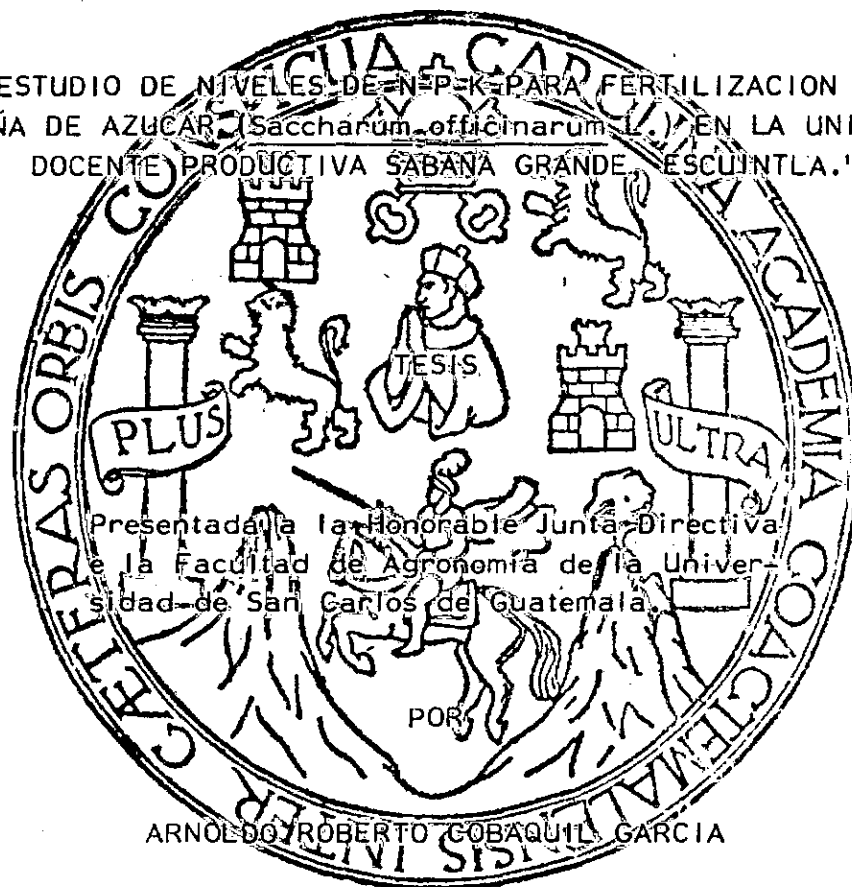


D. L.
01
T. (505)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"ESTUDIO DE NIVELES DE N-P-K PARA FERTILIZACION EN
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN LA UNIDAD
DOCENTE PRODUCTIVA SABANA GRANDE, ESCUINTLA."



ARNOLDO ROBERTO COBAQUIL GARCIA

En el Acto de Investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, ENERO DE 1984

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 I	Ing. Agr. Oscar René Leiva.
VOCAL II	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
VOCAL III	Ing. Agr. Rolando Lara A.
VOCAL IV	Prof. Héber Arana.
VOCAL V	Prof. Leonel A. Gómez L.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizures.

TRIBUNAL QUE REALIZO
EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Guillermo Peláez.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Salvador Castillo.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Héber Rodríguez.
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizures.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

19 de enero de 1984.

Referencia	
Asunto	

Ing. Agr. César Castañeda.
Decano de la
Facultad de Agronomía.

Señor Decano:

Atendiendo la designación que nos hiciera el decanato bajo el cargo del Dr. Antonio Sandoval, de manera atenta informamos a Ud. que hemos asesorado y revisado el trabajo de tesis del estudiante ARNOLDO ROBERTO COBAQUIL GARCIA, titulado: "ESTUDIO DE NIVELES DE N-P-K PARA FERTILIZACION EN CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN LA UNIDAD DOCENTE PRODUCTIVA SABANA GRANDE, ESCUINTLA".

Dicho trabajo, basado en el método científico, deja las bases para establecer otras investigaciones que coadyuvan al aumento de la productividad de la caña de azúcar y el desarrollo de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande.

Por lo anteriormente expuesto, el trabajo del Sr. Cobaquil García cumple con los requisitos que debe llenar una tesis de grado a nivel superior, y en consecuencia recomendamos que el mismo sea aprobado por el decanato a su cargo para su defensa y discusión que el autor debe sostener en el Examen General Público.

Sin otro particular, nos es grato suscribirnos del Sr. Decano con muestras de consideración y cordialidad.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. José Jesús Chonay P.
ASESOR

Ing. Agr. Salvador Castillo.
ASESOR.

Guatemala,
Enero de 1984.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de Tesis, titulado:

"ESTUDIO DE NIVELES DE N-P-K PARA FERTILIZACION EN
CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.) EN LA UNI-
DAD DOCENTE PRODUCTIVA SABANA GRANDE, ESCUINTLA."

Presentado como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,



A. ROBERTO COBAQUIL G.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS.

A la memoria de mi Madre:

CARMEN GARCIA M.

A mi Padre:

VICENTE COBAQUIL S.

A mis Hermanos:

MIGUEL ANGEL.

MARIA CELESTE.

MARINA BEATRIZ.

A mis hermanos políticos:

OLGA ESTELA.

LUIS ARTURO.

A LUIS EDUARDO.

A mis sobrinos.

A mi familia en general.

Al Sr. CARLOS DONADO y SRA.

A mis compañeros, en especial a:

ROLANDO CASTAÑEDA.

GREGORIO GARCIA.

MIGUEL FUENTES.

•

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA.

A Mi ciudad natal, QUETZALTENANGO.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

A EL INSTITUTO NORMAL PARA VARONES DE OCCIDENTE.

A LA COMUNIDAD AGRICOLA Y AGRONOMICA DE NUESTRO PAIS.

AGRADECIMIENTOS

A mis Asesores, Ingenieros Agrónomos: José Jesús Chonay y Salvador Castillo Orellana, por su acertada conducción, sugerencias, revisión y corrección del presente trabajo.

Al Programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con especial reconocimiento a los Ings. Agrs. Rodolfo Albizures y Fredy Hernández Ola.

Al Personal Técnico, Administrativo y de Campo, de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla.

Al P.A. Sergio Sandoval V. por su decidido apoyo moral y desinteresado.

A todas las personas que en una u otra forma, colaboraron e hicieron posible el desarrollo del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

	PAGINA
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE FIGURAS	iii
RESUMEN	v
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
III. HIPOTESIS	2
IV. REVISION DE LITERATURA	3
V. MATERIALES Y METODOS	7
A. Descripción del área experimental.	7
B. Factores a estudiar.	9
C. Características a evaluar.	14
D. Metodología Experimental.	14
i. Tamaño de la unidad experimental.	14
ii. Diseño experimental.	14
iii. Diseño de tratamientos.	14
iv. Modelos estadísticos.	14
1. Modelo estadístico, Diseño Experimental Bloques al Azar.	15
2. Análisis de varianza del Diseño Experimental Bloques al Azar.	16
2. Modelo Estadístico, Diseño Experimental Serie de Experimentos similares.	16
Análisis de Varianza Combinado del Diseño Experimental Serie de Experimentos Similares.	17
v. Separación de medias, Prueba de Tukey.	17
vi. Análisis Estadístico.	18
vii. Análisis Económico.	18
viii. Manejo del Experimento.	18
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	19
VII. CONCLUSIONES	66
VIII. RECOMENDACIONES	68
APENDICE	71
ANEXOS	74

LISTA DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro No. 1 Extracción de elementos por la caña de azúcar	4
Cuadro No. 2 Propiedades físicas y químicas de los suelos de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande	8
Cuadro No. 3 Niveles de N-P-K a evaluar en el estudio	9
Cuadro No. 4 Variación en el contenido de los nutrientes del suelo, Pante No. 1	10
Cuadro No. 5 Variación en el contenido de los nutrientes del suelo, Pante El Jocote.....	11
Cuadro No. 6 Variación en el contenido de los nutrientes del suelo, Pante Sto. Domingo.	12
Cuadro No. 7 Variación en el contenido de los nutrientes del suelo, Pante La Estación..	13
Cuadro No. 8 Niveles de fertilizantes a evaluar	15
Cuadro No. 9 Análisis de varianza del rendimiento de caña de azúcar, Pante No. 1	19
Cuadro No.10 Análisis de varianza del porcentaje de sacarosa, Pante No. 1	20
Cuadro No.11 Rendimiento promedio de caña de azúcar para el Pante No. 1	20
Cuadro No.12 Porcentaje promedio de sacarosa para el Pante No. 1.....	21
Cuadro No.13 Análisis de varianza del rendimiento de caña de azúcar, Pante el Jocote ..	28
Cuadro No.14 Análisis de varianza del porcentaje de sacarosa, Pante el Jocote	28
Cuadro No.15 Rendimiento promedio de caña de azúcar para el Pante el Jocote	29
Cuadro No.16 Porcentaje promedio de sacarosa para el Pante El Jocote	30
Cuadro No.17 Análisis de Varianza del rendimiento de caña de azúcar, Pante Sto. Domingo	37
Cuadro No.18 Análisis de varianza del porcentaje de sacarosa, Pante Sto. Domingo	37
Cuadro No.19 Rendimiento promedio de caña de azúcar para el Pante Sto. Domingo.....	38
Cuadro No.20 Porcentaje promedio de sacarosa para el Pante Santo Domingo	39
Cuadro No.21 Análisis de varianza del rendimiento de caña de azúcar, Pante La Estación.	46

Cuadro No.22	Análisis de varianza del porcentaje de sacarosa, Pante la Estación	46
Cuadro No.23	Rendimiento promedio de caña de azúcar para el Pante La Estación	46
Cuadro No.24	Porcentaje promedio de sacarosa para el Pante La Estación	47
Cuadro No.25	Análisis de varianza combinado del rendimiento de caña de azúcar en los cuatro Pantes	55
Cuadro No.26	Análisis de varianza combinado del porcentaje de sacarosa en los cuatro Pantes	55
Cuadro No.27	Rendimiento promedio total de caña de azúcar para los cuatro pantes	56
Cuadro No.28	Porcentaje promedio total de sacarosa para los cuatro pantes	57
Cuadro No.29	Datos de campo obtenidos para rendimiento en los cuatro pantes, con sus respectivas repeticiones, expresadas en ton/ha	75
Cuadro No.30	Datos de campo obtenidos para porcentaje de sacarosa en los cuatro pantes, con sus respectivas repeticiones en grados Brix.....	76

LISTA DE FIGURAS

		PAGINA
Figura No. 1	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1.....	22
Figura No. 2	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1	23
Figura No. 3	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1.....	24
Figura No. 4	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1	25
Figura No. 5	Efecto del potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1	26
Figura No. 6	Efecto del potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el pante No. 1.....	27
Figura No. 7	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante el Jocote	31
Figura No. 8	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante el Jocote	32
Figura No.9	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante el Jocote	33
Figura No.10	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante el Jocote	34
Figura No.11	Efecto del potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante el Jocote	35
Figura No.12	Efecto del potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante el Jocote	36
Figura No.13	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante Sto. Domingo	40
Figura No.14	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante Sto. Domingo	41

Figura No.15	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> Sto. Domingo	42
Figura No.16	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> Sto. Domingo	43
Figura No.17	Efecto del potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> Sto. Domingo	44
Figura No.18	Efecto del potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> Sto. Domingo	45
Figura No.19	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> la Estación	49
Figura No.20	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> la Estación	50
Figura No.21	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> la Estación	51
Figura No.22	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> la Estación	52
Figura No.23	Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> la Estación	53
Figura No.24	Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el <u>Pante</u> la Estación	54
Figura No.25	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los cuatro <u>Pantes</u>	58
Figura No.26	Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los cuatro <u>Pantes</u>	59
Figura No.27	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los <u>cuatro</u> <u>Pantes</u>	60
Figura No.28	Efecto del fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los cuatro <u>Pantes</u>	61
Figura No.29	Efecto del potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los <u>cuatro</u> <u>Pantes</u>	62
Figura No.30	Efecto del potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los <u>cuatro</u> <u>Pantes</u>	63

RESUMEN

El cultivo de la caña de azúcar, dentro del renglón agrícola representa importancia para la economía de Guatemala, porque constituye una de las principales fuentes de trabajo y de ingreso de divisas para el país.

Los objetivos del presente trabajo de investigación son, determinar la dosis óptima económica para fertilización y evaluar el efecto de los niveles de fertilización al suelo sobre dos edades de caña de azúcar.

El experimento fue conducido en la plantación comercial de caña de azúcar de la Unidad Docente productiva Sabana Grande, Escuintla. Los suelos de esta área pertenecen a la serie Alotenango con texturas franco-arenosas. Se utilizó como material experimental caña soca de la variedad Barbados 37172.

El ensayo se ubicó en dos diferentes localidades dentro de la plantación, tanto para caña de un año, como para caña de 3 años; con el Diseño Experimental, bloques al azar con tres repeticiones.

La unidad experimental estuvo constituida por cuatro surcos distanciados a 1.80 m. con un largo de 10.00 m., lo que hace un total de 72.00 m².

Se estudió el efecto de los niveles de N-P-K en cada una de las edades de la plantación y se evaluaron las características de rendimiento en peso de los tallos de caña de azúcar y porcentaje de sacarosa.

El diseño de tratamientos fue en base a la Matriz Experimental Plan Puebla y con los siguientes niveles de fertilizantes: Nitrógeno 6, 30, 60, 90 y 100 kg/ha; Fósforo 7, 40, 70, 100 y 130 kg/ha y Potasio 9, 60, 100, 150, 180 kg/ha.

En base a los resultados obtenidos, se concluye:

1. Las dosis de N-P-K evaluadas no causan efecto significativo al 5% de probabilidad sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa.
2. En lo que respecta al análisis de varianza combinado de edades de plántulas de caña de azúcar, no existe efecto significativo al 5% de probabilidad entre localidades.
3. En general, los niveles de los nutrimentos disponibles en los suelos de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, son bajos.

Al concluir el estudio se recomienda aplicar los niveles más bajos de los nutrimentos evaluados: 6 kg/ha de nitrógeno; 7 kg/ha de fósforo y 9 kg/ha de potasio.

Para próximos estudios con la metodología Plan Puebla, se recomienda estudiar los niveles por debajo de los nutrimentos evaluados.

En vista de que los nutrimentos N-P-K se mantuvieron bajos y la respuesta a la dosis no fue significativa se recomienda efectuar estudios de sorción de nutrimentos.

I. INTRODUCCION

El cultivo de la caña de azúcar dentro del renglón agrícola, representa importancia para la economía de Guatemala, porque constituye una de las principales fuentes de trabajo y de ingreso de divisas para el país.

En la actualidad, se estima que en el país se tiene un área cosechada de 99.5 miles de mz (69.65 miles de ha) y se procesan alrededor de 5,970.4 miles de toneladas de caña de azúcar anualmente (6).

Como producto elaborado, el azúcar de caña ocupa el tercer lugar, después del café y el algodón, dentro de los principales productos exportados con un valor de Q.81,431,791.00 en 1980 (7), lo que representa un 5.5% del total del renglón de productos exportados por nuestro país.

Los agricultores que se dedican al cultivo de la caña de azúcar, han afrontado problemas de carácter técnico y económico, por lo que los programas de investigación agrícola persiguen mejorar los rendimientos. El rendimiento está limitado por una serie de factores como fertilización, plagas, enfermedades, malezas y otros. Es necesario, entonces, contar con la información de estas variables.

Al respecto, Palencia (1), en su trabajo, menciona que "la confiabilidad de la información obtenida como resultado de la investigación agronómica, es consecuencia de la experimentación de carácter local, pues es evidente el riesgo que se corre al usar incondicionalmente la información de otros países".

Es conveniente agregar, que las respuestas indican que los resultados son influenciados directamente por las condiciones ecológicas del medio.

El cultivo de la caña de azúcar se constituye como el principal cultivo de explotación de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande. El presente trabajo persiguió realizar un estudio de niveles de N-P-K para la fertilización de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), con diferentes edades de plántulas, como base para la elaboración de un plan de fertilización. Lo anterior podrá servir de información para manejar esta explotación en forma técnica, para lograr elevar los rendimientos por unidad de área.

II. OBJETIVOS

General:

Evaluar niveles de N - P_2O_5 - K_2O en caña de azúcar, en plántulas de diferentes edades, como base para la elaboración de un plan de fertilización de caña de azúcar en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, Escuintla.

Específicos:

1. Determinar la dosis óptima económica para la fertilización de caña de azúcar.
2. Evaluar el efecto de los niveles de fertilización al suelo, sobre dos edades de caña de azúcar.
3. Determinar el requerimiento de nutrimentos en dos edades de plántulas de caña de azúcar.

III. HIPOTESIS

1. La dosis óptima económica se encuentra dentro de los niveles bajo estudio.
2. El rendimiento de caña de azúcar en toneladas por hectárea, está afectado por los niveles de N, P_2O_5 , K_2O a evaluar.
3. Los requerimientos nutricionales varían según la edad de la plantación.

IV. REVISION DE LITERATURA

En el campo de la investigación agrícola y en relación al cultivo de la caña de azúcar, varios autores exponen criterios que es necesario considerar:

Benitez (3), menciona que el cultivo de la caña de azúcar extrae grandes cantidades de nutrimentos de los suelos, cuando se explota en forma de monocultivo. El requisito primordial para evitar el agotamiento de un suelo y la obtención de una cosecha lucrativa, es contar con un programa de fertilización.

Bautista (2) y Monterroso (12), señalan en sus trabajos que "los suelos de la Finca Sabana Grande necesitan de el establecimiento de un plan de fertilización que mejore y conserve los niveles nutricionales existentes".

Ramos (16), cita que en la Finca Sabana Grande, en el cultivo de la caña de azúcar, "no ha existido nunca un programa lógico de fertilización. La práctica de fertilización se realiza de acuerdo a la experiencia del mayordomo y cuando se cuenta con los insumos necesarios y requeridos".

Flores S. (5) y Nájera C. (13), concuerdan al respecto, al mencionar que la caña de azúcar como planta C_4 es una de las mejores captadoras de energía solar y constituye una de las gramíneas mejores transformadoras de carbohidratos en azúcares y por lo tanto, posee una alta capacidad de absorción de nutrimentos primarios.

La absorción de nutrimentos por la caña de azúcar, se encuentra asociada a la fertilidad del suelo. En el Cuadro No. 1, se observa la información citada por Estrada V. (4) y Nájera (13), proveniente de varios investigadores y diferentes lugares donde se ha trabajado en caña de azúcar.

CUADRO No. 1. Extracción de Elementos por la Caña de Azúcar.

AUTOR/LUGAR	CANTIDAD DE CAÑA PRODUCIDA ton/ha.	NUTRIMENTOS EXTRAIDOS EN kg/ha		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Jacobos y Uexkül, Holanda.	50	34.00	23.00	68.00
Courey, Argentina.	75	168.00	70.00	336.00
De Geus, Campinas Brazil.	100	105.00	16.00	96.00
Samuels, Puerto Rico.	1	1.36	-----	-----
Humbert, Hawaii.	100*	12.70**	8.20**	35.23**

Fuentes: Estrada C. (4) y Nájera C. (13)

* En kg. de Azúcar/ha.

** Nutrientes en libras/ha.

La mayoría de las plantaciones de caña de azúcar en nuestro país, se encuentran en la vertiente sur del Pacífico, que según Holdrige pertenece a una zona subtropical y tropical húmeda. Se estima que más del 90% de los suelos tropicales se requiere de grandes aplicaciones de fósforo y los niveles de los nutrientes potasio, calcio, magnesio y azufre se reportan bajos. (9).

En cuanto al Nitrógeno, se ha logrado demostrar que este elemento es insuficiente en el suelo, debido a su dinámica y la mineralización rápida de la materia orgánica. (9).

La estación agrícola en Puerto Rico (citada por Matheu 10), ha determinado que la caña de azúcar responde favorablemente a la aplicación de abonos (fertilizantes); sin embargo, se observa que no existe ninguna relación entre fertilizante aplicado y el contenido de sacarosa.

Rojas (citado por Matheu 10), presentó un análisis en Oacalco del Instituto Tecnológico Azucarero Veracruzano, y mencionó respecto al nitrógeno, fósforo y potasio lo siguiente:

- a) El nitrógeno tiene efecto deprimente durante el período de maduración, en el contenido de azúcar. Las aplicaciones tardías de nitrógeno seguramente perjudican las formaciones de sacarosa.
- b) El potasio promueve la elaboración de azúcar en la caña de azúcar, durante el período de maduración, demostrando que una aplicación fuerte durante dicho período, promueve un aumento de sacarosa del 1%.
- c) El fósforo aumenta el contenido de potasio aunque en pequeñas cantidades, por razones del punto anterior, el fósforo también concentra la sacarosa.
- d) El índice de nitrógeno está muy ligado a la humedad, el potasio está influenciado por el fósforo y la humedad; el índice de fósforo está afectado por el potasio.

