100	80	140	-160.59
3	100	120	100	- 73.69
4	100	120	140	-244.69
5	140	80	100	-306.19
6	140	80	140	-106.09
7	140	120	100	-172.79
8	140	120	140	-516.74
9	60	80	100	-123.29
10	180	120	140	-614.94
11	100	40	100	53.56
12	140	160	140	-281.84
13	100	80	60	148.41
14	140	120	180	-248.24
15	00	00	00	- 44.94

En base al cuadro No. 8 se analiza económicamente los tratamientos evaluados: Se observa que existe utilidad en los tratamientos 100-80-100, con un ingreso neto de Q.200.00, 100-40-100 con un ingreso neto de Q53.56 y 100-80-60 con un ingreso neto de Q.148.41; mientras que en los demás tratamientos se aprecian utilidades negativas, esto puede explicarse ya que el precio de la caña es de Q.15.00 la tonelada y comparándola con otros años se considera bajo, ya que el precio en esos años oscilaba entre Q18.00 a Q.22.00 la tonelada de caña.

Al comparar el testigo con los demás tratamientos que dan utilidades positivas, se observa que al aplicar fertilizantes si hay respuesta económica.

GRAFICA No. 1

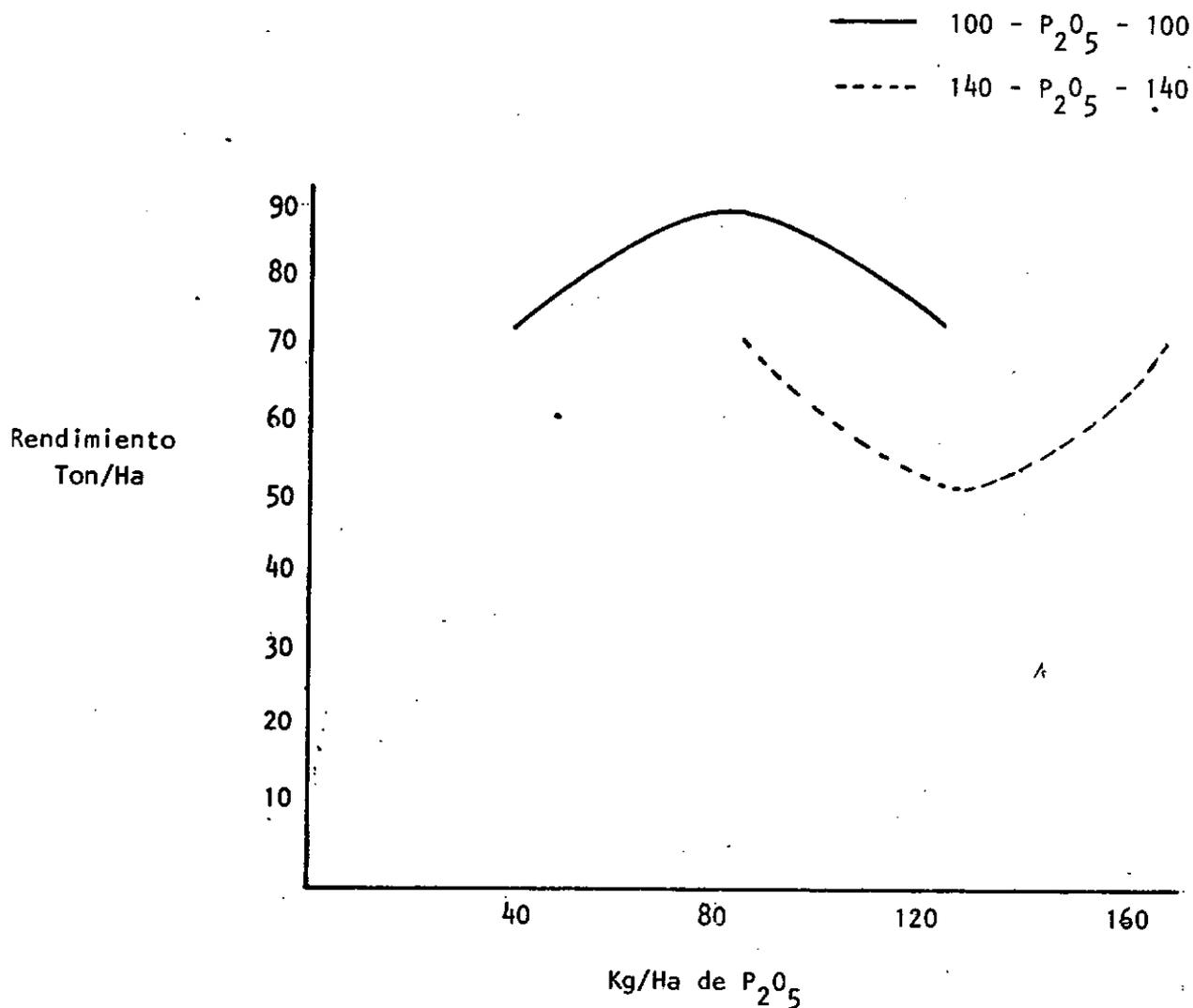
EFFECTO DE NIVELES DE N SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA
EN TON/HA