Ramírez, citado por Martínez 9), reporta interacción de fósforo sobre el nitrógeno, en cultivos de caña de azúcar y señala que cuando mayor es la dosis de fósforo aplicado, el nitrógeno es mejor asimilado por la caña de azúcar. Sin embargo, dicha interacción es reversible cuando el fósforo es sobre dosificado.

Jacob (citado por Matheu 10), insiste que la caña de azúcar tiene alta capacidad de absorber potasio y manifiesta su importancia en el incremento de peso de caña que correlaciona con un aumento de contenido de sacarosa.

Ullivari (citado por Benitez 3), en estudios sobre fertilización, observó que el nitrógeno es el principal nutrimento para el incremento de la producción de caña por hectárea.

Benitez (3), en su estudio realizado sobre la respuesta de la caña de azúcar a la aplicación de nitrógeno con niveles de 0, 100, 200, 300 y 400 kg/ha, con un nivel constante de 100 kg/ha de fósforo; concluye: se observó incrementos en el peso de caña de azúcar en relación directa a la dosis de nitrógeno, con un punto de inflexión en dosis iguales o mayores de los 300 kg. de nitrógeno por hectárea, la dosis óptima está entre el intervalo de 0 y 300 kg. de nitrógeno por hectárea.

Martínez (9) bajo condiciones de la Finca Sabana Grande evaluó niveles de nitrógeno (0, 60, 120 kg/ha); fósforo (0, 70, 140 kg/ha) y potasio (0, 80, 160 kg/ha); en caña no se observó respuesta de estos elementos, así como tampoco de sus interacciones.

Matheu (10), en la Finca Sabana Grande, evaluó niveles de nitrógeno (0, 100, 300 kg/ha); fósforo (0, 50, 100 kg/ha) y potasio (0, 50, 100 kg/ha); en caña de azúcar, variedad B-37172 se observó respuesta lineal a la aplicación de nitrógeno, pero la respuesta no es estadísticamente significativa a un nivel del 5% de probabilidad.

Nájera C. (13), siempre con caña de azúcar, evaluó niveles de nitrógeno (0, 60, 120, 180, 240 kg/ha) en las Fincas El Salto y Pantaleón en el Departamento de Escuintla; concluyó que en la Finca El Salto, el nitrógeno aumenta linealmente al rendimiento con dosis medias (120, 180 kg/ha) y bajas (60, 120 kg/ha) de fósforo y potasio. Mientras que en Pantaleón la función respuesta no manifestó significancia lineal para ninguno de los nutrimentos evaluados.

V. MATERIALES Y METODOS

A. Descripción del Area Experimental:

El estudio de niveles de N-P-K en caña de azúcar se condujo en el área de la plantación comercial del mismo cultivo, que se encuentra en la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, sobre la vertiente sur del Pacífico en jurisdicción del municipio de Escuintla, Departamento de Escuintla. Tal área es caracterizada por las siguientes condiciones ecológicas (2).

-Latitud	14° 23' Norte
-Longitud	90° 49' Oeste
-Altitud promedio	747 M.S.N.M.
-Temperatura Medial Anual	23.78 °C.
-Precipitación Anual	3,092.50 mm
-Zonificación Ecológica	Sub tropical muy húmeda

La Unidad Docente Productiva Sabana Grande cuenta con una extensión de 220.50 hectáreas.

Los suelos pertenecen a la serie Alotenango con texturas Franco-arenosas, fase ligeramente erosionada y permeables, según Simmons (17) y Perdomo R. (15).

Para las localidades donde se instaló el experimento, Perdomo (15), reporta las características de tipos de suelo y pendiente referidas en el Cuadro No. 2.

Los datos de campo y laboratorio de la Unidad Docente Productiva, están caracterizados por las propiedades físicas y químicas, anotadas en el Cuadro No. 2.

CUADRO No. 2. Propiedades Físicas y Químicas de los Suelos de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande

Nombre del Pante	Profundidad cm.	pH	P Microgramos/ml	K	Ca Meq/100 ml de suelo	Mg	Tipo	Pend.
Pante No. 1	0-25	6.1	12.50	203	5.37	0.96	Inclusiones Fnco. arenos	Simple-suave
	25-50	6.3	2.25	80	8.10	1.08	sas. Fnco. arcillo-arenosas y Fnco. arcillosas.	inferior 1 - 3 %
El Jocote	0-25	6.5	1.75	40	6.60	0.69	Inclusiones Fnco. arenos	Simple-suave
	25-50	6.5	1.75	22	6.12	0.69	sas. Fnco. arcillo-arenosas y Fnco. arcillosas.	inferior 1 - 3 %
Sto. Domingo	0-25	6.4	2.25	168	8.97	1.23	Inclusiones Fnco. arenos	Simple-suave
	25-50	6.3	1.75	68	8.73	1.14	sas. Fnco. arcilloaren. y Fnco. arc.	pendi. inferior 5 - 8 %
La Estación	0-25	6.3	2.00	84	7.14	1.30	Inclusiones Fnco. arenos	Compleja a nivel superior
	25-50	6.5	1.75	76	6.30	1.50		

Fuentes: Disciplina de Suelos, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) 1981-1982; Perdomo R. (15).

Los análisis físicos y químicos de las muestras de suelos, fueron realizadas por la Disciplina de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Se efectuaron dos muestreos de suelos; antes de efectuar las aplicaciones de los niveles de fertilizantes, resultados que se observan en el Cuadro No. 2. Posterior a evaluar los resultados de rendimiento y porcentaje de sacarosa, se efectuó un segundo muestreo de suelos en cada una de las parcelas experimentales, resultados contenidos en los Cuadros Nos. 4, 5, 6 y 7.

B. Factores a estudiar:

Entre los factores en estudio, se encuentran los elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio y las combinaciones de los cinco niveles de cada uno de los nutrimentos. La evaluación de tales niveles comprende la estimación del efecto de las dosis de fertilizantes en caña de soca, de la variedad B-37172 de las edades de uno y tres años. Este material genético, descrito por Flores (5), es originario de Barbados, W.I. y sus progenitores son la P0J.2878 (autofecundadas).

Cuadro No. 3. Niveles de N-P-K a evaluar en el Estudio

FACTOR	NIVELES EN kg/ha									
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
N	6	6	30	30	60	60	90	90	1 0 0	1 0 0
P	7	7	40	40	70	70	100	100	1 3 0	1 3 0
K	9	9	60	60	100	100	150	150	1 8 0	1 8 0

1 = caña de azúcar de 1 año.

2 = caña de azúcar de 3 años.

Fuentes de fertilizantes: Nitrógeno (N) Urea al 46%
 Fósforo (P_2O_5) Triple superfosfato (46%)
 Potasio (K_2O) Muriato de potasio (60%)

Cuadro No. 4. Variación en el Contenido de los Nutrientes del Suelo, Pante No. 1.

Muestra No.	Profundidad cm	pH	P Microgramos/ml	K	Ca Meq/100 ml de suelo	Mg
1	0 - 30	6.0	3.00	54	5.07	0.56
2	" "	5.9	3.00	54	4.32	0.38
3	" "	6.0	3.00	50	4.41	0.56
4	" "	5.5	0.83	29	5.57	0.53
5	" "	6.0	0.83	36	5.07	0.49
6	" "	6.2	0.83	31	5.90	0.53
7	" "	5.9	0.83	43	4.61	0.38
8	" "	5.9	0.83	54	5.07	0.38
9	" "	5.9	2.08	63	3.66	0.29
10	" "	6.4	0.83	78	5.78	0.56
11	" "	6.9	0.83	70	5.57	0.44
12	" "	6.4	0.83	50	4.99	0.46
13	" "	6.1	0.83	70	6.03	0.49
14	" "	6.5	2.08	79	6.03	0.67
15	" "	5.9	3.00	128	4.24	0.33
Promedio		6.1	1.58	59.26	5.09	0.43

Edad del Cultivo: 4 años.

Fecha del muestreo: 9 de marzo de 1983.

Fuente: Disciplina de Suelos, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. (ICTA).

Cuadro No. 5. Variación en el Contenido de los Nutrientes del Suelo, Pante El Jocote.

Muestra No.	Profundidad cm	pH	P Microgramos /ml	K /ml	Ca Meq/100 ml de suelo	Mg
1	0-30	6.2	0.83	33	11.46	1.01
2	" "	6.2	0.83	33	10.98	0.92
3	" "	6.5	3.00	24	10.98	1.01
4	" "	6.5	4.17	42	11.85	1.14
5	" "	6.6	4.17	25	12.96	1.30
6	" "	6.5	5.00	33	12.72	1.20
7	" "	6.5	4.17	35	10.98	0.94
8	" "	6.7	4.17	43	10.71	0.94
9	" "	6.2	4.17	24	8.40	0.85
10	" "	6.8	2.08	36	10.71	1.04
11	" "	6.2	3.00	31	9.84	
12	" "	6.2	3.00	39	10.35	
13	" "	6.2	3.00	31	9.84	
14	" "	6.2	3.00	48	10.71	
15	" "	6.2	3.00	33	9.84	
Promedio		6.3	3.17	34	10.82	1.03

Edad del cultivo: 2 años.

Fecha del muestreo: 2 de marzo de 1983.

Fuente: Disciplina de Suelos, Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Cuadro No. 6. Variación en el Contenido de los Nutrientes del Suelo, Pante Santo Domingo.

Muestra No.	Profundidad cm	pH	P Microgramos/ml	K	Ca Meq/ 100 ml	Mg de suelo
1	0-30	6.2	4.17	163	9.48	0.92
2	" "	6.2	4.17	210	9.84	0.85
3	" "	7.2	4.17	215	7.48	0.67
4	" "	6.5	5.00	128	7.73	0.70
5	" "	6.4	3.00	82	9.21	0.89
6	" "	6.5	3.00	145	10.35	1.14
7	" "	6.2	4.17	163	9.84	0.94
8	" "	6.0	0.83	112	8.27	0.82
9	" "	6.0	0.83	132	8.06	0.89
10	" "	6.1	0.83	126	10.11	1.01
11	" "	6.4	0.83	360	7.48	0.79
12	" "	5.9	3.00	123	7.86	0.70
13	" "	6.2	3.00	103	9.84	1.04
14	" "	6.0	5.00	70	9.21	0.89
15	" "	6.0	9.75	190	7.86	0.89
Promedio		6.2	3.45	154	8.19	0.88

Edad del cultivo: 4 años.

Fecha del muestreo: 9 de marzo de 1983.

Fuente: Disciplina de Suelos, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Cuadro No. 7. Variación en el Contenido de los Nutrientes del Suelo, Pante La Estación.

Muestra No.	Profundidad cm	pH	P Microgramos/ml	K	Ca Meq/100 ml de suelo	Mg
1	0-30	6.4	4.17	128	10.71	3.12
2	" "	6.2	3.00	90	9.48	2.63
3	" "	6.5	0.83	82	8.40	2.75
4	" "	6.2	0.83	97	10.11	2.71
5	" "	6.5	3.00	73	9.48	2.56
6	" "	6.4	3.00	128	9.84	2.67
7	" "	6.4	4.17	63	7.40	1.92
8	" "	6.3	6.25	62	10.35	2.92
9	" "	6.5	3.00	84	11.22	3.33
10	" "	6.5	4.17	79	10.98	2.92
11	" "	6.5	4.17	70	10.71	2.92
12	" "	6.5	2.08	88	11.22	3.60
13	" "	6.6	2.08	58	10.35	3.33
14	" "	6.6	0.83	48	10.11	2.35
15	" "	6.5	2.08	84	10.11	2.67
Promedio	" "	6.4	2.90	88.17	9.38	2.83

Edad del cultivo: 2 años.

Fecha del muestreo: 9 de marzo de 1983.

Fuente: Disciplina de Suelos, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

C. Características a evaluar:

Para estimar el resultado de la investigación, las características a evaluar son:

- Rendimiento en peso de los tallos de caña de azúcar, de cada unidad experimental, expresado en ton/ha.
- Porcentaje de sacarosa de cada unidad experimental expresado en grados Brix.
- Efecto de los niveles de N-P-K sobre las edades de 1 y 3 años en caña de azúcar.

D. Metodología Experimental:

i. Tamaño de la Unidad Experimental:

Las unidades experimentales están constituidas de 4 surcos de ancho, distanciados entre sí a 1.80 m. con un largo de 10.00 m., lo que hace un total de 72.00 m² de área bruta.

Para la evaluación de los resultados se tomó los dos surcos centrales con una longitud de 8.0 m., lo que hace un total de 28.80 m² de área neta.

ii. Diseño Experimental:

Como diseño experimental se utilizó un Bloques al Azar con tres repeticiones. Para evaluar la respuesta de los diferentes niveles de nutrimentos y su efecto de acuerdo a la edad del cultivo, dos ensayos se montaron en caña de 1 año de edad y dos ensayos de en caña de 3 años de edad.

iii. Diseño de Tratamientos:

Para el diseño de los tratamientos se utilizó la Matriz Experimental Plan Puebla III, que es un factorial incompleto. La lista de los tratamientos se refiere en el Cuadro No. 4.

iv. Modelo Estadístico:

Para la evaluación de las variables bajo estudio, fueron utilizados los siguientes diseños, cuyos respectivos modelos estadísticos y análisis de varianza (ANDEVA), se citan a continuación.

Cuadro No. 8. Niveles de Nutrientos a Evaluar.

TRATAMIENTO No.	N kg/ha	P 2 O 5 kg/ha	K 2 O kg/ha
1	30	40	60
2	30	40	150
3	30	100	60
4	30	100	150
5	90	40	60
6	90	40	150
7	90	100	60
8	90	100	150
9	60	70	100
10	6	7	9
11	100	100	150
12	30	7	60
13	100	130	180
14	30	40	9
15	90	100	180

1. Modelo Estadístico Diseño, Experimental Bloques al Azar:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, r \end{array}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental.

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Error experimental del ij-ésima unidad experimental

Análisis de Varianza, Diseño Experimental Bloques al Azar

ANDEVA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Bloques	$r - 1$	$\sum_{j=1}^r \frac{Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	$\frac{S C B}{G L B}$	
Tratamientos	$t - 1$	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_{i.}^2}{n} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	$\frac{S C t}{G L t}$	$\frac{C M T}{C M E}$
Error	$(r-1)(t-1)$	$SCT - SCB - SCT$	$\frac{S C E}{G L E}$	
Total	$tr-1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

2. Modelo Estadístico, Diseño Experimental Serie de Experimentos Similares:

$$Y_{ijk} = \mu + \pi_i + \beta_{ij} + \tau_k + (\pi\tau)_{ik} + e_{ijk} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, q \\ j = 1, 2, 3, \dots, r \\ k = 1, 2, 3, \dots, t \end{array}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor de la característica en estudio, observada en la localidad i , en el bloque j y con el k tratamiento.

μ = Efecto común a todas las observaciones.

π_i = Efecto de la i -ésima localidad.

τ_k = Efecto del k -ésimo tratamiento.

β_{ij} = Efecto del j -ésimo bloque dentro de la localidad i .

$(\pi\tau)_{ik}$ = Efecto de interacción entre el tratamiento k y la localidad i .

e_{ijk} = Error de observación sobre la unidad experimental (ijk)

Análisis de Varianza, Diseño Experimental Serie de Experimentos Similares

ANDEVA

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F. C.
Localidad (Loc)	q - 1	1 S C L	C M L	
Bloques dentro de localidades	q (r-1)	2 SCBDL	CMBDL	
Tratamientos (Trat)	t - 1	3 C C T	C M T	$\frac{C M T}{CME} = S^2$
(Loc) x (Trat)	(t-1) (q-1)	4 SCTxL	CMTxL	$\frac{CMTxL}{CME}$
Error	q(r-1)(t-1)	5 S C E	CME=S ²	
Total	rtq-1	$\sum_{i,j,k} Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{rtq}$		

$$\begin{aligned}
 1 &= \sum_{i=1}^q \frac{Y_{i...}^2}{rt} - \frac{Y_{...}^2}{rtq} \\
 2 &= \sum_{i,j} \frac{Y_{ij}^2}{t} - \frac{Y^2}{rtq} - \sum_{i=1}^q \frac{Y_{i...}^2}{rt} \\
 3 &= \sum_{h=1}^t \frac{Y_{...h}^2}{rq} - \frac{Y^2}{rtq} \\
 4 &= \sum_{i,h} \frac{Y_{ih}^2}{r} - \sum_{i=1}^q \frac{Y_{i...}^2}{rt} - \sum_{h=1}^t \frac{Y_{...h}^2}{rq} - \frac{Y^2}{rtq} \\
 5 &= \sum_{i,j,k} \frac{Y_{ijk}^2}{r} - \frac{Y^2}{rtq} - SCL - SCBL - SCT - SCT * L
 \end{aligned}$$

v. Separación de Medias, Prueba de TUKEY

$$W = q(p, GLE) \alpha + S_x$$

Donde:

q = Valor que aparece en tablas de Tukey.

GLE = Grados de libertad del error.

S_x = Error Standard.

r = No. de repeticiones.

$$S_x = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

vi. Análisis Estadístico:

Para evaluar la respuesta de los diferentes niveles, se procedió de acuerdo a los modelos estadísticos, efectuándose un análisis de varianza para cada una de las variables a estudiar. Para la separación de medias se usó la prueba de Tukey con un 10% de significancia.

vii. Análisis Económico:

La determinación de la dosis óptima económica para capital limitado (DOECL), se hizo en base al método gráfico y matemático de acuerdo a la metodología de la Matriz Experimental Plan Puebla III.

viii. Manejo del Experimento:

El experimento fue manejado de acuerdo a las prácticas culturales que se efectúan en la región. Tales prácticas consisten en el desbasurado, las limpias y el control de malezas. La aplicación de fertilizantes se efectuó en la forma siguiente: La primera aplicación de fertilizantes se efectuó a los 90 días después del corte de la caña aplicando un 50% de la dosis de Nitrógeno, 100% de Fósforo y de Potasio. La segunda aplicación se efectuó a los 25 días después de efectuada la primera, aplicando el 50% restante de fertilizante nitrogenado.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

El análisis e interpretación de los resultados se discute de la siguiente forma:

Análisis de Varianza de rendimiento y porcentaje de sacarosa, evaluadas para los Pantes No. 1, El Jocote, Santo Domingo y La Estación.

Análisis de Varianza, combinado para los cuatro pantes.

PANTE No. 1

Cuadro No. 9. Análisis de Varianza del Rendimiento de Caña de Azúcar en ton/ha, Pante No. 1.

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.	F. C.	F.	T.
				0.05	0.01
• Bloques	2	1340.86	9.61**	3.34	2.50
Tratamientos	14	78.93	0.566 NS	2.06	1.77
Error	28	139.49			
Total	44				

N S = No significativo al 5% de probabilidad

C.V. = 29%

C. V. = Coeficiente de variación.

* * = Significativo al 1% de probabilidad.

De acuerdo al Cuadro No. 9, se observa que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad por efecto de los tratamientos evaluados.

El Coeficiente de Variación es de 29%.

Cuadro No. 10. Análisis de Varianza del Porcentaje de Sacarosa, Pante No. 1.

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.	F. C.	F.	T.
				0.05	0.01
Bloques	2	3.65	1.61 NS	3.34	2.50
Tratamientos	14	1.52	0.67 NS	2.06	1.77
Error	28	2.26			
Total	44				

N S = No significativo al 5% de probabilidad. C.V. = 7%
C. V.= Coeficiente de variación.

El Cuadro No. 10, muestra el análisis de varianza, en donde no existe efecto significativo al 5% de probabilidad para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación es de 7%.

Cuadro No. 11. Rendimiento Promedio de Caña de Azúcar en ton/ha para el Pante No. 1.

Tratamientos en kg/ha				Rendimiento	Ingreso Neto
No.	N	P 205	K 20	ton/ha	Q.
1	30	40	60	37.14	392.10
2	30	40	150	37.66	267.60
3	30	100	60	40.14	339.90
4	30	100	150	45.03	316.95
5	90	40	60	42.88	406.20
6	90	40	150	43.46	318.60
7	90	100	60	36.93	219.65
8	90	100	150	42.93	213.45
9	60	70	100	48.19	430.45
10	6	7	9	49.35	712.08
11	100	100	150	36.61	106.65
12	30	7	60	29.25	327.21
13	100	130	180	37.09	33.15
14	30	40	9	41.72	515.37
15	90	100	180	42.46	174.30
D.S.H. al 10%				N S	

D.S.H. = Prueba de Tukey.
N. S. = No significativo.