En la Gráfica No. 1 se puede apreciar que cuando se aplican 80 kg/Ha de P_2O_5 y 100 Kg/Ha de K_2O y cantidades crecientes de N, existe un mayor rendimiento cuando se aplican 100-80-100 Kg/Ha de N - P_2O_5 - K_2O y que al incrementar las dosis de N los rendimientos disminuyen, además se observa en la Gráfica N-120-140 Kg/Ha que al incrementar las cantidades mayores de 100 Kg/Ha de N decrecen los rendimientos de caña de azúcar.

GRAFICA No. 2

EFFECTO DE NIVELES DE P_2O_5 SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA
DE EPOCA A EN TON/HA

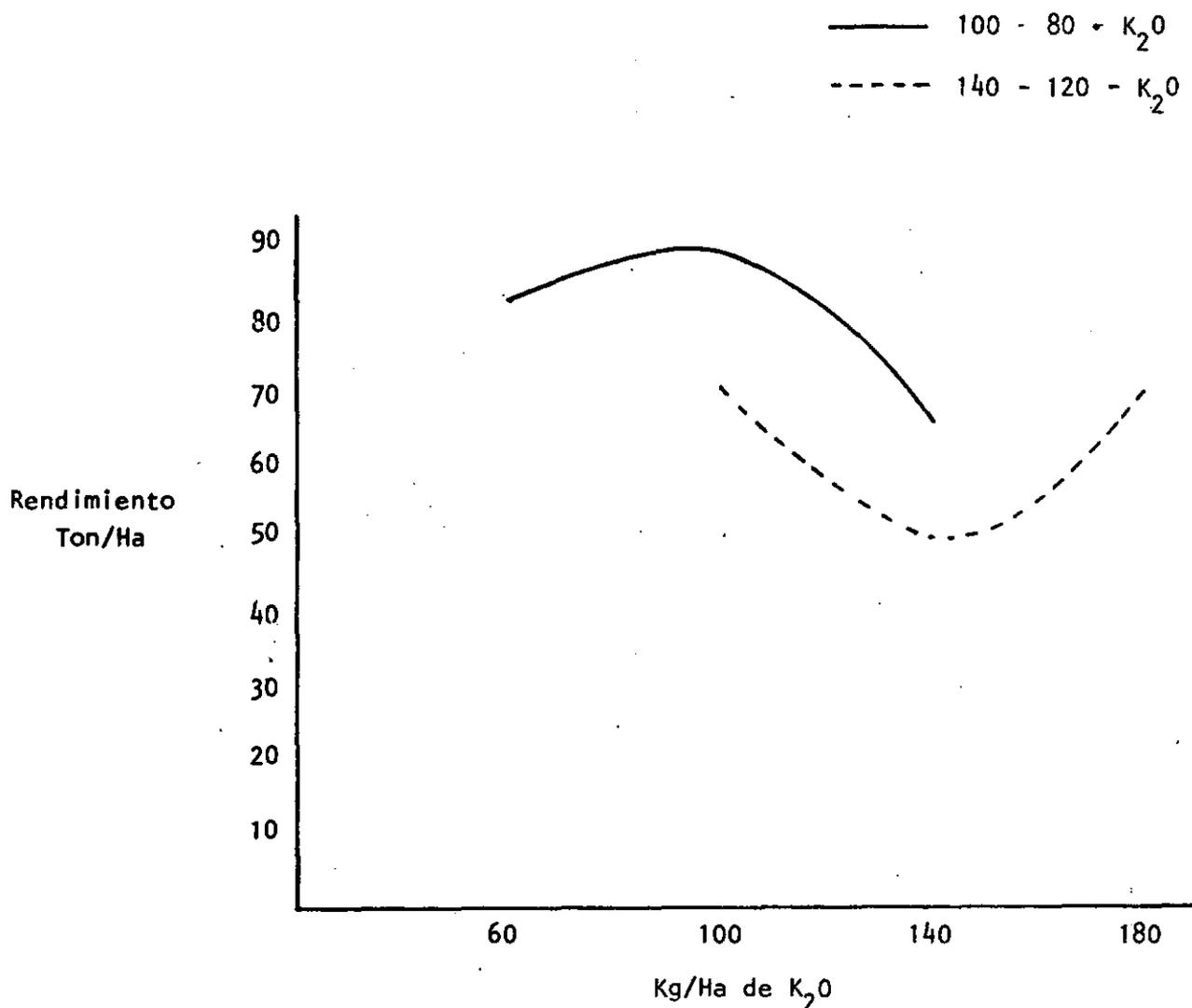


En la Gráfica No. 2 se aprecia que a cantidades crecientes de 40 a 80 Kg/ha de P_2O_5 combinado con N y K_2O en dosis de 100 y 100 Kg/ha, hay incremento en el rendimiento de caña y que dosis arriba de 80 Kg/ha tienden a disminuir el rendimiento.

En la Gráfica 140 - P_2O_5 - 140 Kg/ha se observa que dosis arriba de 120 Kg/ha de P_2O_5 tienden a aumentar los rendimientos, y que dosis menores de 120 Kg/ha de P_2O_5 disminuyen los rendimientos, esto concuerda con lo observado en la Gráfica No. 1.

GRAFICA No. 3

EFFECTO DE NIVELES DE K_2O SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA DE LA
EPOCA A EN TON/HA



En la Gráfica No. 3 se observa que dosis de 60 a 100 Kg/ha de K_2O combinado con dosis de 100 Kg/ha de N y 80 Kg/ha de P_2O_5 hay incremento en los rendimientos, observándose un decremento a medida que aumentan las cantidades de K_2O .

En la misma gráfica apreciamos que dosis arriba de 140 Kg/ha de K_2O tienden a aumentar los rendimientos y que dosis menores de 140 Kg/ha de K_2O disminuyen los rendimientos observándose la misma tendencia que en la Gráfica No. 2.

B. SEGUNDO EXPERIMENTO (Epoca B)

1. Análisis de varianza:

CUADRO No. 9

ANALISIS DE VARIANZA PARA SEGUNDA EPOCA DE APLICACION
DE NITROGENO

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fc 0.05	Ft 0.05
Bloques	3			
Tratamientos	14	11,428.37	5.46 (*)	1.92
Error	42	2,094.76		
Total	59			

(*) = Significancia al 5% de probabilidad

Coefficiente de variación = 18%

En el Cuadro No. 9 se puede apreciar el análisis de varianza correspondiente a la segunda época de aplicación del Nitrógeno, se determinó que existe efecto significativo entre los tratamientos evaluados al 5% de probabilidad.

Al compararse las medias de rendimiento usando la Técnica de Yates, se determinó que existe significancia al factor N y analizando económicamente, en el Cuadro No. 10 se aprecia que la mayor tasa de retorno de capital variable (TRCV), le corresponde al tratamiento No. 1. Se concluye entonces que la dosis óptima económica es de 100 kg/ha de N, 40 kg/ha de P_2O_5 y 60 kg/ha de K_2O , que le corresponden un costo de Q.130.00/ha de N, Q.55.56/ha de P_2O_5 y Q.54.00/ha de K_2O .

CUADRO No. 10

METODO AUTOMATICO DE YATES

No.	1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	TRATAMIENTOS Kg/Ha			NOTACION DE YATES	RENDIMIENTOS TOTALES (LBS)	METODO AUTOMATICO DE YATES EFT			EFM	RENDIMIENTO PROMEDIO (TON/HA).	COSTOS VARIABLES Q/TRAT.	ΔY (TON/HA)	ΔIN Q/ TON/HA	TRCV
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O											
1	100	80	100	(1)	969	2148	4464	7924	247.63	66.04	130.00	8.81	132.15	1.02*
2	100	80	140	(K)	1,179	2316	3460	352	22					
3	100	120	100	(P)	1,129	1676	268	276	17.25					
4	100	120	140	(PK)	1,187	1784	84	-492	-30.75					
5	140	80	100	(N)	732	210	168	-1004	-62.75*	51.19	182.00	-6.04	-90.6	-0.50
6	140	80	140	(NK)	944	58	108	-184	-11.50					
7	140	120	100	(NP)	956	212	-152	-60	- 3.75					
8	140	120	140	(NPK)	828	-128	-340	-188	-11.75					

* = Significancia (N)

$$EMS = Gl_e, 10\% \sqrt{\frac{CMe}{2^{k-2} r}} = 21,10\% \sqrt{\frac{2226.33}{8}} = 33.65 > EFM \quad (N.S.)$$