En el Cuadro No. 11, se observa que cuando se aplica el tratamiento 6 - 7 - 9 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, se obtiene el mayor rendimiento promedio que es de 49.35 toneladas por hectárea, con un ingreso neto de Q.712.08 y el menor rendimiento se obtiene con el tratamiento 30 - 7 - 60 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, con un rendimiento promedio de 29.25 toneladas por hectárea con un ingreso neto de Q.327.21.

Con la variación de la dosis de potasio, no existe mayor diferencia del rendimiento promedio de caña de azúcar; pero en las dosis crecientes de nitrógeno y fósforo, se observan incrementos de rendimientos de caña de azúcar en toneladas por hectárea.

Cuadro No. 12. Porcentaje Promedio de Sacarosa en Grados Brix, para el Pante No. 1.

Tratamientos en kg/ha				Sacarosa
No.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	%
1	30	40	60	22.50
2	30	40	150	22.08
3	30	100	60	21.58
4	30	100	150	21.00
5	90	40	60	20.83
6	90	40	150	21.75
7	90	100	60	20.33
8	90	100	150	20.92
9	60	70	100	21.33
10	6	7	9	21.75
11	100	100	150	20.92
12	30	7	60	20.25
13	100	130	180	20.50
14	30	40	9	20.00
15	90	100	180	21.25
D.S.H. al 10%				N S

D.S.H. = Prueba de Tukey.

N. S. = No significativo.

El Cuadro No. 12, muestra el porcentaje promedio de sacarosa obtenido con los diferentes tratamientos de N-P₂O₅-K₂O evaluados en dicha localidad, expresados en grados Brix. Se observa que con el tratamiento 30-40-60 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, se obtiene el mayor porcentaje promedio de sacarosa, que es de 22.50%. El menor porcentaje promedio de sacarosa corresponde al tratamiento 30-40-9 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, con el 20.00%.

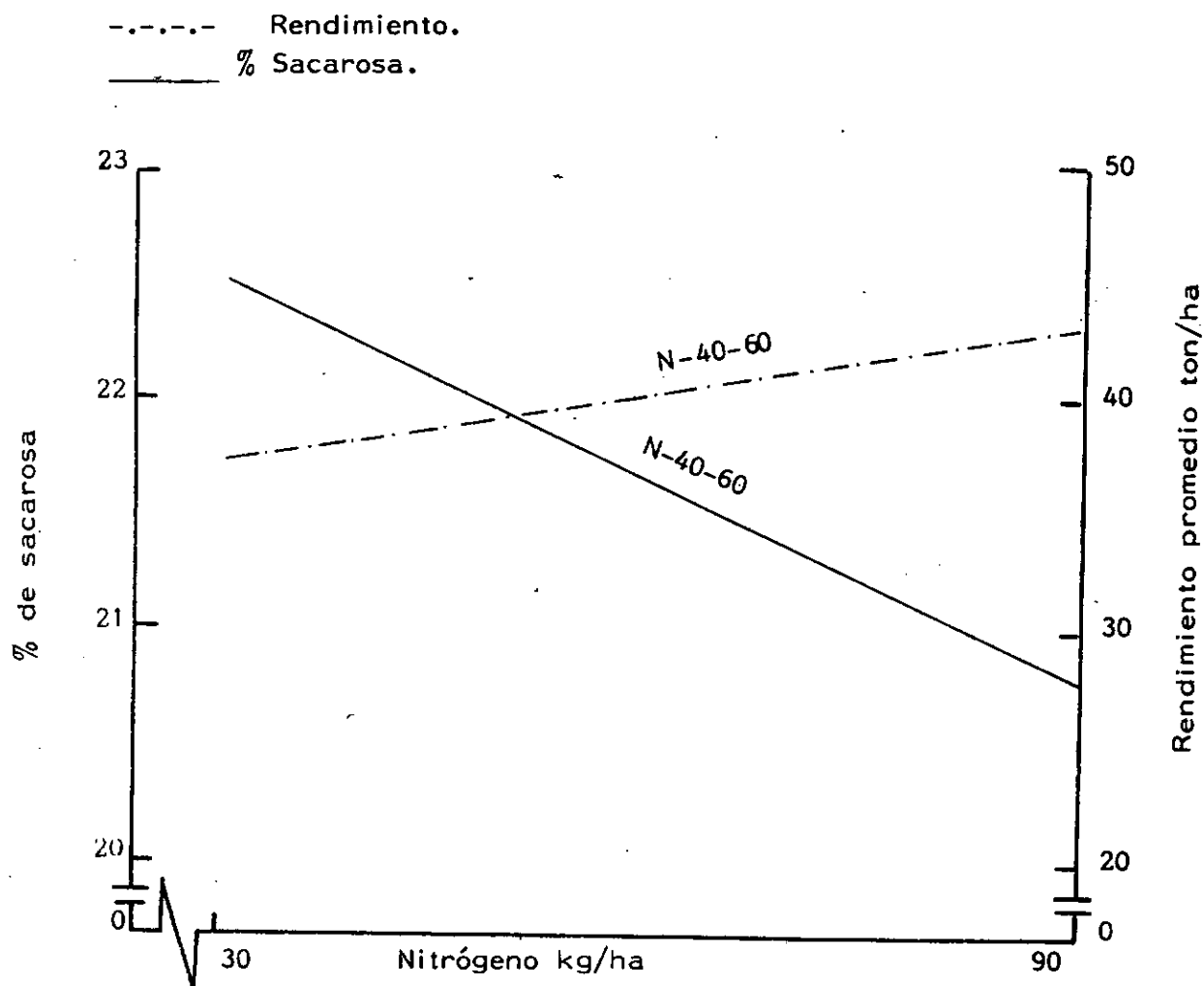


Figura No. 1. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el pante No. 1.

En la figura No. 1, se observa que con la dosis de N - 40 - 60, a medida que se incrementa la dosis de nitrógeno, el rendimiento promedio de caña de azúcar se incrementa, mientras que el porcentaje promedio de sacarosa disminuye.

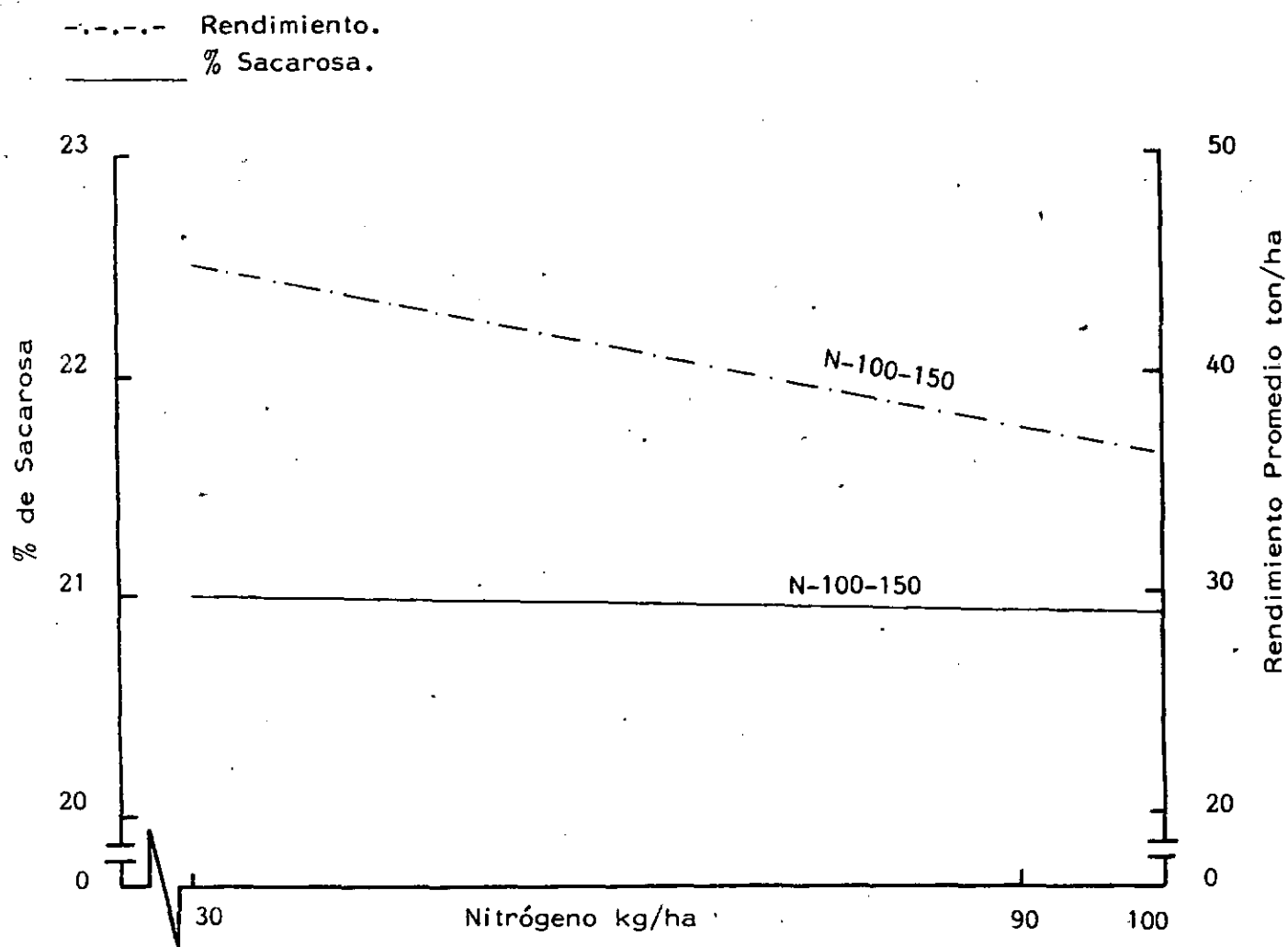


Figura No. 2. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1.

Con dosis N-100-150 en la figura No. 2, el rendimiento promedio de caña de azúcar disminuye al incrementarse la dosis de Nitrógeno, mientras que el porcentaje promedio de sacarosa se mantiene estable.

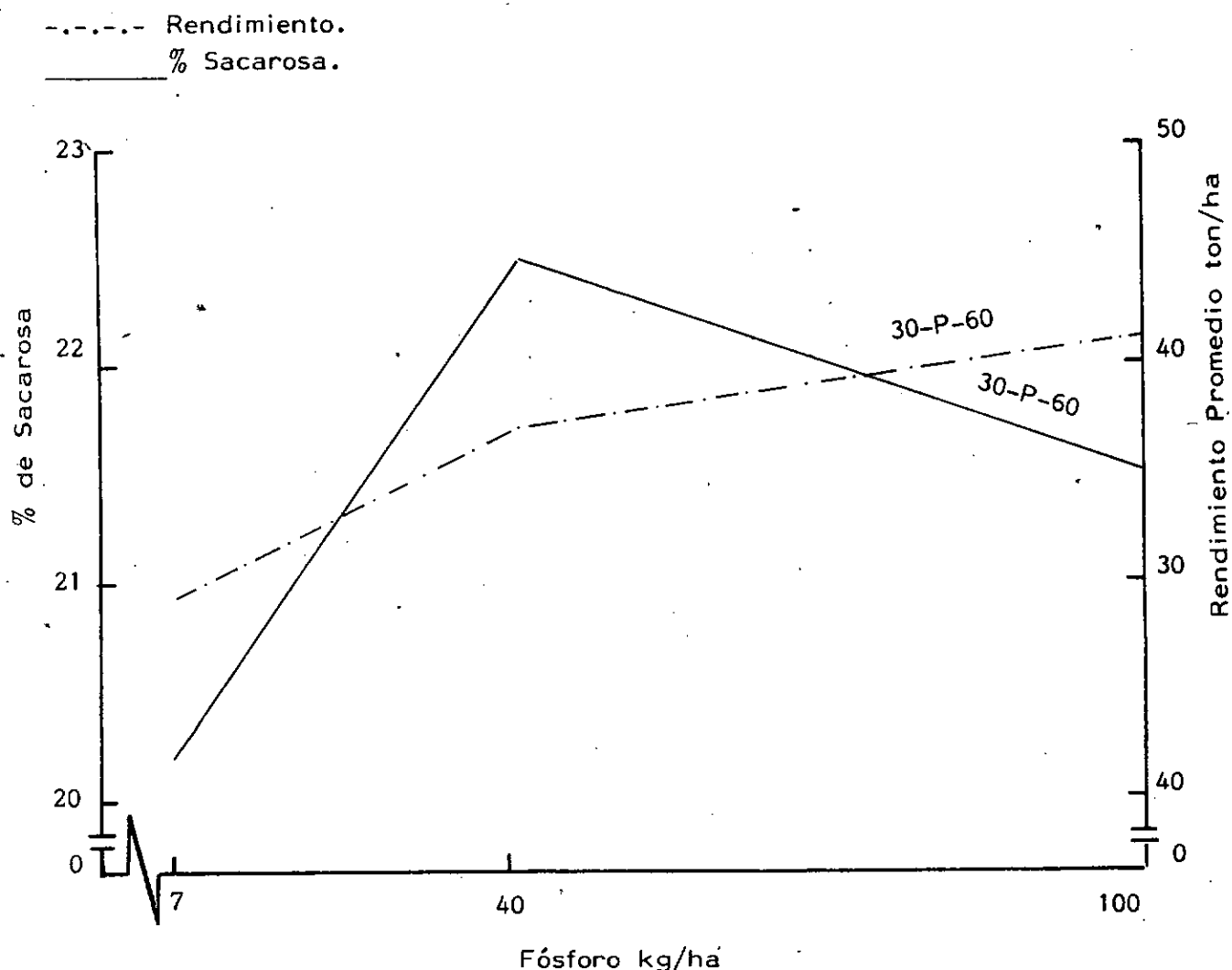


Figura No. 3. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1.

Con respecto al fósforo en la Figura No. 3, se observa que con dosis de 30-P-60, el rendimiento de caña de azúcar se incrementa a medida que se incrementa la dosis de fósforo. El porcentaje promedio de sacarosa, se incrementa al aumentar las dosis de fósforo de los 7 a los 40 kg/ha, punto a partir del cual la variable disminuye, al continuar los incrementos en la dosis de fósforo.

----- Rendimiento.
_____ % Sacarosa.

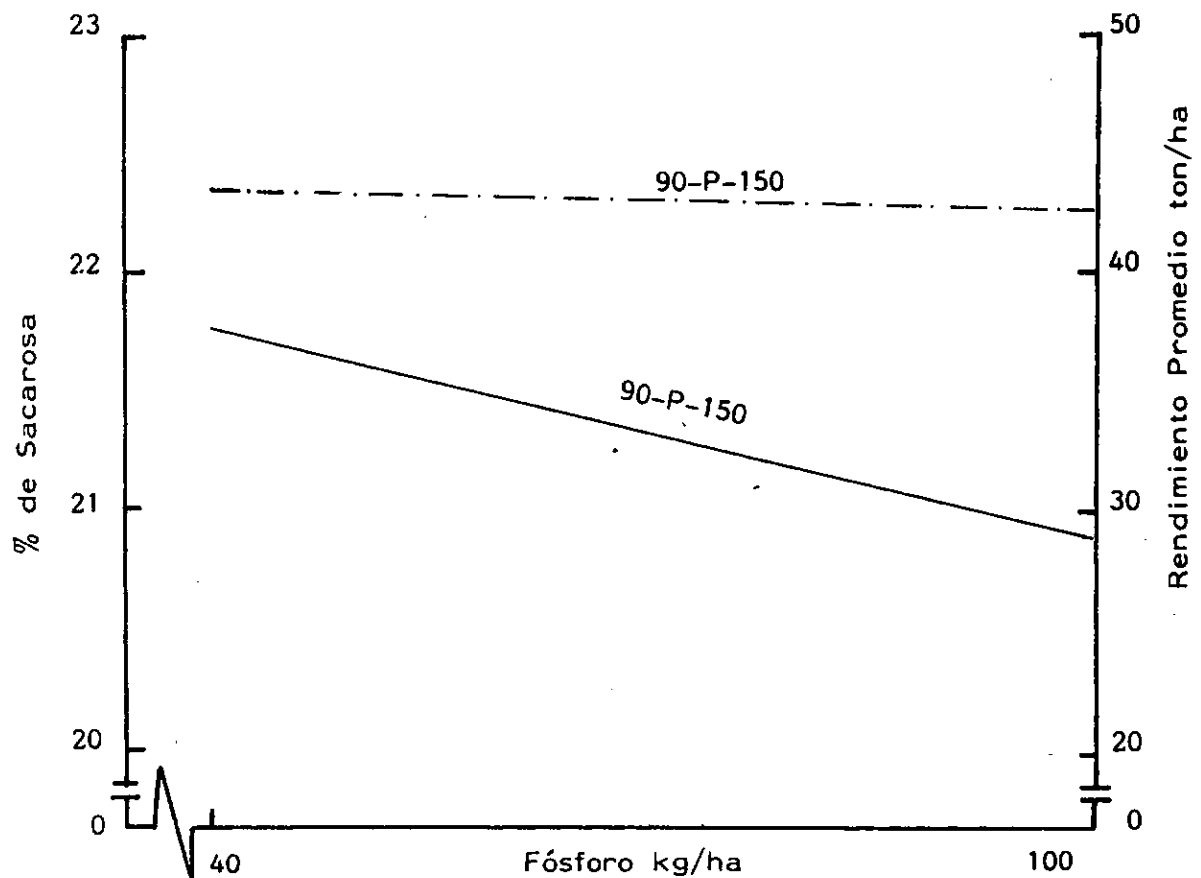


Figura No. 4. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el Porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1.

Con respecto al fósforo en la Figura No. 4, se observa que con dosis altas de 90-P-150 el rendimiento se comporta constante, mientras que el porcentaje promedio de sacarosa disminuye con el incremento en las dosis de fósforo.

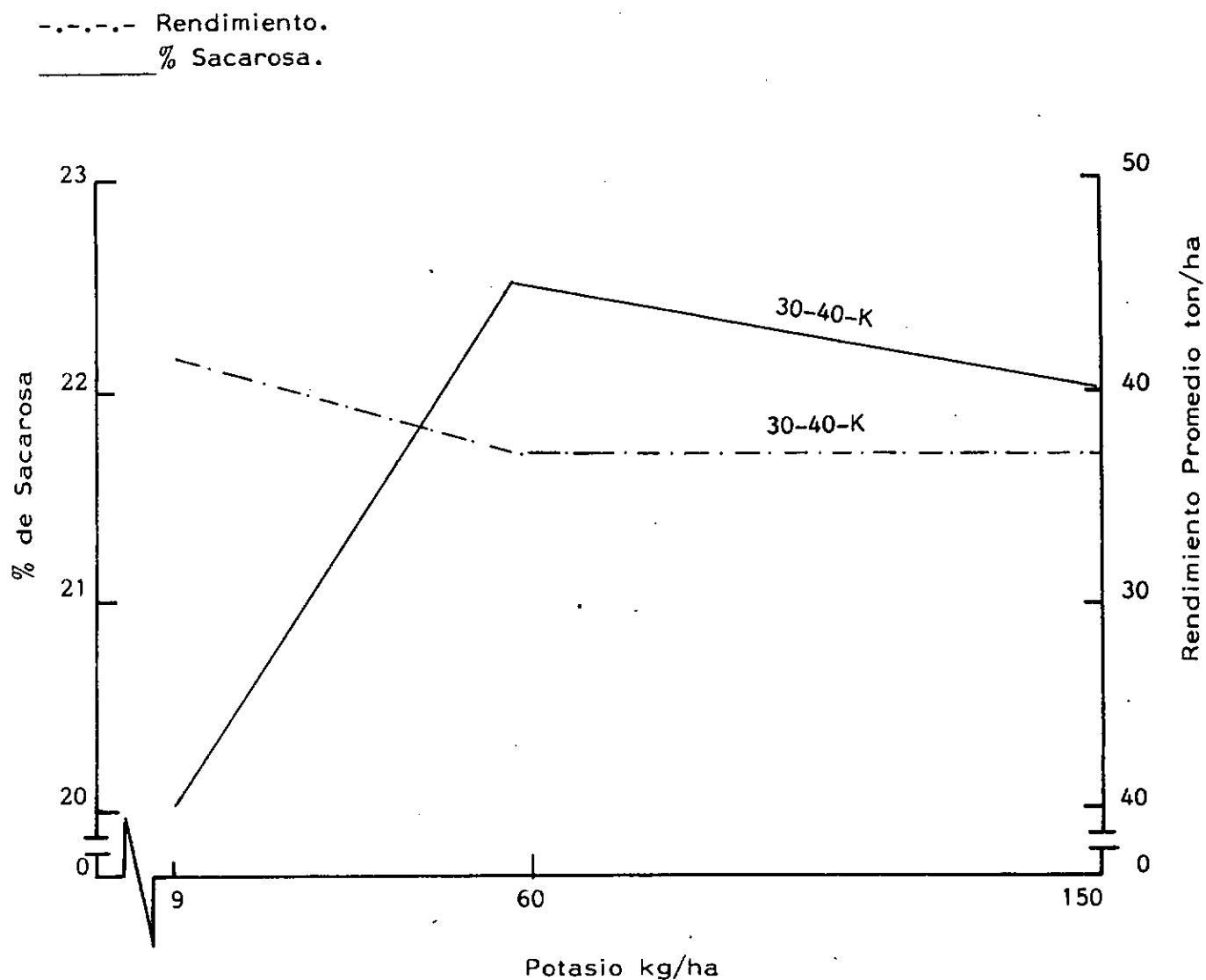


Figura No. 5. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1.