1. Kg/Ha
2. Rendimiento en Lbs.
7. El EFM resulta de la razón entre el tratamiento No. 1 de la Columna 6 entre $2^k r$ y los tratamientos del 2-8 entre $2^{k-1} r$.
8. Rendimiento en Ton/Ha.
10. ΔY = Rendimiento Trat./Rendimiento Testigo
11. $\Delta IN = Y \Delta Y$ = en donde Y es el valor de 1 Ton/caña = Q.15.00
12. TRCV = $\Delta IN/C.V.$

CUADRO No. 11

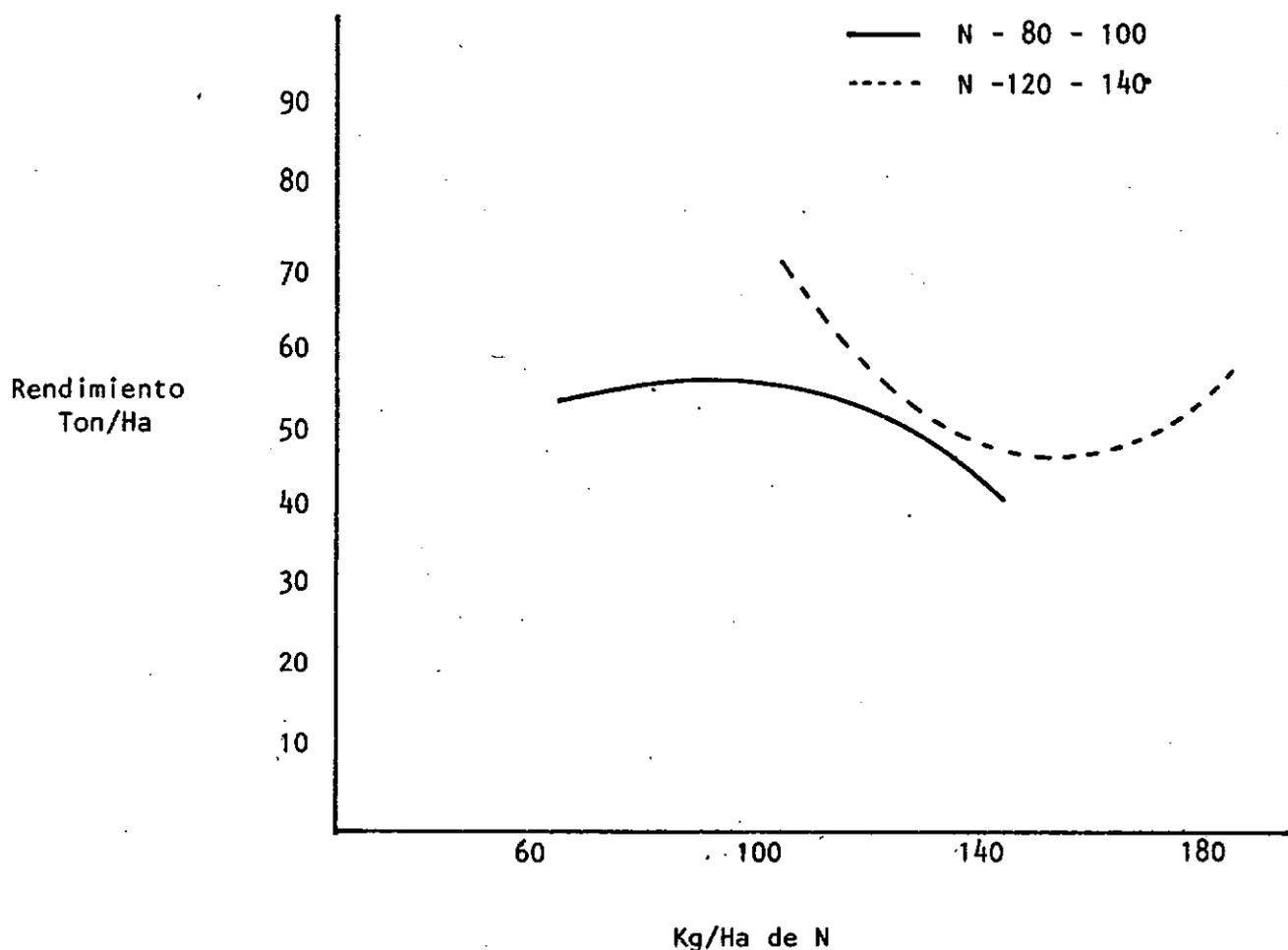
RENDIMIENTO PROMEDIO DE CAÑA DE AZUCAR EN TON/HA DE LA EPOCA B-

No.	TRATAMIENTOS (Kg/Ha)			RENDIMIENTO PROMEDIO DE CAÑA TON / HA
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	100	80	100	57.35
2	100	80	140	69.78
3	100	120	100	66.78
4	100	120	140	70.25
5	140	80	100	43.32
6	140	80	140	55.87
7	140	120	100	56.58
8	140	120	140	49.00
9	60	80	100	55.69
10	180	120	140	61.91
11	100	40	100	57.17
12	140	160	140	67.29
13	100	80	60	64.22
14	140	120	180	53.68
15	00	00	00	57.23

En el Cuadro No. 11 se presentan los rendimientos promedio de caña en Ton/Ha observándose que el mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento 100 - 120 - 140 Kg/Ha de N - P₂O₅ - K₂O con 70.25 Ton/Ha y el menor rendimiento es de 43.32 Ton/Ha de caña que corresponde al tratamiento 140 - 80 - 100 Kg/Ha de N - P₂O₅ - K₂O apreciándose una diferencia de 26.93 toneladas y al comparar el tratamiento con el máximo rendimiento, con el rendimiento del tratamiento testigo 00-00-00 de 57.23 Ton/Ha, se observa una diferencia de 13.03 Ton.

GRAFICA No. 4

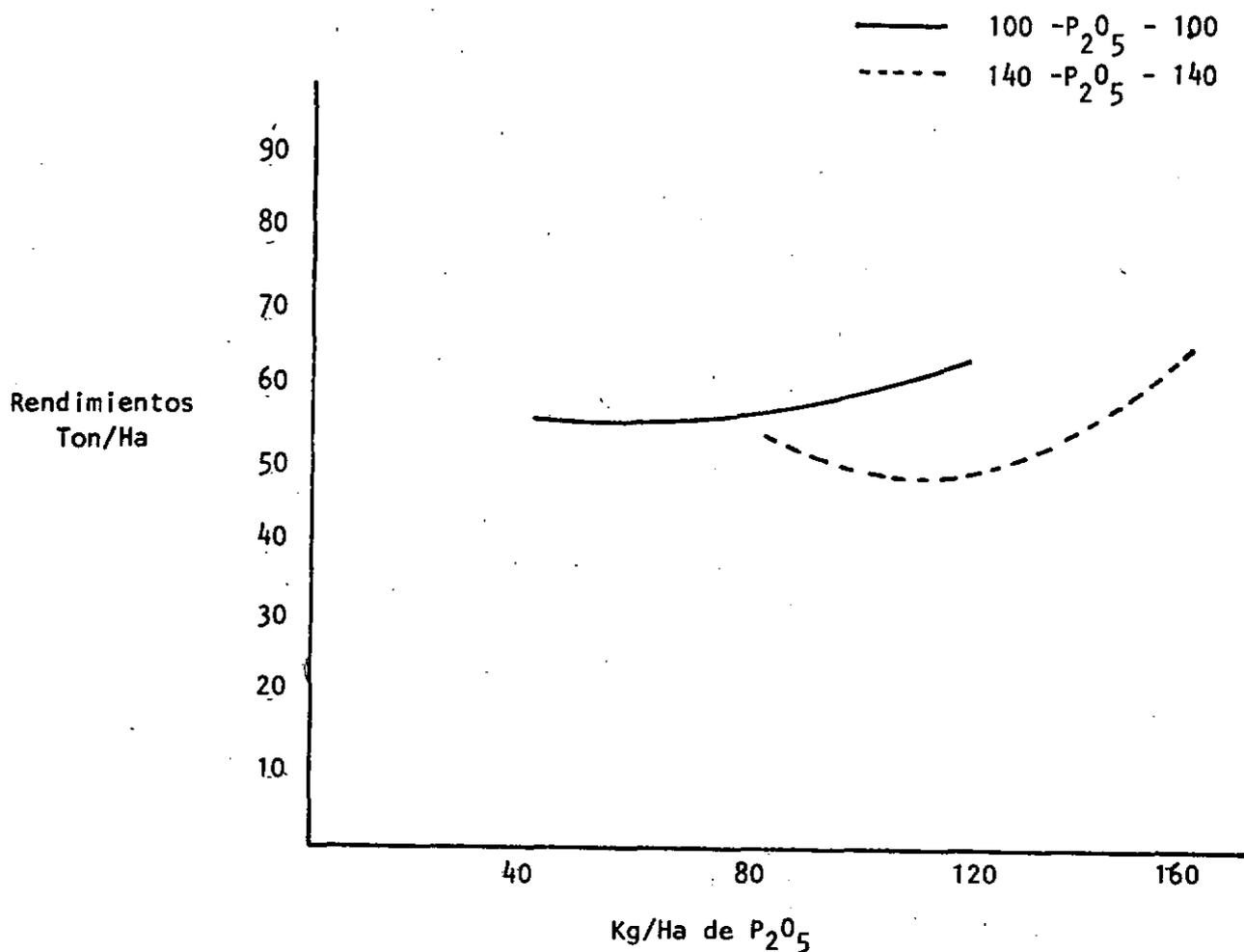
EFFECTO DE LOS NIVELES DE N SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA
DE EPOCA B EN TON/HA