Se observa en la Figura No. 5 que con la dosis 30-40-K, el rendimiento promedio de caña disminuye al incrementar la dosis de potasio hasta los 60 kg/ha, punto a partir del cual tiene un pequeño incremento. El porcentaje de sacarosa en estas condiciones, se incrementa con el incremento de las dosis de potasio y decrece con incrementos mayores de las dosis de potasio.

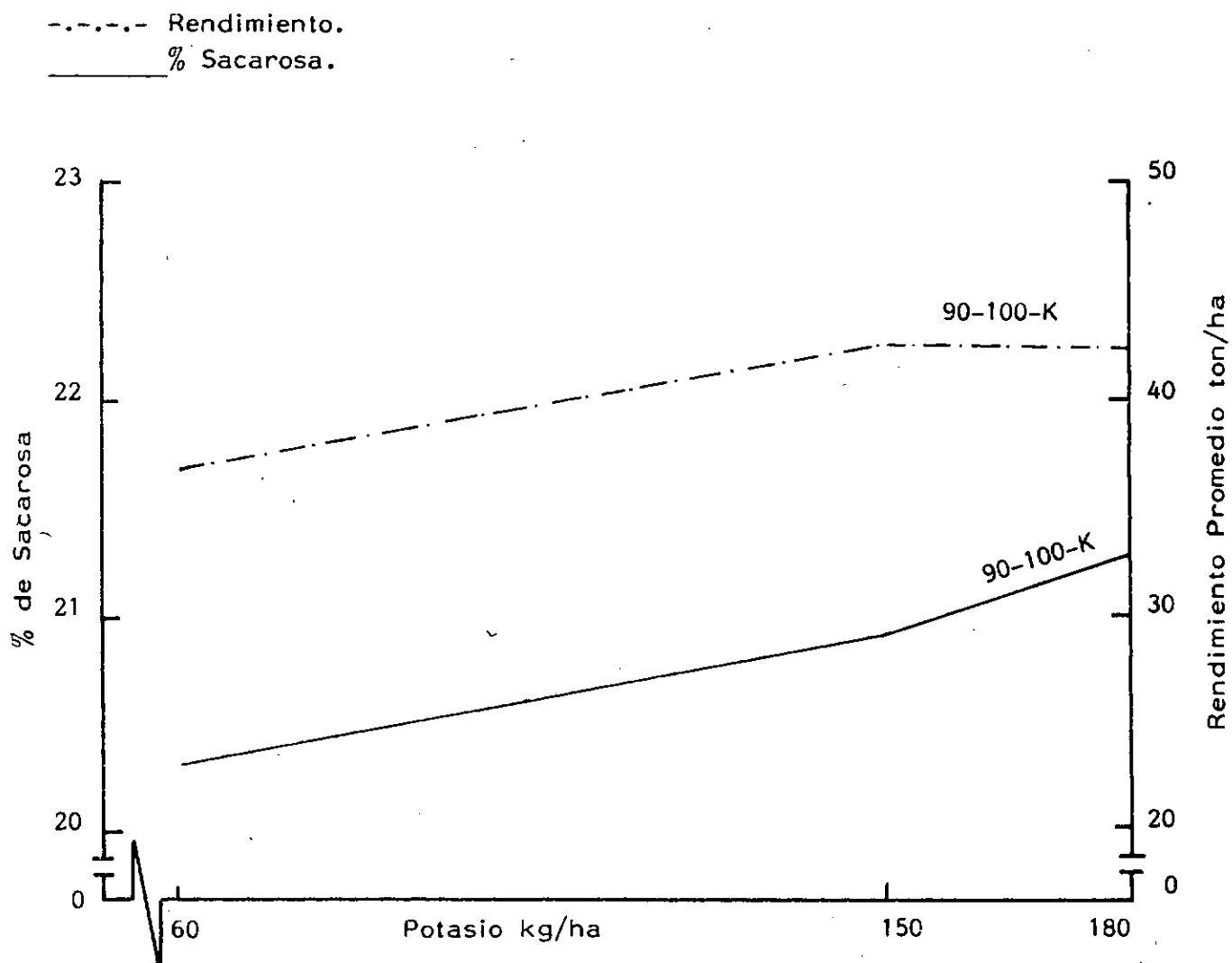


Figura No. 6. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante No. 1.

En la Figura No. 6 con las dosis 90-100-K, el rendimiento promedio de caña de azúcar y el porcentaje de sacarosa se incrementan, al incrementarse las dosis de Potasio.

PANTE EL JOCOTE

Cuadro No. 13. Análisis de Varianza del Rendimiento de Caña de Azúcar en ton/ha, Pante El Jocote.

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.	F. C.	F.	T.
				0.5	0.01
Bloques	2	2018.86	13.77**	3.34	2.50
Tratamientos	14	238.40	1.626NS	2.06	1.77
Error	28	146.62			
Total	44				

N S = No significativo al 5% de probabilidad.

C.V. = 14%

C.V.= Coeficiente de Variación.

** = Significativo al 1% de probabilidad.

Se observa en el Cuadro No. 13, que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad por efecto de los tratamientos.

El Coeficiente de Variación es de 14%.

Cuadro No. 14. Análisis de Varianza del Porcentaje de Sacarosa, Pante El Jocote.

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.	F. C.	F	T
				0.05	0.01
Bloques	2	3.93	0.205 NS	3.34	2.50
Tratamientos	14	3.50	0.183 NS	2.06	1.77
Error	28	19.09			
Total	44				

N S = No significativo al 5% de probabilidad

C. V. = 21%

C.V.= Coeficiente de variación.

En el Cuadro No. 14, se observa que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad para los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación es de 21%.

Cuadro No. 15. Rendimiento Promedio de Caña de Azúcar en ton/ha para El Pante El Jocote.

Tratamientos en kg/ha				Rendimiento	Ingreso Neto
No.	N	P 2 0 5	K 2 0	ton/ha	Q.
1	30	40	60	67.55	848.25
2	30	40	150	86.49	1000.05
3	30	100	60	63.34	687.90
4	30	100	150	87.44	953.10
5	90	40	60	85.75	1049.25
6	90	40	150	81.76	893.10
7	90	100	60	86.07	956.85
8	90	100	150	72.39	655.35
9	60	70	100	73.44	809.20
10	6	7	9	87.86	1289.73
11	100	100	150	77.91	726.15
12	30	7	60	89.85	1236.21
13	100	130	180	90.86	730.70
14	30	40	9	88.96	1223.97
15	90	100	180	90.38	893.10
D.S.H. al 10%				N S	

D.S.H. = Prueba de Tukey.

N. S. = No significativo.

En el Cuadro No. 15, se presenta el rendimiento promedio de los tratamientos evaluados, que corresponde al Pante El Jocote.

El mayor rendimiento promedio, de caña de azúcar, se obtiene al aplicar el tratamiento 100-130-180 kg/ha de Nitrógeno, Fosforo y Potasio respectivamente, con un valor de 90.86 toneladas por hectárea, con un ingreso neto de Q.730.70; y el menor rendimiento promedio se obtiene con el tratamiento 30-100-60 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, que es de 63.34 toneladas por hectárea con un ingreso neto de Q.687.90.

Con la variación de la dosis de N - P₂O₅-K₂O en los tratamientos de el No. 1 al No. 8, no se observa mayor diferencia en los rendimientos promedios de caña de azúcar.

En las combinaciones de dosis que se efectúan en los tratamientos del No. 10 al No. 15, se notan incrementos, por lo que estas combinaciones pueden establecerse como base para próximos estudios.

Cuadro No. 16. Porcentaje Promedio de Sacarosa en Grados Brix, para el Pante El Jocote.

No.	Tratamientos en kg/ha			Sacarosa
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	%
1	30	40	60	19.97
2	30	40	150	20.15
3	30	100	60	19.38
4	30	100	150	20.02
5	90	40	60	20.20
6	90	40	150	18.70
7	90	100	60	20.63
8	90	100	150	18.37
9	60	70	100	21.25
10	6	7	9	21.10
11	100	100	150	22.30
12	30	7	60	19.88
13	100	130	180	20.83
14	30	40	9	20.55
15	90	100	180	22.37
D.S.H. al 10%				N S

D.S.H. = Prueba de Tukey.

N. S. = No significativo.

El Cuadro No. 16, muestra el porcentaje promedio de sacarosa, obtenido con los diferentes tratamientos de N - P₂O₅- K₂O evaluados en dicha localidad, expresados en grados Brix. Se observa que con el tratamiento 90-100-180 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, se obtiene el mayor porcentaje de sacarosa que es de 22.37%.

Con el tratamiento 90-100-150 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, el porcentaje promedio es de 18.37% considerado como el promedio menor.

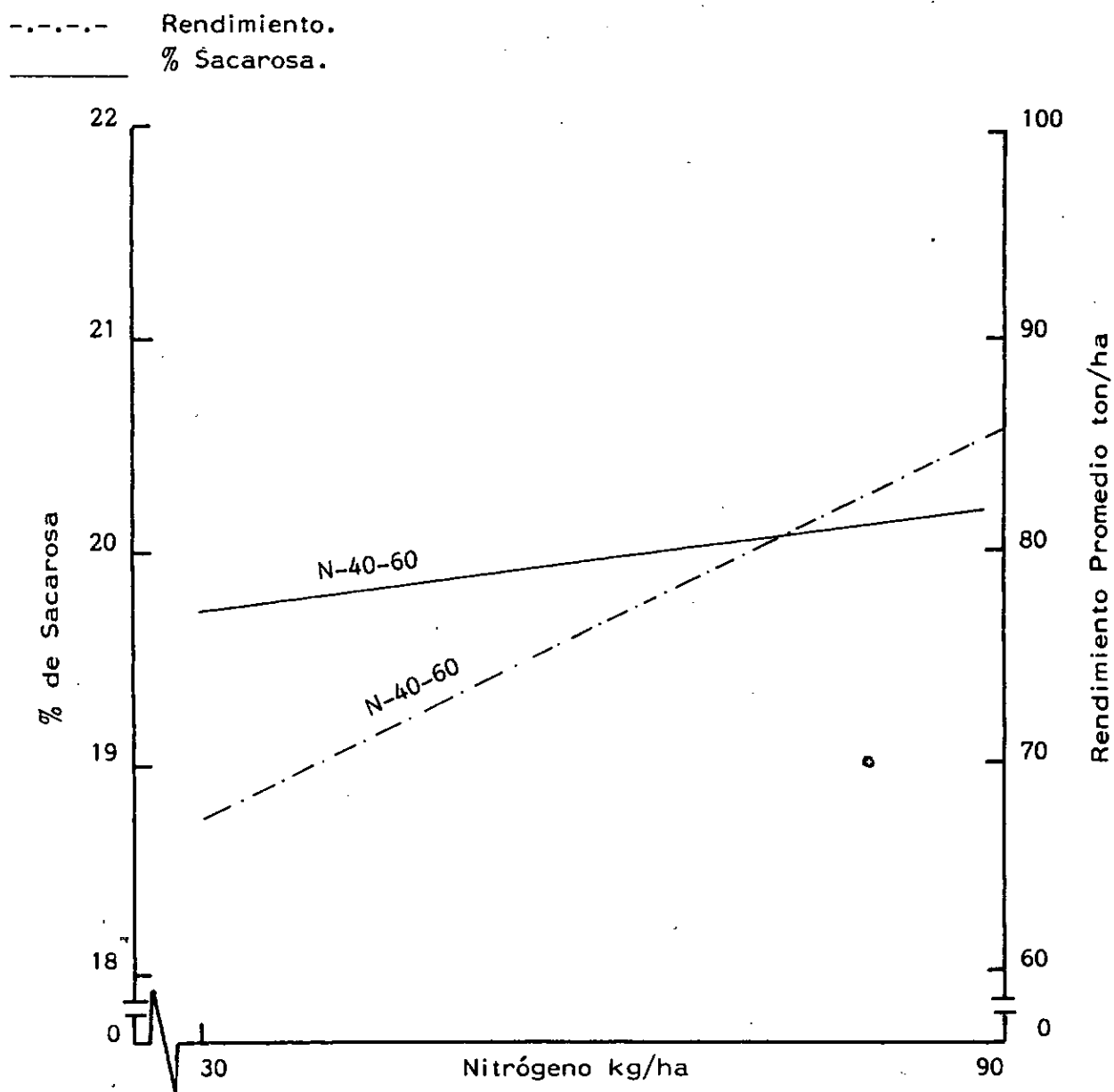


Figura No. 7. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en El Pante El Jocote.

En la Figura No. 7, con dosis de N-40-60 al incrementar las dosis de Nitrógeno, el rendimiento promedio de caña de azúcar se incrementa y el porcentaje promedio de sacarosa sufre un pequeño incremento.

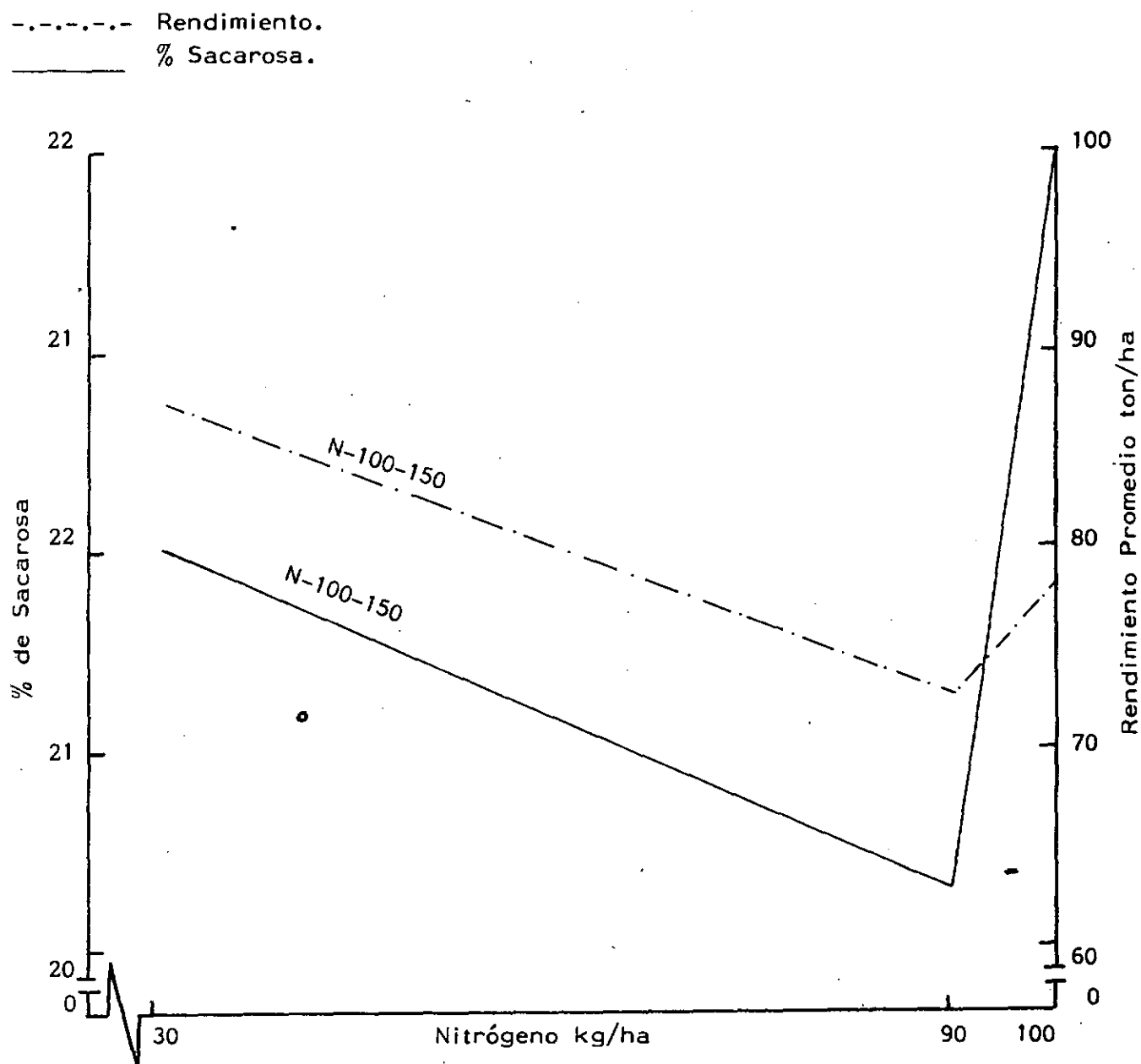


Figura No. 8. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en El Pante El Jocote.

Se observa en la Figura No.8, que con dosis de N-100-150, a medida que se incrementa la dosis de Nitrógeno de los 30 a los 90 kg/ha, el rendimiento y el porcentaje de sacarosa disminuyen, luego a partir del cual con incrementos mayores de nitrógeno, se observa un incremento, tanto en el rendimiento promedio de caña, como en el porcentaje de sacarosa.

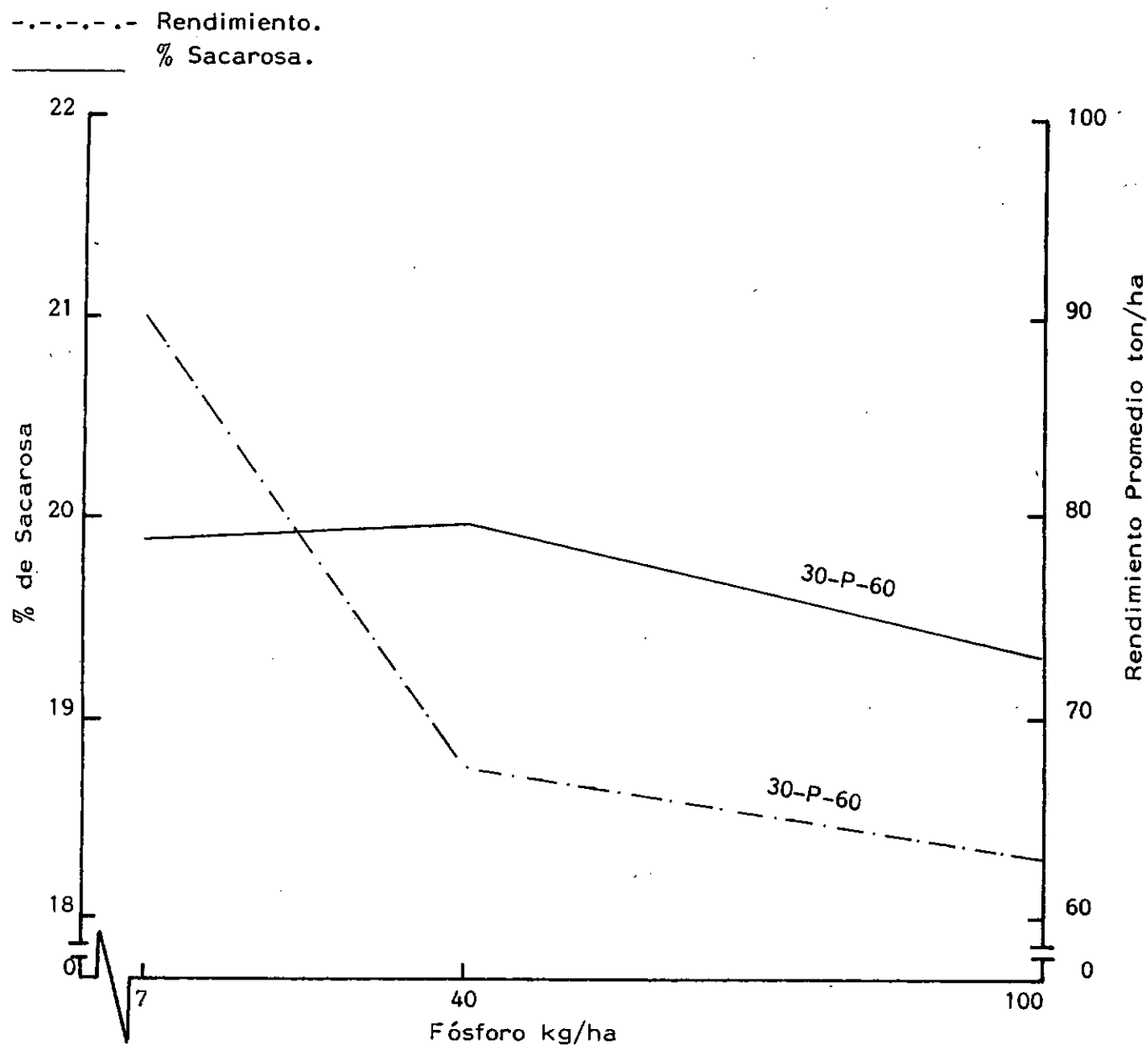


Figura No. 9. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante El Jocote.