Como se muestra en la Gráfica No. 4, se observa que con dosis de 60 a 100 Kg/ha de N combinado con dosis de 80 y 100 Kg/ha de P_2O_5 y K_2O_5 respectivamente, los rendimientos son similares, mientras que a medida que aumentan las cantidades de N, los rendimientos tienden a decrecer. En la misma gráfica se observa que dosis de 100 kg/ha de N y dosis de 180 Kg/ha de N aumentan los rendimientos, un efecto inverso se muestran cuando las dosis son de 140 Kg/ha de N que tienden a disminuir los rendimientos de caña.

GRAFICA No. 5

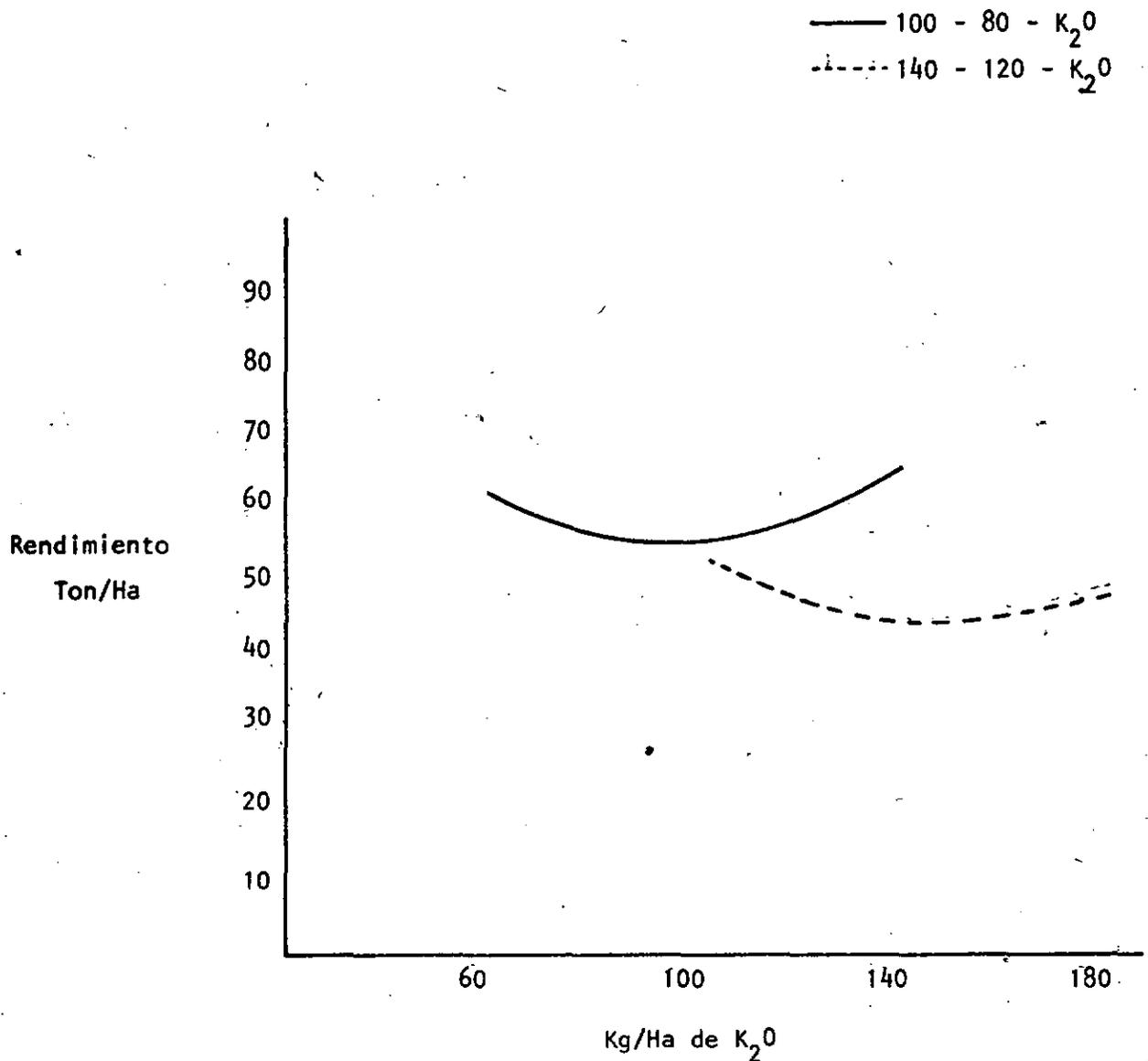
EFFECTO DE NIVELES DE P_2O_5 SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA
DE EPOCA B EN TON/HA



Como se puede apreciar en la Gráfica No. 5, hay incremento en el rendimiento al aumentar las cantidades de 40 a 120 Kg/ha de P_2O_5 combinado con 100 Kg/ha de N y 100 Kg/ha de K_2O . La misma tendencia se observa cuando se combina el P_2O_5 con dosis de 140 Kg/ha de N y 140 Kg/ha de K_2O .

GRAFICA No. 6

EFFECTO DE NIVELES DE K_2O SOBRE EL RENDIMIENTO DE CAÑA
DE EPOCA B EN TON/HA



En la Gráfica No. 6, se observa que cuando se aplican 100 - 80 - K_2O y 140 - 120 - K_2O Kg/Ha de N - $P_{25}O_5$ - K_2O , los rendimientos tienden a ser constantes, apreciándose un ligero aumento cuando las aplicaciones son de 100 - 80 - K_2O Kg/Ha de N - $P_{25}O_5$ - K_2O respectivamente.

ANALISIS ECONOMICO

Para establecer los costos se tomaron en cuenta los siguientes aspectos económicos.

100 libras de Urea	Q.17.00
100 libras de Triple Superfosfato	Q.18.00
100 libras de Muriato de Potasio	Q.15.00
Costo de aplicación 1 jornal/qq	Q. 3.46
Costo de Transporte	Q. 0.50
Valor de la Producción	Q:15.00/Ton

Para calcular los costos variables solamente se tomó en cuenta; valor de cada unidad de nutrimento que se muestran en el Cuadro No. 12.

CUADRO No. 12

COSTO EN Q/KG DE NUTRIMENTO

Nutrimento	Costo Unitario en Q./Kg
N	1.30
P ₂ O ₅	1.39
K ₂ O	0.90

3. DE LAS EPOCAS DE APLICACION

Los resultados después de practicar el análisis de varianza combinada se presentan en el Cuadro No. 13.

CUADRO No. 13

ANALISIS DE VARIANZA COMBINADA DE LAS EPOCAS
DE APLICACION DEL NITROGENO

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc. 0.05	Fc. 0.05
Bloques	7			
Epoas	1	39907.25	5.99*	3.98
Tratamientos	13	5436.59	1.27 N.S.	1.92
Epoas por Trat.	13	1688.32	0.27 N.S.	1.92
Error	78	6661.68		
Total	111			

* = Significancia al 5% de Probabilidad

N. S. = No significativo

Coefficientos de variación.

Como se puede apreciar en el cuadro No. 13 hay efecto significativo solamente en las épocas de aplicación, no habiendo significancia entre tratamientos, ni en las interacciones; al compararse las épocas de aplicación de Nitrogeno: Epoca A = 1029 Ton y Epoca B = 886.16 Toneladas contra un DMS = 79.99, resultó ser significativo y por dicha significancia la Epoca A es la más adecuada por tener un mayor rendimiento, cuadro No. 14