En la Figura No. 9, al aplicar dosis de 30-P-60, con incrementos en las dosis de fósforo, el rendimiento promedio de caña de azúcar y el porcentaje promedio de sacarosa, disminuyen.

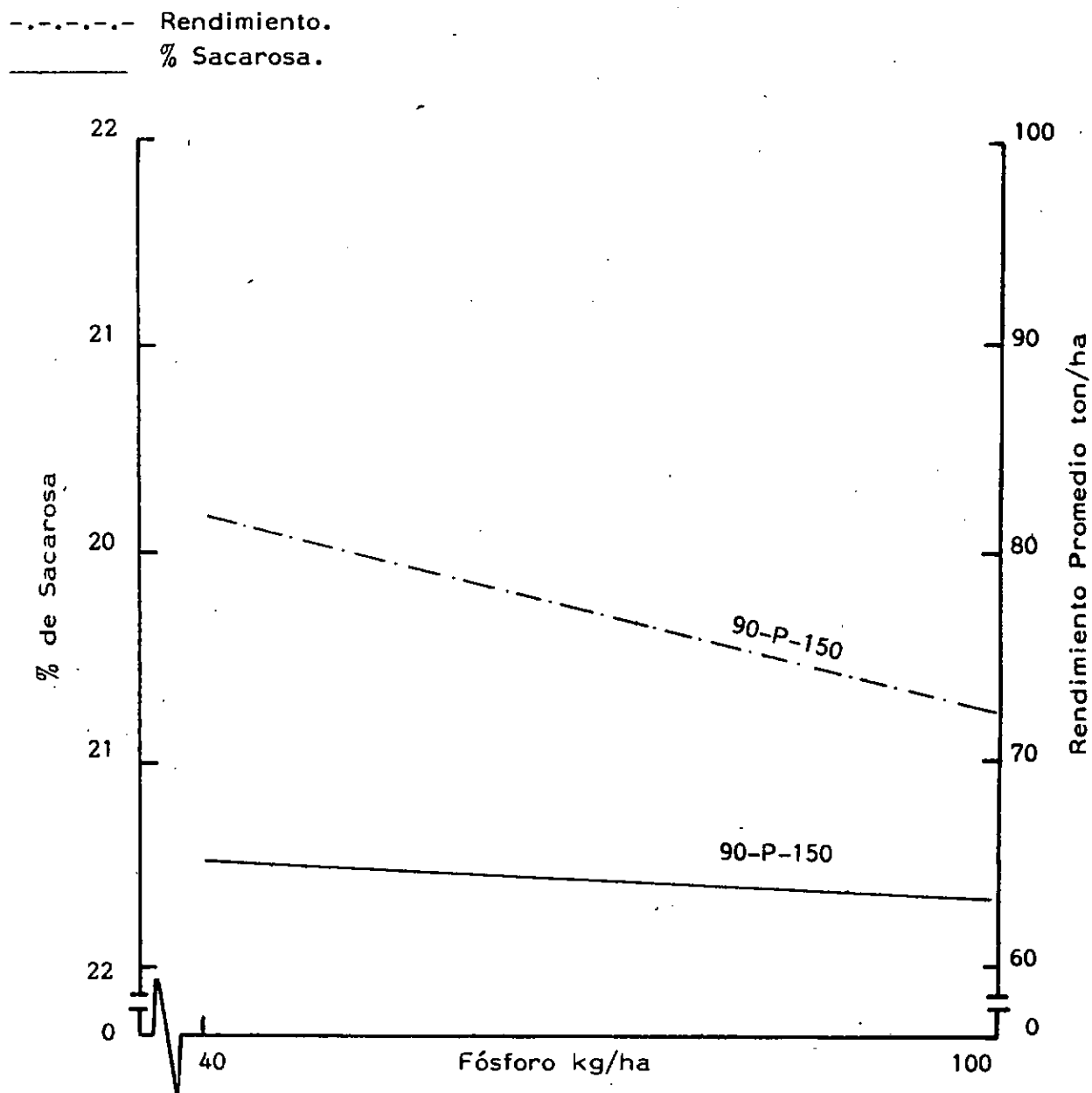


Figura No. 10. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el Porcentaje de sacarosa en el Pante El Jocote.

Con el incremento de la dosis de fósforo en la Figura No. 10, y con dosis de 90-P-100, el rendimiento promedio de caña de azúcar y el porcentaje de sacarosa disminuyen.

----- Rendimiento.
—— % Sacarosa.

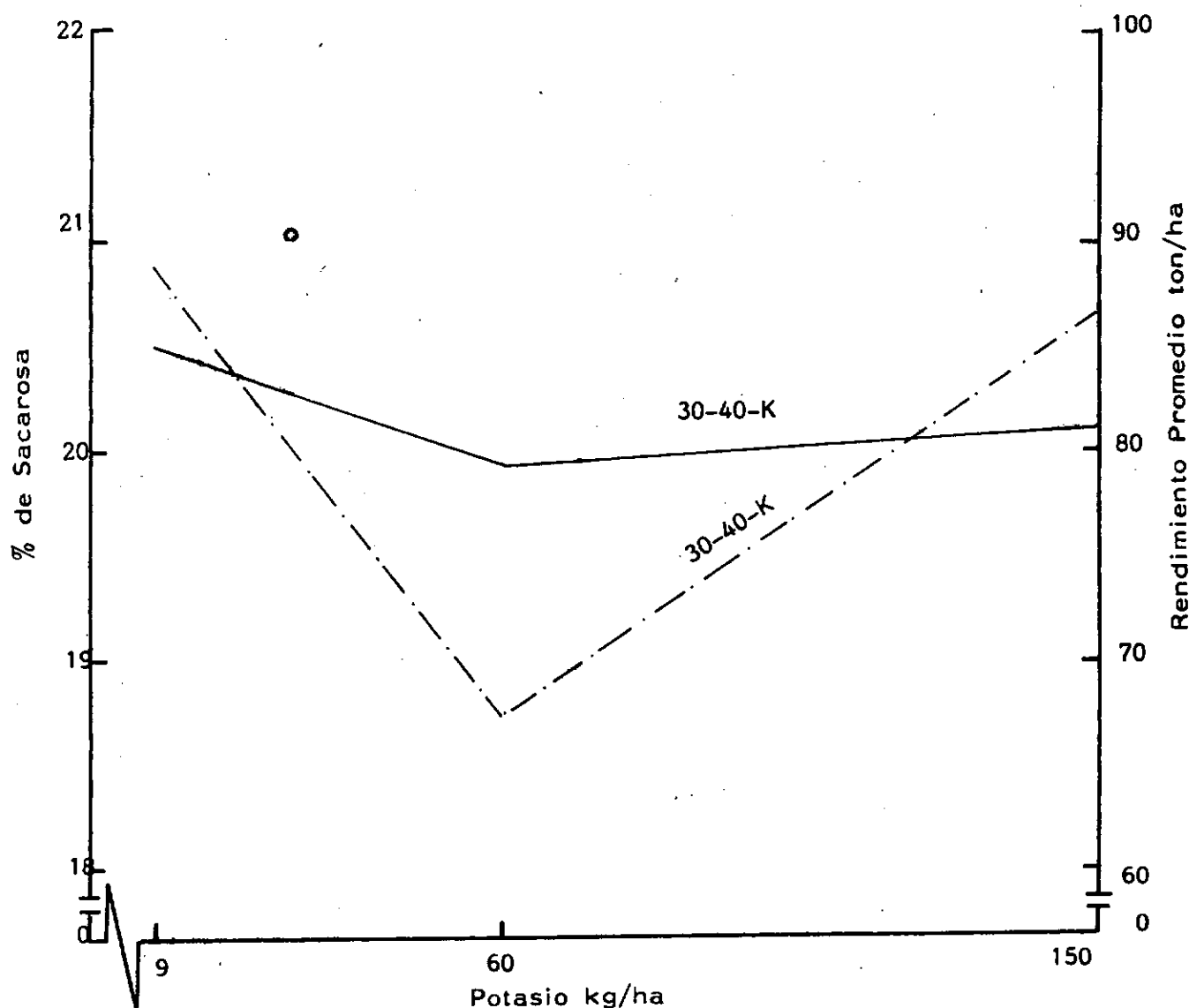


Figura No. 11. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante el Jocote.

Con las dosis 30-40-K en la figura No. 11, al incrementar las dosis de Potasio de los 7 a los 60 kg/ha, el rendimiento promedio de caña y el porcentaje promedio de sacarosa disminuye, punto a partir del cual, al continuar los incrementos en las dosis de potasio, las variables se incrementan.

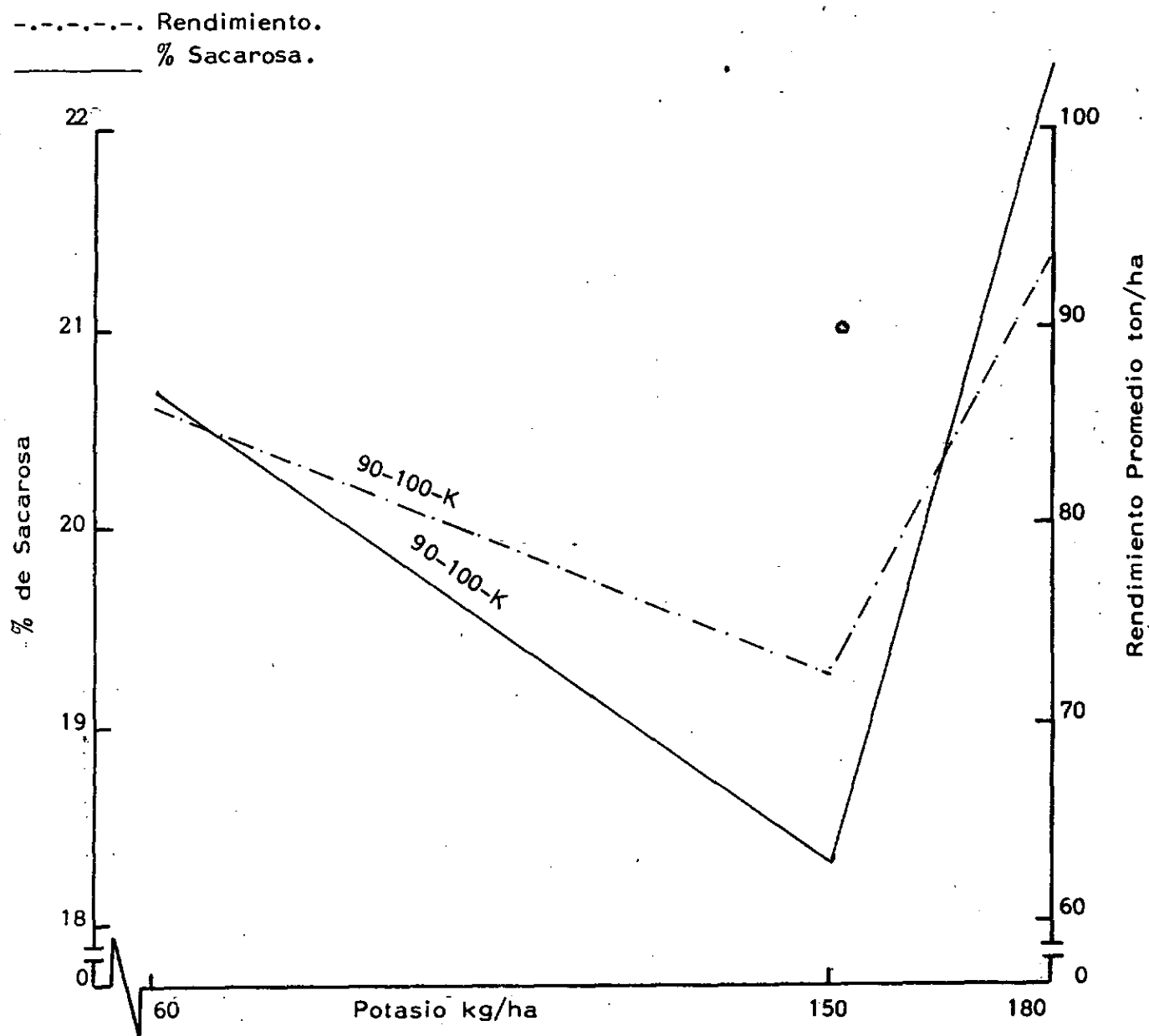


Figura No. 12. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el Porcentaje de sacarosa en el Pante El Jocote.

El comportamiento, tanto del rendimiento como el porcentaje de sacarosa, con respecto al potasio, se observa en la Figura No. 12. Con dosis de 90-100-K al incrementarse la dosis de potasio, hasta los 150 kg/ha, el rendimiento promedio de caña de azúcar y el porcentaje de sacarosa disminuyen, observándose que al incrementar las dosis de potasio, por encima de los 150 kg/ha, el rendimiento y el porcentaje de sacarosa se incrementan.

PANTE SANTO DOMINGO

Cuadro No. 17. Análisis de Varianza del Rendimiento de Caña de Azúcar en ton/ha, Pante Santo Domingo.

Fuentes de variación	G. L.	G. M.	F. C.	F.	T.
				0.05	0.01
Bloques	2	2205.63	17.53**	3.34	2.50
Tratamientos	14	74.31	0.591NS	2.06	1.77
Error	28	125.80			
Total	44				

N S = No significativo al 5% de probabilidad

C.V. = 26%

C.V.= Coeficiente de variación.

** = Significativo al 1% de probabilidad.

En el Cuadro No. 17 se observa que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad por efecto de los tratamientos evaluados.

El Coeficiente de variación es de 26%.

Cuadro No. 18. Análisis de Varianza del Porcentaje de Sacarosa, Pante Santo Domingo.

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.	F. C.	F.	T.
				0.05	0.01
Bloques	2	12.35	5.32 **	3.34	2.50
Tratamientos	14	1.09	0.469NS	2.06	1.77
Error	28	2.32			
Total	44				

N S = No significativo al 5% de probabilidad.

C.V. = 7%

C.V.= Coeficiente de variación.

** = Significativo al 1% de probabilidad.

De acuerdo al Cuadro No. 18, se observa que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad para los tratamientos evaluados.

El coeficiente de variación es de 7%.

Cuadro No. 19. Rendimiento Promedio de Caña de Azúcar en ton/ha para el Pante Santo Domingo.

Tratamientos en kg/ha				Rendimiento	Ingreso Neto
No.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ton/ha	Q.
1	30	40	60	43.23	483.45
2	30	40	150	47.19	410.55
3	30	100	60	37.67	302.85
4	30	100	150	40.61	250.65
5	90	40	60	32.25	246.75
6	90	40	150	45.19	244.55
7	90	100	60	51.66	440.70
8	90	100	150	44.88	242.70
9	60	70	100	46.77	409.15
10	6	7	9	35.14	498.93
11	100	100	150	43.93	216.45
12	30	7	60	46.24	582.06
13	100	130	180	45.98	166.50
14	30	40	9	43.08	535.77
15	90	100	180	43.11	184.05
D.S.H. al 10%				N S	

D.S.H. = Prueba de Tukey.

N.S. = No significativo.

En el Cuadro No. 19, se presenta el rendimiento promedio de los tratamientos evaluados, que corresponde al Pante Santo Domingo.

Se observa que cuando se aplica el tratamiento 90-100-60 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, se obtiene el mayor rendimiento promedio de 51.66 toneladas por hectárea, con un ingreso neto de Q.440.70, y el menor rendimiento promedio se obtiene con el tratamiento 90-40-60 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, que es de 32.25 toneladas por hectárea con un ingreso neto de Q.246.75.

Se nota que los aumentos en las dosis de Nitrógeno y Fósforo y con una dosis baja de Potasio, aumenta el rendimiento promedio de caña de azúcar. Por otro lado, con dosis bajas de Nitrógeno y Fósforo y aumentos en la dosis de Potasio, el rendimiento promedio tiende a aumentar.

Cuadro No. 20. Porcentaje Promedio de Sacarosa en Grados Brix para el Pante Santo Domingo.

Tratamientos en kg/ha				S a c a r o s a
No.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	%
1	30	40	60	20.83
2	30	40	150	19.92
3	30	100	60	21.75
4	30	100	150	20.58
5	90	40	60	20.08
6	90	40	150	21.67
7	90	100	60	20.58
8	90	100	150	20.42
9	60	70	100	20.17
10	6	7	9	20.00
11	100	100	150	20.83
12	30	7	60	20.75
13	100	130	180	21.75
14	30	40	9	20.58
15	90	100	180	21.42
D.S.H. al 10%				N S

D.S.H. = Prueba de Tukey.

N.S. = No significativo.

En el Cuadro No. 20, se observa el porcentaje promedio de sacarosa obtenido con los diferentes tratamientos de N - P₂O₅-K₂O evaluados en dicha localidad, expresados en grados Brix. Con el tratamiento 30-100-60 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente, se obtiene el mayor porcentaje promedio de sacarosa, que es de 21.75%; con el tratamiento 30-40-150 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, el porcentaje promedio de sacarosa es el menor con 19.92%.

--- Rendimiento.
— % Sacarosa.

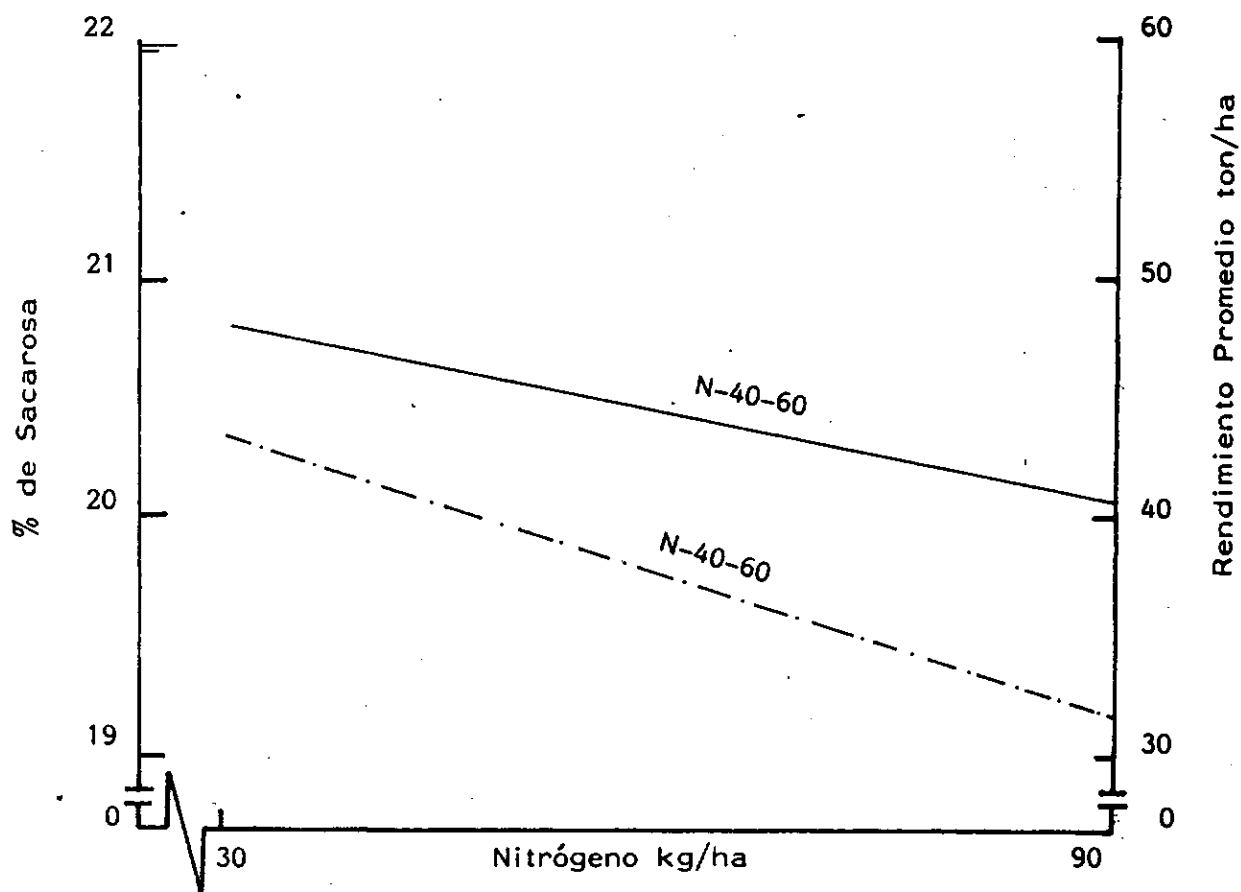


Figura No. 13. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante, Sto. Domingo.

Se observa en la Figura No. 13, que el rendimiento promedio de caña y el porcentaje promedio de sacarosa, disminuyen al incrementárseles dosis de Nitrógeno con dosis de N-40-60.

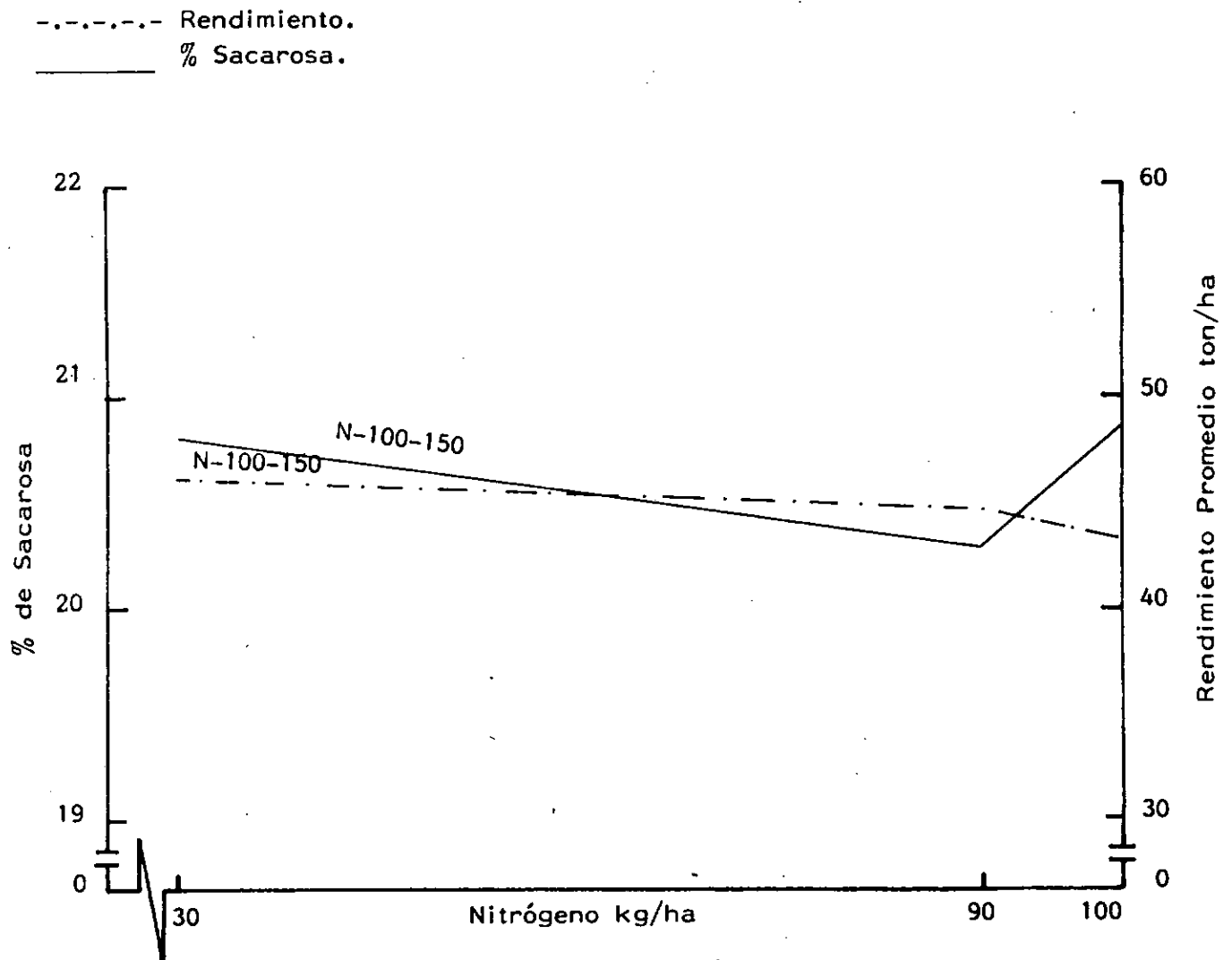


Figura No. 14. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante Sto. Domingo.

En la Figura No. 14, con dosis de N-100-150, al incrementar las dosis de nitrógeno, el rendimiento promedio de caña de azúcar se incrementa hasta llegar a los 90 kg/ha, de nitrógeno, observándose que al continuar los incrementos de este nutrimento, el rendimiento decrece. El porcentaje promedio de sacarosa se comporta en forma inversa.

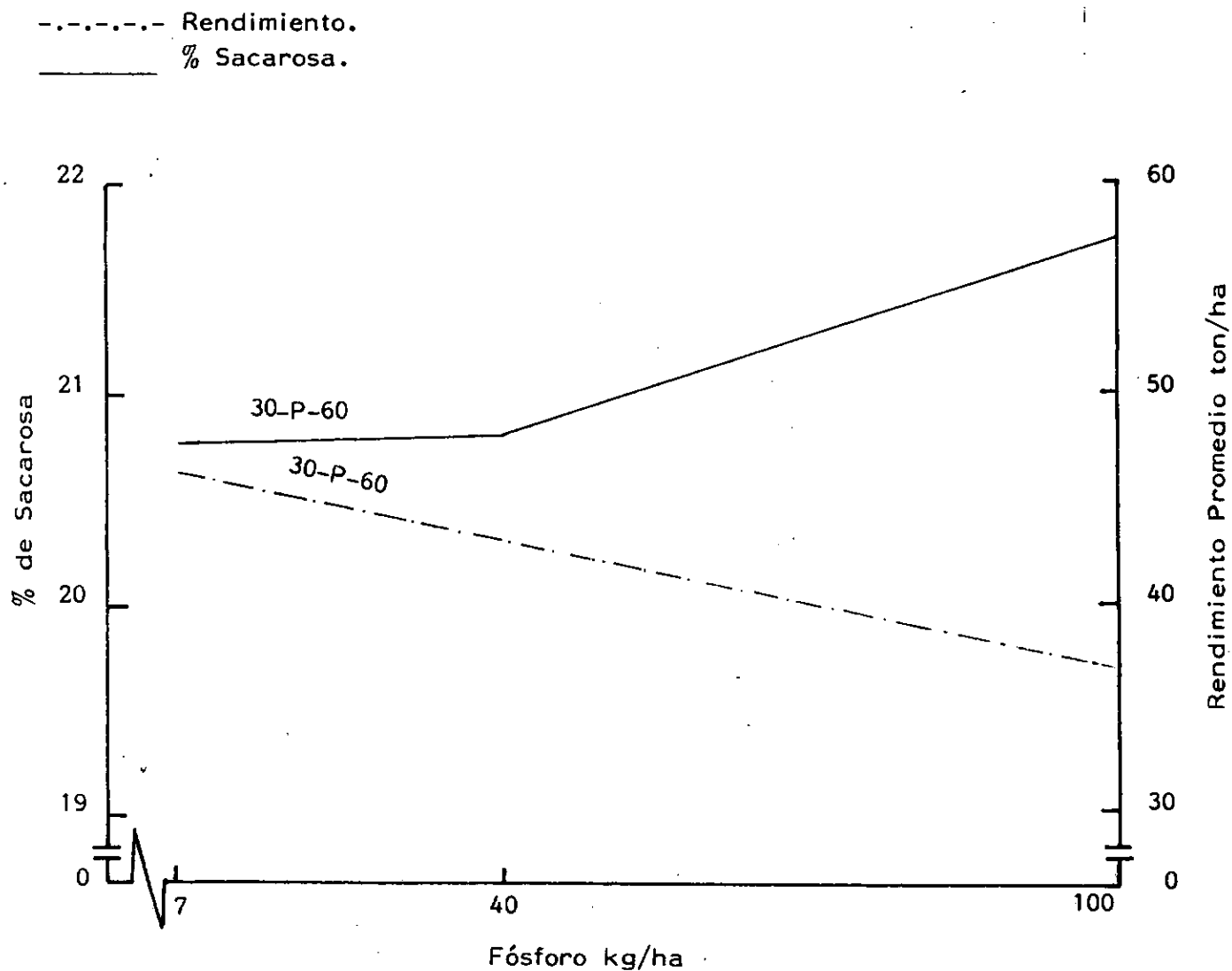


Figura No. 15. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en e Pante Sto. Domingo.

Al tener dosis de 30-P-60, en la figura No. 15, al incremento de las dosis de fósforo el rendimiento promedio de caña disminuye, observándose un aumento en el porcentaje promedio de sacarosa.

----- Rendimiento.
_____ % Sacarosa.

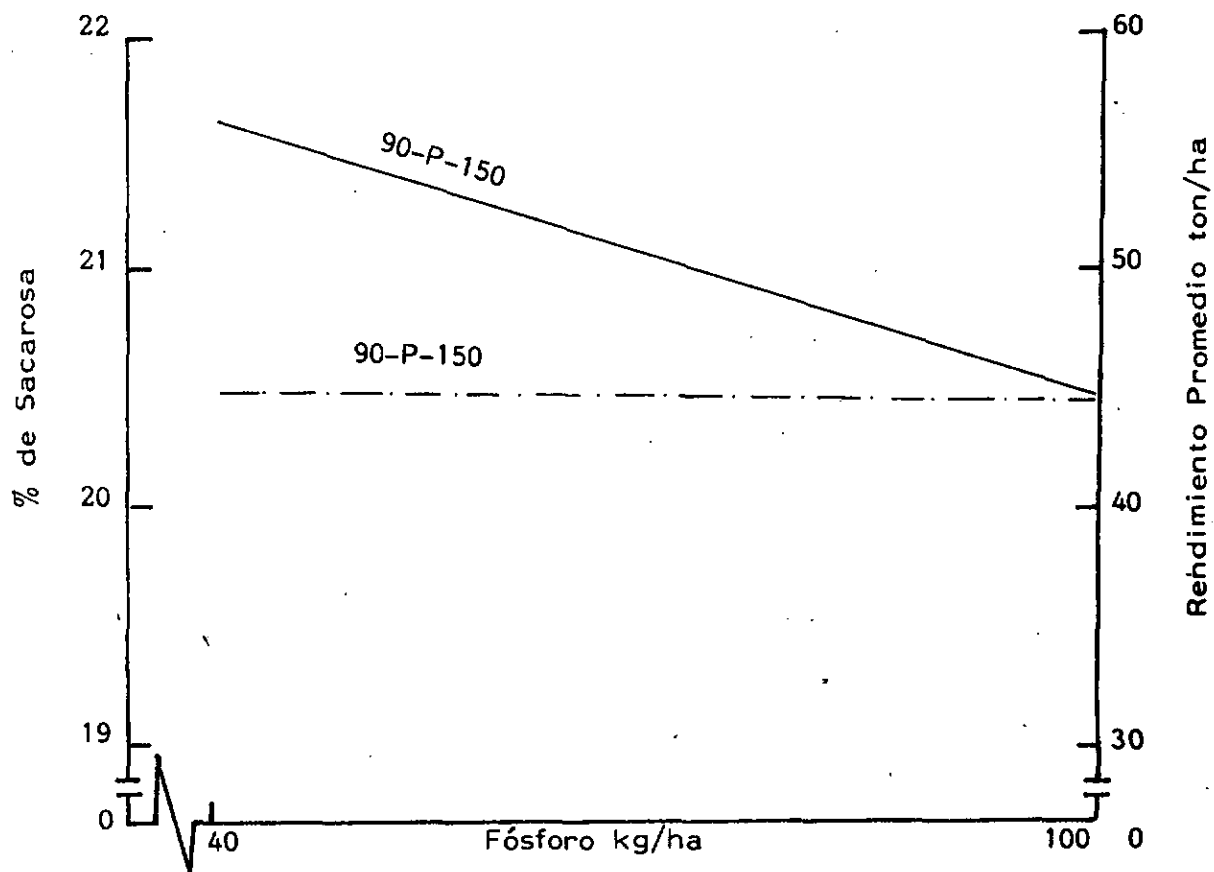


Figura No. 16. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante Sto. Domingo.

Con el aumento de las dosis de fósforo en la Figura No. 16 y con las dosis 90-P-150, el rendimiento promedio de caña de azúcar no varía, mientras que el porcentaje promedio de sacarosa disminuye.

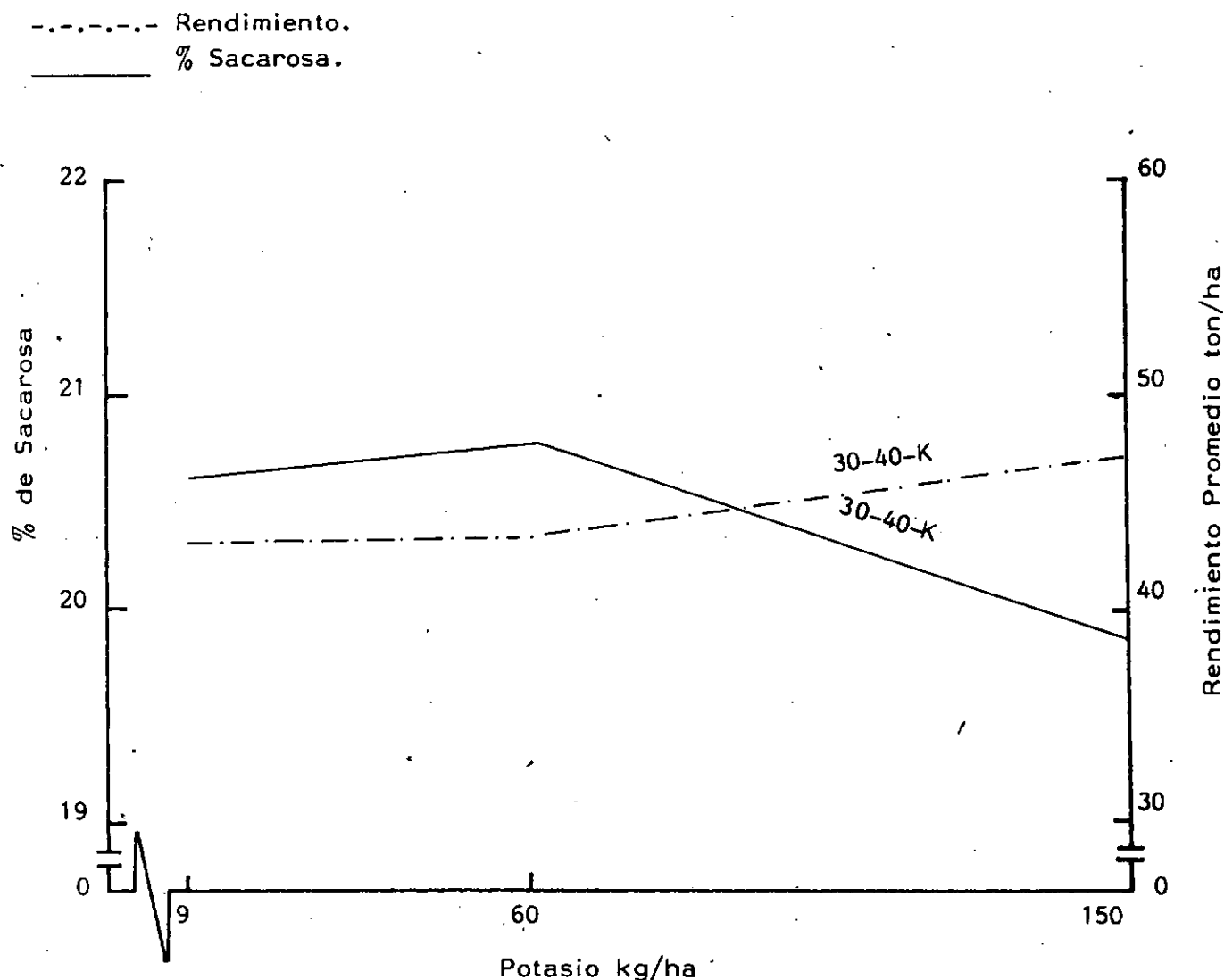


Figura No. 17. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante Sto. Domingo.

Se observa en la Figura No. 17 que con dosis de 30-40-K, al incrementar la dosis de potasio, el rendimiento promedio de caña de azúcar se incrementa. El porcentaje promedio de sacarosa sufre incremento también, cuando las dosis van de 7 a 60 kg/ha, del nutrimento citado; pero al continuar los incrementos de las dosis de potasio, disminuye el porcentaje de sacarosa.

--- Rendimiento.
 — % Sacarosa.

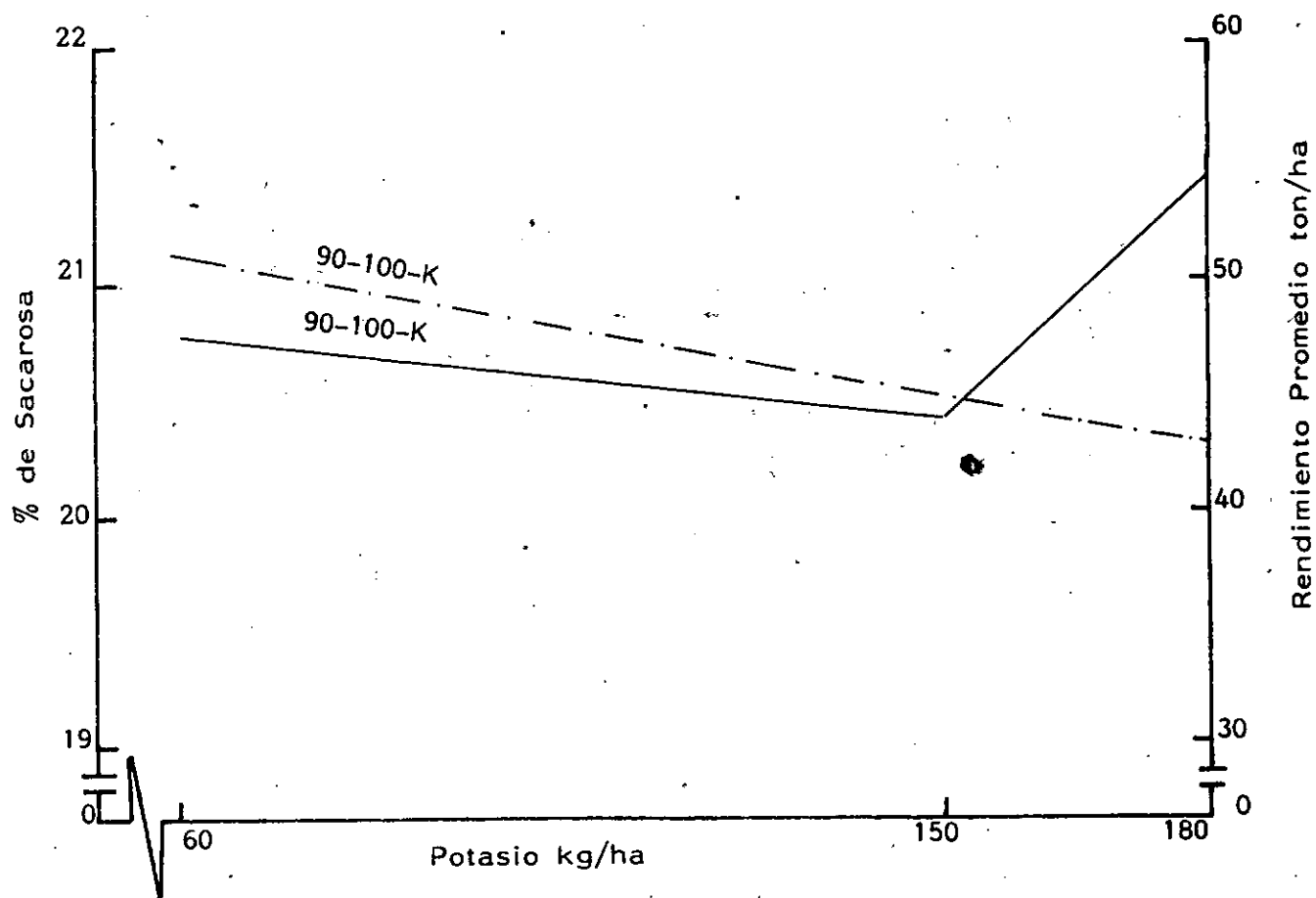


Figura No. 18. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante Sto. Domingo.