CUADRO No. 14

RENDIMIENTO POR EPOCAS DE APLICACION
DE NITROGENO

Epoca de Nitrogeno	Rendimiento/Ton. caña
A	1029
B	886.16
DMS	79.99 *

* = Significancia

VII: CONCLUSIONES

1. En la aplicación de los niveles de N - P_{205} - K_2O y las diferentes épocas de aplicación de Nitrógeno, si influyen en el rendimiento de caña, aceptándose la hipótesis planteada.
2. El N tiene un efecto positivo en dosis de 60 a 100 Kg/Ha, cuando se combina con niveles de 80 Kg/Ha de P_{205} y 100 Kg/Ha de K_2O y dosis mayores de 100 Kg/Ha tienen un efecto negativo con niveles de 120 Kg/Ha de P_{205} y 140 Kg/Ha de K_2O .
3. Dosis de 40 a 80 Kg/Ha de P_{205} tienden a aumentar la producción, combinado con dosis de 100 Kg/Ha de N y 100 Kg/Ha de K_2O y dosis de 120 Kg/Ha de P_{205} disminuyen los rendimientos cuando se combina con dosis altas de 140 Kg/Ha de N y 140 Kg/Ha de K_2O .
4. El K_2O tiende a aumentar los rendimientos en dosis de 60 a 100 Kg/Ha, combinado con 100 Kg/Ha de N y 80 Kg/Ha de P_{205} y tiene un efecto contrario en dosis mayores de 100 Kg/Ha cuando se le combina con dosis de 140 Kg/Ha de N y 120 Kg/Ha de P_{205} .
5. La época para aplicar fertilizantes resultó ser la época A para el N, y aplicar el total del Fósforo y el Potasio al momento de la siembra y el N fraccionarlo en tres aplicaciones así: 1/3 al momento de la siembra, 1/3 a los dos meses y el último tercio a los cuatro meses después de la siembra.
6. Las dosis de 100 Kg/Ha de N, 40 Kg/Ha de P_{205} y 60 Kg/Ha de K_2O , resultaron ser la Dosis Optima Económica para el cultivo de caña en esa área; con Q130.00 de N, Q.55.60 de P_{205} /Ha y Q.54.00/Ha de K_2O .

RECOMENDACIONES

1. Hacer aplicaciones de 100 Kg/Ha de N, 40 Kg/Ha de P_2O_5 y 60 Kg/Ha de K_2O en el cultivo de la caña de azúcar.
2. Fraccionar el N, en tres aplicaciones: 1/3 al momento de la siembra, 1/3 a los dos meses y el último tercio a los cuatro meses; el total del P_2O_5 y K_2O , aplicarlo al momento de la siembra.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ CAJAS, V. Determinación del Tamaño Optimo de Parcela Experimental en Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.) Bajo Condiciones de la Finca Bulbuxyá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 49 p.
2. BENITEZ CORONADO, J. F. Evaluación de la Respuesta de la Caña de Azúcar (Saccharum officinarum) a la fertilización con Nitrógeno. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1966 71 p.
3. FLORES AUCEDA, C.D. Estudio agrológico a nivel detallado de la Finca Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 116 p.
4. FLORES CACERES, S. Manual de Caña de Azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad, 1976. 171 p.
5. GEUS, J.G. De. Guide for Tropical and Subtropical Farmers, Zurich, Centro D'estude de l'azote, 1967. 238 p.
6. HERERRA DE LEON, E.M. Estudio de Introducción de Riego y Diseño del Sistema Factible para la Finca Bulbuxyá de la Facultad de Agronomía, USAC. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 80 p.
7. MARTINEZ GUTIERREZ, L.R. Ensayo de Fertilización en Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.) en suelos de la serie Alotenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 22 p.
8. MATHEU DE LEON, L. R. Ensayo de Fertilización en Caña de Azúcar (Saccharum officinarum) con Nitrogeno, Fósforo y Potasio. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1966. 44 p.

9. NAJERA CAAL, M. A. Respuesta de la Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.) a la Aplicación de 5 Niveles de NPK. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 78 p.
10. RAMIREZ, C.A. Respuesta de la Caña de Azúcar a la Fertilización Fosfórica, Interpretada con Base en Análisis del Tallo. Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1964. 38 p.
11. TOIT, J.L. Du. Report on Visit to Hawaii, Louisiana, Florida, Puerto Rico. s.d.e. 18 p.
12. TURRENT, F. A. El Método Gráfico Estadístico para la Interpretación Económica de Experimentos Conducidos con la Matriz Plan Puebla I. Chapingo, México Colegio de Post-Graduados, 1978. 45 p.

Vo Bo.
Olga M. Ramirez

A P E N D I C E

VIII. APENDICE

MATERIAL GENETICO

Flores S. (4), nombra esta variedad como originaria de Barbados w. l. cuyos progenitores son la B-37161 X POJ 2878.

Esta caña ha tomado carta de naturalización en varios países americanos, especialmente en regiones de buena precipitación pluvial, como las fincas de Mazatenango y San Antonio Suchitepéquez, altitudes desde la costa hasta 2,000 pies de altitud.

Es una caña de color verde grisáceo, de tallo mediano y hoja ancha, abundante macollo, rápido desarrollo, escasa floración y maduración media a tardía.

En aquellos suelo fértiles produce mayor tonelaje de campo y azúcar que la PPQK y 31172, sin embargo es susceptible a la enfermedad de la Raya Roja y Mancha de Ojo (4), y no se debe cultivar en terrenos de mal drenaje. Se ha recomendado propagarla en Ingenios hasta en un 40% de la superficie total.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

ING. AGR. CÉSAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O