Respecto al potasio en la Figura No. 18, al incrementar las dosis, con dosis de 90-100-K, el rendimiento promedio de caña disminuye, mientras que el porcentaje promedio de sacarosa también disminuye, hasta llegar a los 150 kg/ha de este nutrimento, donde empieza a incrementarse esta variable.

PANTE LA ESTACION

Cuadro No. 21. Análisis de Varianza del Rendimiento de Caña de Azúcar en ton/ha, Pante La Estación.

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.	F. C.	F.	T.
				0.05	0.01
Bloques	2	28.93	0.186 NS	3.34	2.50
Tratamientos	14	98.53	0.632 NS	2.06	1.77
Error	28	155.95			
Total	44				

N S = No significativo al 5% de probabilidad.

C. V. = 23%

C.V.= Coeficiente de Variación.

De acuerdo al Cuadro No. 21, se observa que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad por efecto de los tratamientos evaluados.

El Coeficiente de Variación es de 23%.

Cuadro No. 22. Análisis de Varianza del Porcentaje de Sacarosa, Pante La Estación.

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.	F. C.	F.	T.
				0.05	0.01
Bloques	2	1.68	0.455 NS	3.34	2.50
Tratamientos	14	2.25	0.609 NS	2.06	1.77
Error	28	3.69			
Total	44				

N S = No significativo al 5% de probabilidad.

C. V. = 9%

C.V.= Coeficiente de variación.

El Cuadro No. 22 muestra el análisis de varianza, se observa que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad para los tratamientos evaluados.

El Coeficiente de variación es de 9%

Cuadro No. 23. Rendimiento Promedio de Caña de Azúcar en ton/ha para el Pante La Estación.

Tratamientos en kg/ha				Rendimiento	Ingreso neto
No.	N	P205	K20	ton/ha	Q.
1	30	40	60	48.14	557.10
2	30	40	150	54.08	513.90
3	30	100	60	47.24	446.40
4	30	100	150	59.03	526.95
5	90	40	60	49.71	508.65
6	90	40	150	51.08	432.90
7	90	100	60	42.09	297.15
8	90	100	150	61.97	499.05
9	60	70	100	56.45	554.35
10	6	7	9	62.82	914.28
11	100	100	150	48.45	284.25
12	30	7	60	54.87	711.51
13	100	130	180	53.24	275.40
14	30	40	9	50.56	647.97
15	90	100	180	56.61	386.55
D.S.H. al 10%				N S	

D.S.H. = Prueba de Tukey.

N. S. = No significativo.

El Cuadro No. 23, presenta el rendimiento promedio de los tratamientos evaluados, que corresponde al Pante La Estación.

Se observa que al aplicar el tratamiento 6-7-9 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, se obtiene el mayor rendimiento promedio de 62.82 toneladas por hectárea, con un ingreso neto de Q.914.28 y el menor rendimiento promedio se obtiene con el tratamiento 90-100-60 kg/ha de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, que es de 42.09 toneladas por hectárea, con un ingreso neto de Q.297.15.

Con dosis bajas de nitrógeno y fósforo y un incremento en las dosis de potasio, se observa un incremento en el rendimiento de caña de azúcar; así mismo, el aumento en las dosis de fósforo tiene un efecto inverso sobre el rendimiento.

Con la variación de dosis de nitrógeno, no existe mayor diferencia en el rendimiento de azúcar.

* Cuadro No. 24. Porcentaje Promedio de Sacarosa en Grados Brix, para el Pante La Estación.

Tratamientos en kg/ha				S a c a r o s a
No.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	%
1	30	40	60	20.53
2	30	40	150	19.58
3	30	100	60	21.32
4	30	100	150	21.20
5	90	40	60	22.12
6	90	40	150	19.80
7	90	100	60	20.13
8	90	100	150	21.08
9	60	70	100	19.02
10	6	7	9	20.75
11	100	100	150	20.35
12	30	7	60	20.18
13	100	130	180	21.37
14	30	40	9	20.75
15	90	100	180	19.18
D.S.H. al 10%				N S

D.S.H. = Prueba de Tukey

N.S. = No significativo.

En el Cuadro No. 24 se observa el porcentaje promedio de sacarosa bajo los diferentes tratamientos de N-P₂O₅-K₂O evaluados.

Se observa que con el tratamiento 90-40-60 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, se obtiene el porcentaje promedio mayor que es de 22.12%. Con el tratamiento 60-70-100 kg/ha de nitrógeno, fosforo y potasio, el porcentaje promedio de sacarosa es el menor con 19.02%.

..... Rendimiento.
—— % Sacarosa.

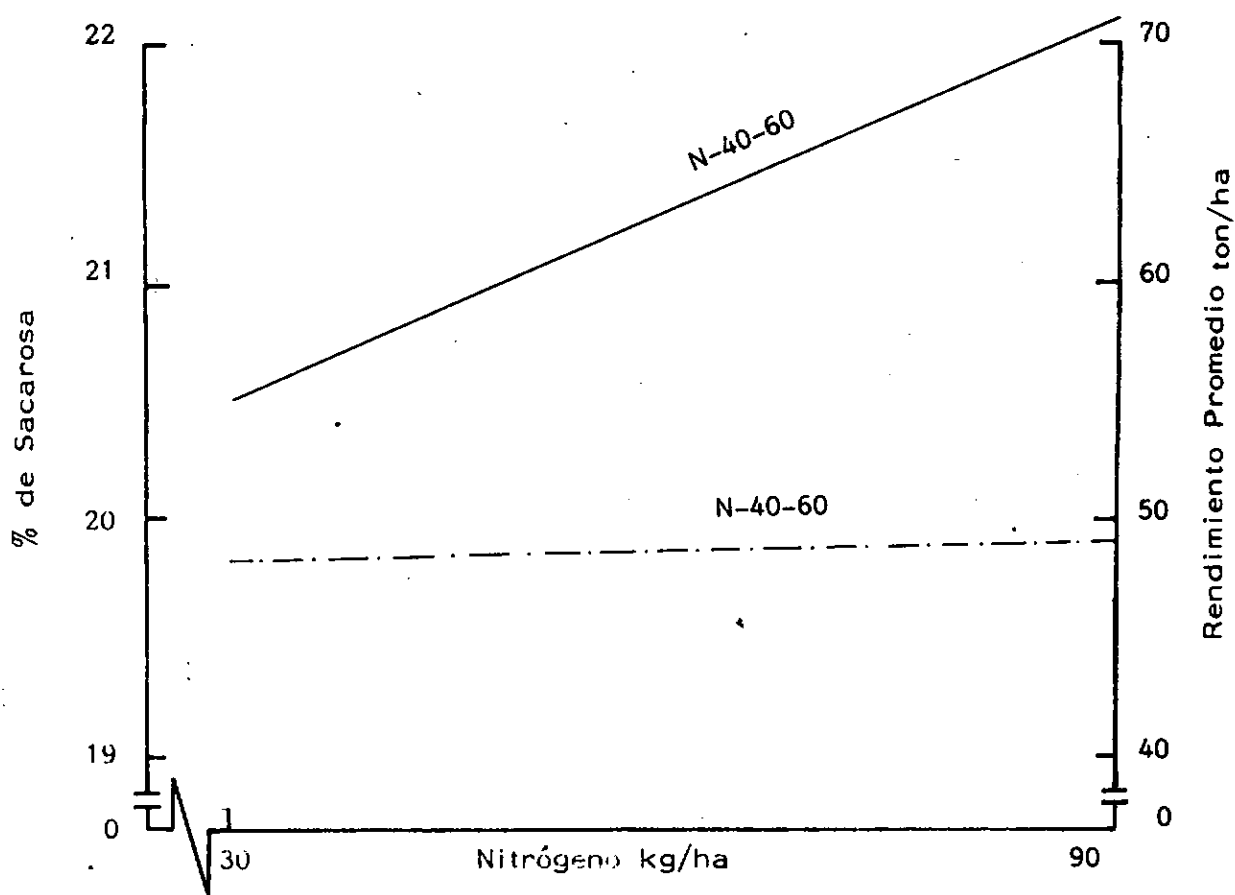


Figura No. 19. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante La Estación.

Se observa en la Figura No. 19, que con dosis N-40-60, al incrementar las dosis de nitrógeno, el rendimiento promedio de caña obtiene un pequeño incremento, en tanto que el porcentaje promedio de sacarosa tiende a incrementarse en mayor cantidad.

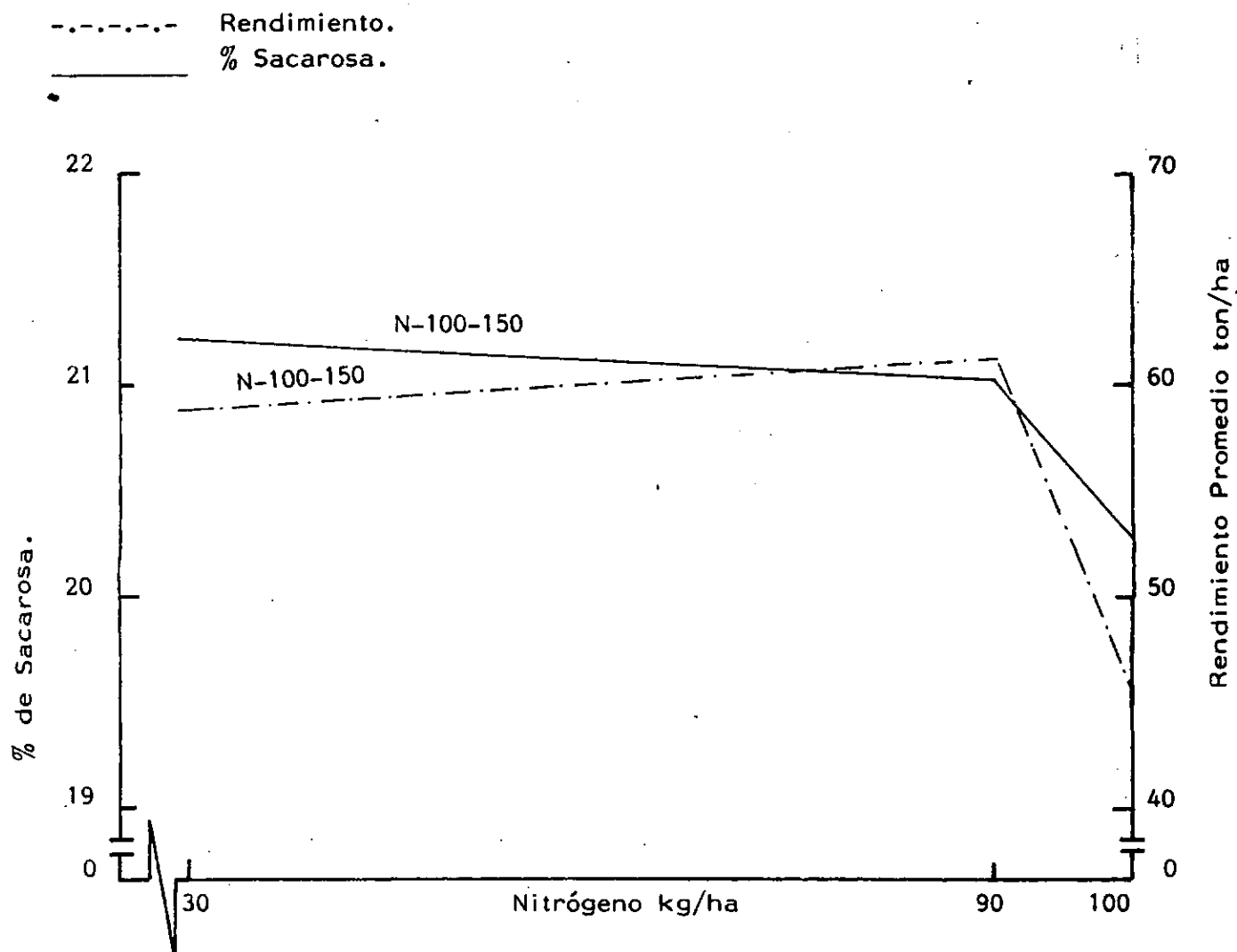


Figura No. 20. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante La Estación.

Al incrementar la dosis de nitrógeno de 30 a 90 kg/ha, con dosis N-100-150 en la Figura No. 20, el rendimiento promedio de caña de azúcar se incrementa y el porcentaje promedio de sacarosa, disminuye. Al incrementar la dosis de nitrógeno, ambas variables disminuyen.

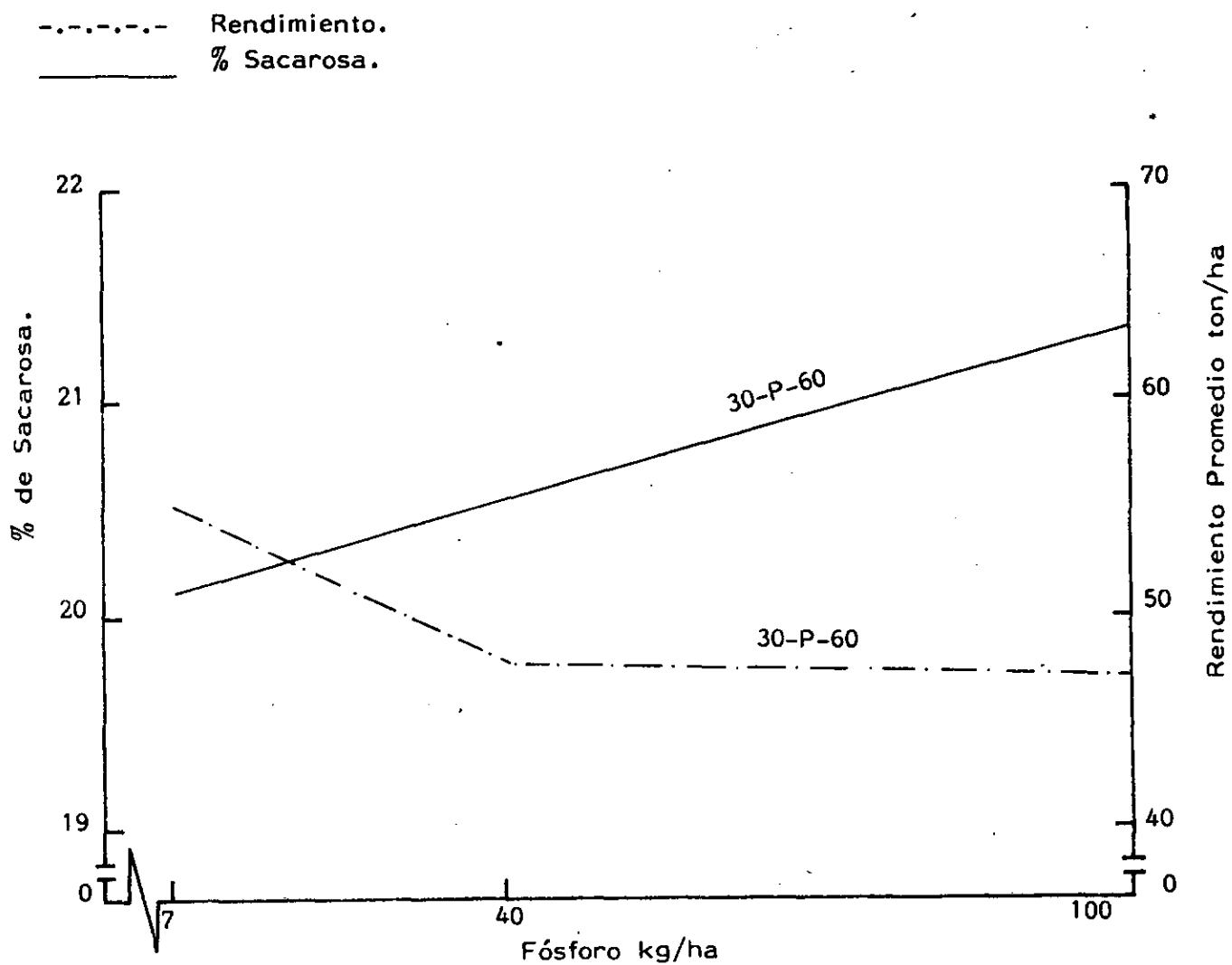


Figura No. 21. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante La Estación.

En la Figura No. 21, con dosis de 30-P-60, el porcentaje promedio de sacarosa se incrementa, con el incremento de las dosis de fósforo y el rendimiento de caña disminuye.

----- Rendimiento.
—— % Sacarosa.

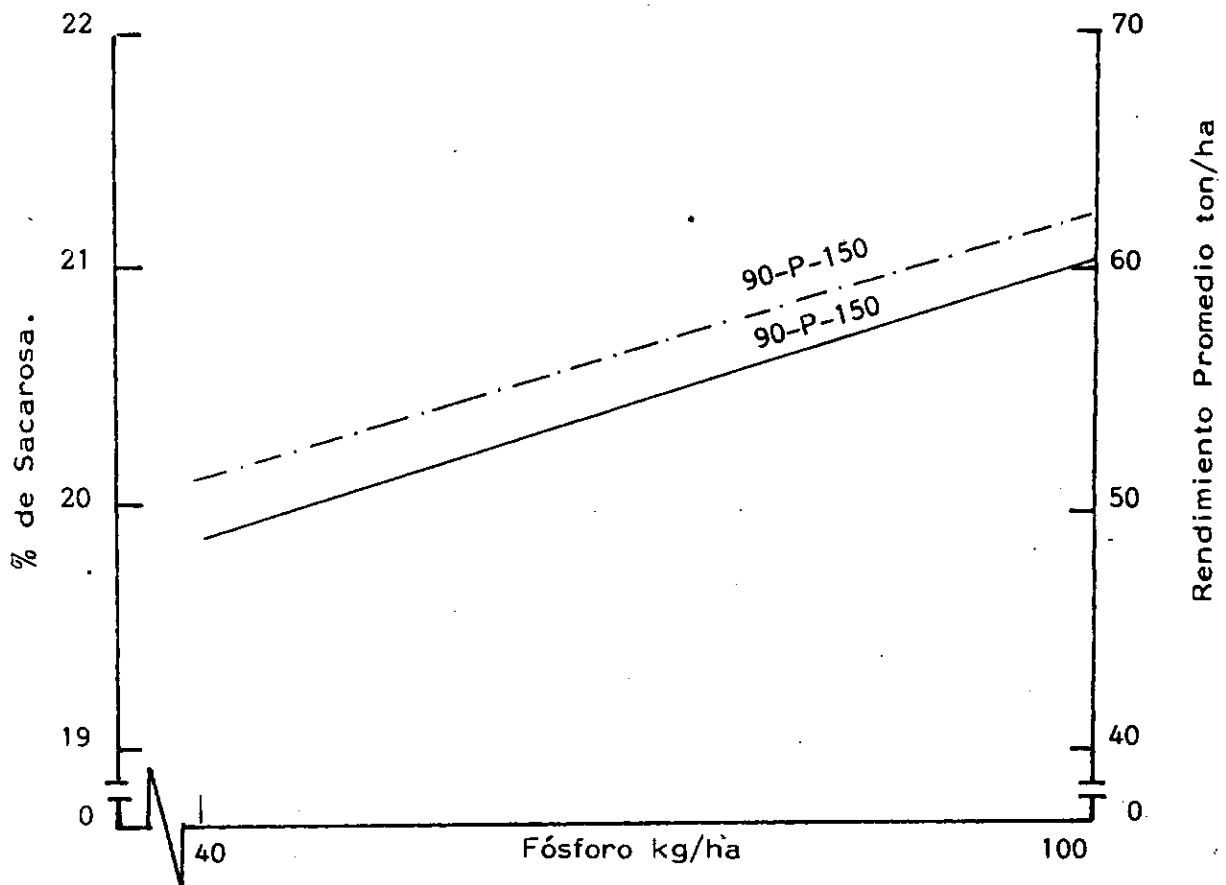


Figura No. 22. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante La Estación.

En cuanto al incremento de las dosis de fósforo en la Figura No. 21, con dosis 90-P-150, tanto el rendimiento promedio de caña de azúcar, como el porcentaje promedio de sacarosa, se incrementan.

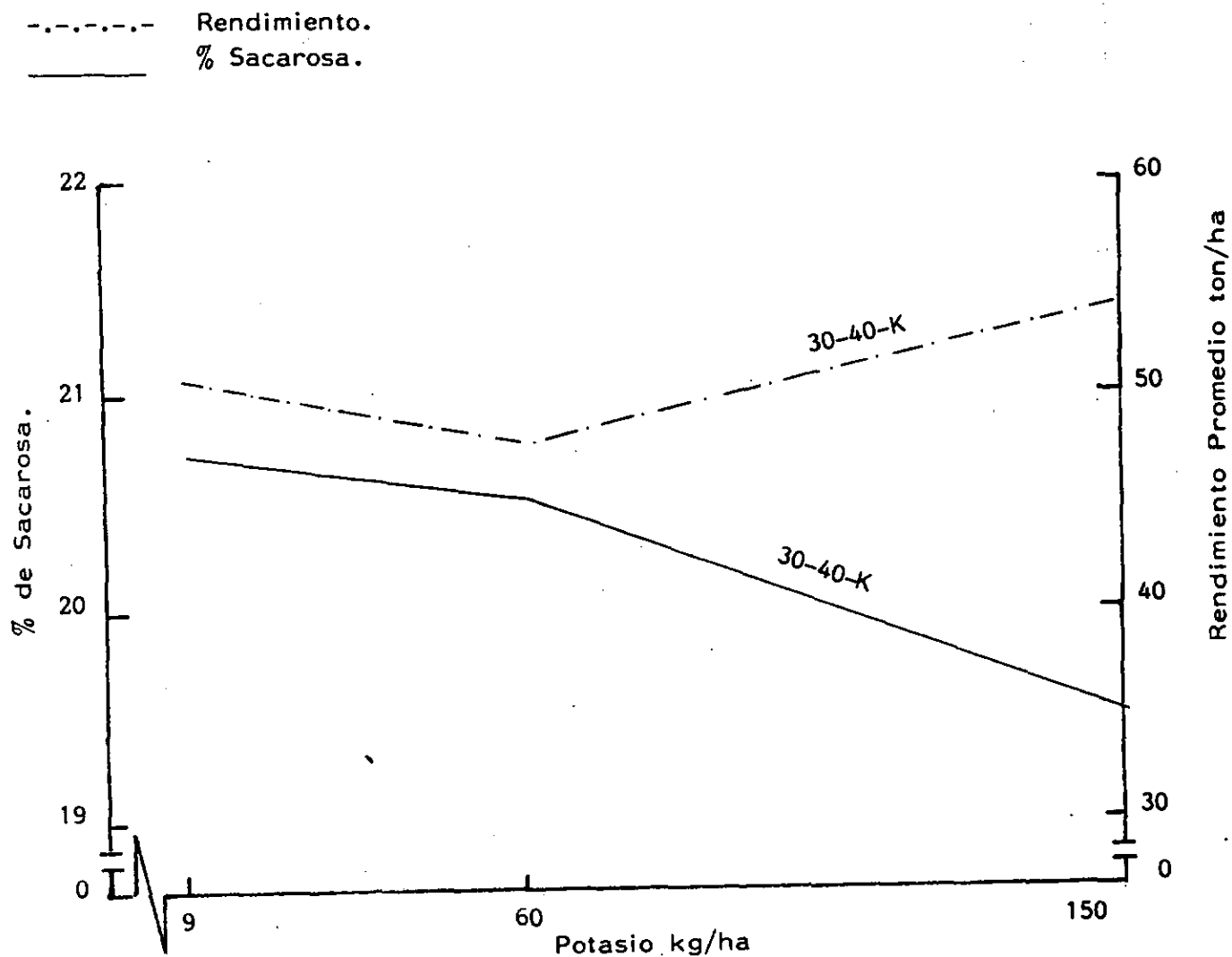


Figura No. 23. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante La Estación.

En la Figura No. 23, se observa que al incrementarse las dosis de potasio de 9 a 60 kg/ha, con dosis de 30-40-K, el rendimiento promedio de caña de azúcar y el porcentaje promedio de sacarosa disminuye; al continuar los incrementos de potasio, el rendimiento de caña se incrementa y el porcentaje de sacarosa disminuye.

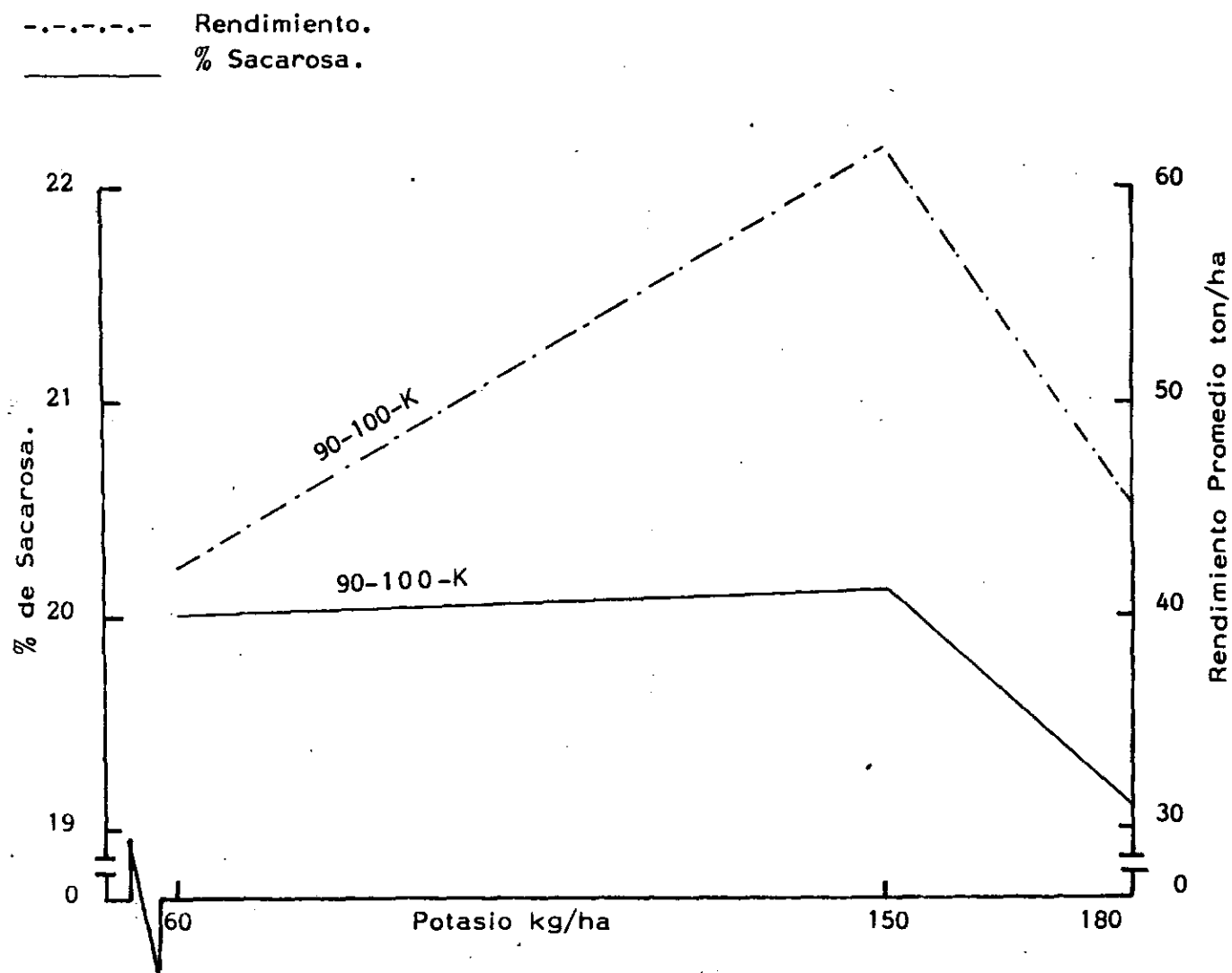


Figura No. 24. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en el Pante La Estación.

Con las dosis de 90-100-K en la Figura No. 24, al incrementar la dosis de potasio, el rendimiento promedio de caña de azúcar y el porcentaje promedio de sacarosa se incrementan, de los 60 a 150 kg/ha; al continuar los incrementos en la dosis de potasio, ambas variables disminuyen.

ANÁLISIS COMBINADOS

Cuadro No. 25. Análisis de Varianza Combinado del Rendimiento de Caña de Azúcar en ton/ha, en los cuatro Pantes.

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.	F. C.	F.	T.
				0.05	0.01
Localidades (Loc.)	3	466.19			
Bloques ÷ Localidades	8	1398.59			
Tratamientos (Trat)	14	132.95	1.12 NS	1.96	
(Loc.) x (Trat.)	42	119.07	0.84 NS	1.50	
Error	112	141.97			
Total	179				

N S = No significativo al 5% de probabilidad.

C. V. = 21%

C.V.= Coeficiente de Variación.

De acuerdo al Cuadro No. 25, se observa que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad, tanto para los tratamientos como para la interacción de las localidades dentro de tratamientos, con un coeficiente de variación de 21%.

Cuadro No. 26. Análisis de Varianza Combinado del Porcentaje de Sacarosa Grados Brix, en los Cuatro Pantes.

Fuentes de Variación	G. L.	C. M.	F. C.	F.	T.
				0.05	0.01
Localidades (Loc.)	3	5.00			
Bloques ÷ Localidades	8	5.40			
Tratamientos (Trat)	14	0.886	0.356NS	1.96	
(Loc.) x (Trat)	42	2.493	0.364NS	1.50	
Error	112	6.840			
Total	179				

N S = No significativo al 5% de probabilidad.

C. V. = 12%

C.V.= Coeficiente de Variación.

El Cuadro No. 26, presenta el análisis de varianza combinado, se observa que no existe efecto significativo al 5% de probabilidad, tanto para los tratamientos como para la interacción de las localidades dentro de tratamientos, obteniéndose un coeficiente de variación de 12%.

Cuadro No. 27. Rendimiento Promedio Total de Caña de Azúcar en ton/ha para los Cuatro Pantes.

Tratamientos en kg/ha				Rendimiento	Ingreso neto
No.	N	P 2 0 5	K 2 0	ton/ha	Q.
1	30	40	60	49.01	545.65
2	30	40	150	56.35	519.78
3	30	100	60	47.10	420.75
4	30	100	150	58.03	482.94
5	90	40	60	52.65	526.43
6	90	40	150	55.37	469.57
7	90	100	60	54.19	451.56
8	90	100	150	56.54	389.33
9	60	70	100	56.21	522.65
10	6	7	9	58.79	824.29
11	100	100	150	51.72	307.44
12	30	7	60	55.05	686.69
13	100	130	180	56.79	300.25
14	30	40	9	56.08	702.73
15	90	100	180	58.14	380.43
D.S.H. al 10%					

D.S.H. = Prueba de Tukey.

N S = No significativo.

En el Cuadro No. 27, se presenta el rendimiento promedio total de los tratamientos evaluados en los cuatro Pantes.

Se observa que, al aplicar el tratamiento 6-7-9 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, se obtiene el mayor rendimiento promedio, que es de 58.79 toneladas por hectárea, con un ingreso neto de Q.824.29; el menor rendimiento promedio se obtiene con el tratamiento 30-100-60 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, que es de 47.10 toneladas por hectárea, con un ingreso neto de Q.420.75.

Con la variación en las dosis de nitrógeno y fósforo, no existe mayor diferencia en cuanto al rendimiento promedio de caña de azúcar y se observa que, con aumento de las dosis de potasio, se tiene un incremento en el rendimiento.

Cuadro No. 28. Porcentaje Promedio total de Sacarosa en Grados Brix, para los cuatro Pantes.

Tratamientos en kg/ha				S a c a r o s a
No.	N	P 2 0 5	K 2 0	%
1	30	40	60	20.96
2	30	40	150	20.43
3	30	100	60	21.01
4	30	100	150	20.70
5	90	40	60	20.81
6	90	40	150	20.48
7	90	100	60	20.42
8	90	100	150	20.20
9	60	70	100	20.44
10	6	7	9	20.90
11	100	100	150	21.10
12	30	7	60	20.27
13	100	130	180	21.05
14	30	40	9	20.47
15	90	100	180	21.06
D.S.H. al 10%				N S

D.S.H. = Prueba de Tukey.

N S = No significativo.

En el Cuadro No. 28, se observa el porcentaje promedio total de sacarosa, obtenido con los diferentes tratamientos de N-P₂O₅-K₂O evaluados en los cuatro Pantes y expresados en grados Brix.

Se observa que con el tratamiento 100-100-150 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, se obtiene el mayor porcentaje promedio de sacarosa, que es de 21.10%; con el tratamiento 90-100-150 el porcentaje promedio de sacarosa es el menor, con 20.20%.

----- Rendimiento.
 _____ % Sacarosa.

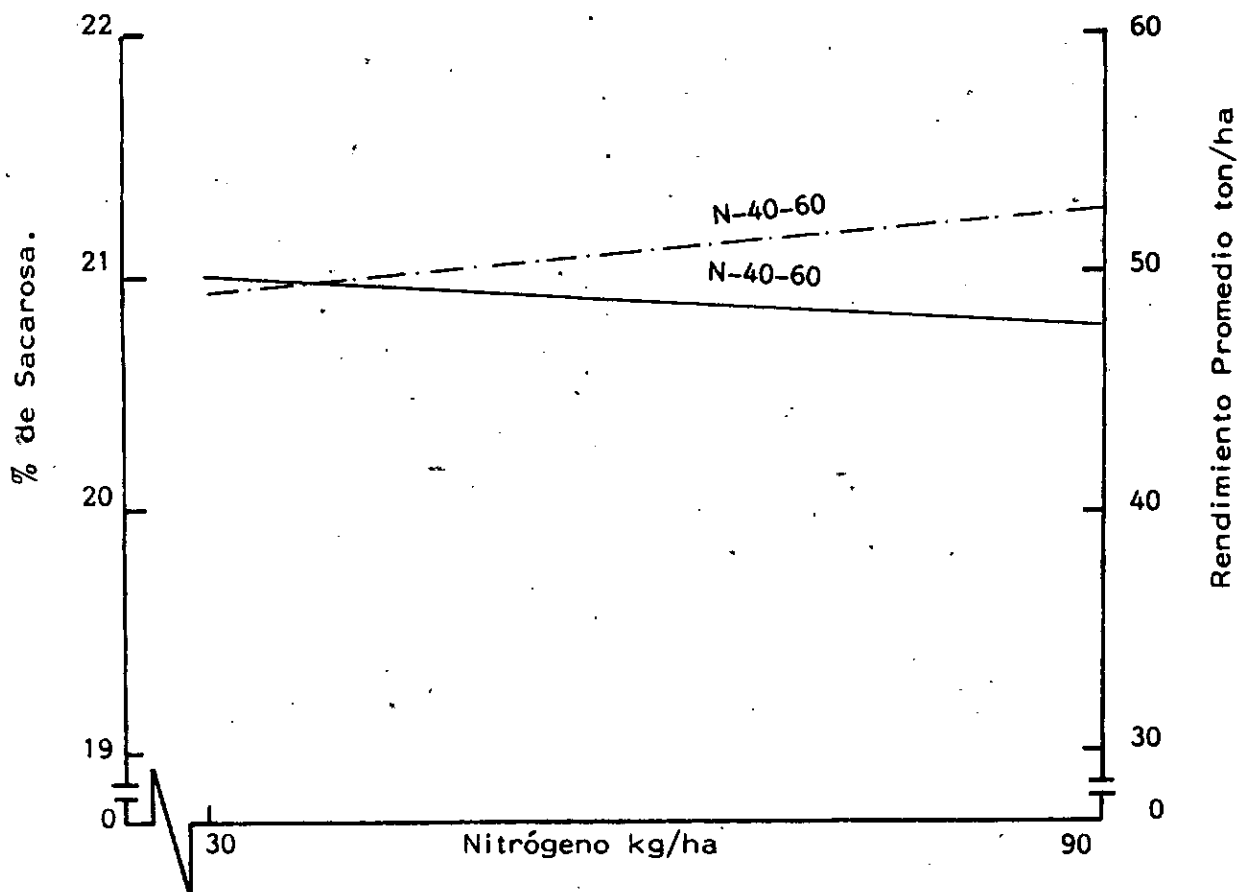


Figura No. 25. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los cuatro Pantes.

Se observa en la Figura No. 25, que con dosis N-40-60, cuando se incrementa la dosis de nitrógeno, el rendimiento promedio de caña se incrementa mientras que el porcentaje promedio de sacarosa disminuye.

----- Rendimiento.
 _____ % Sacarosa.

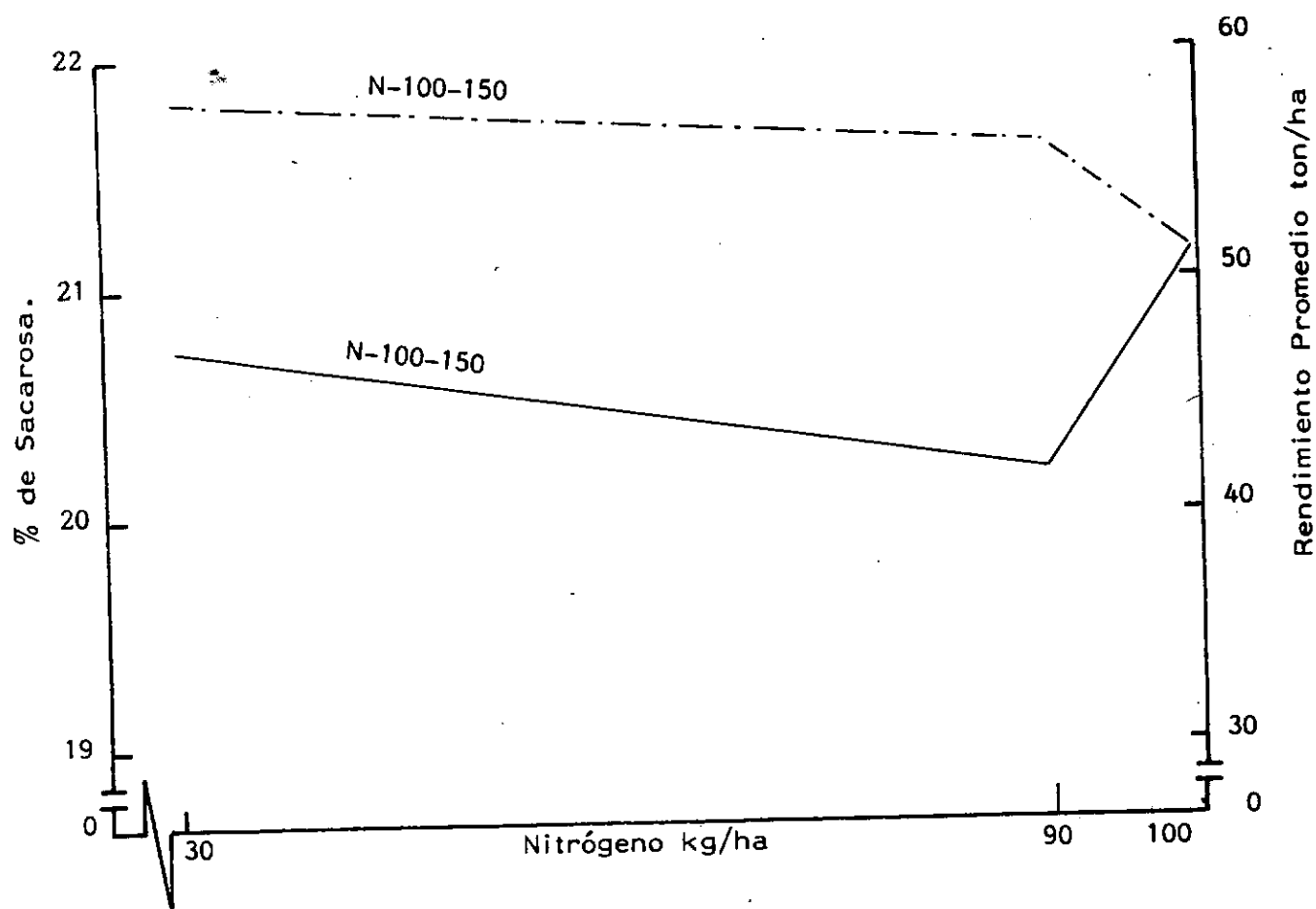


Figura No. 26. Efecto del Nitrógeno sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los Cuatro Pantes.

Cuando las dosis de fósforo y potasio aplicadas son N-100-150 en la figura No. 26, al incrementar las dosis de nitrógeno, el rendimiento promedio de caña disminuye; al igual, el porcentaje promedio de sacarosa, hasta la dosis de 90 kg/ha. Al incrementar en mayores cantidades las dosis de este nutrimento, la variable aumenta.

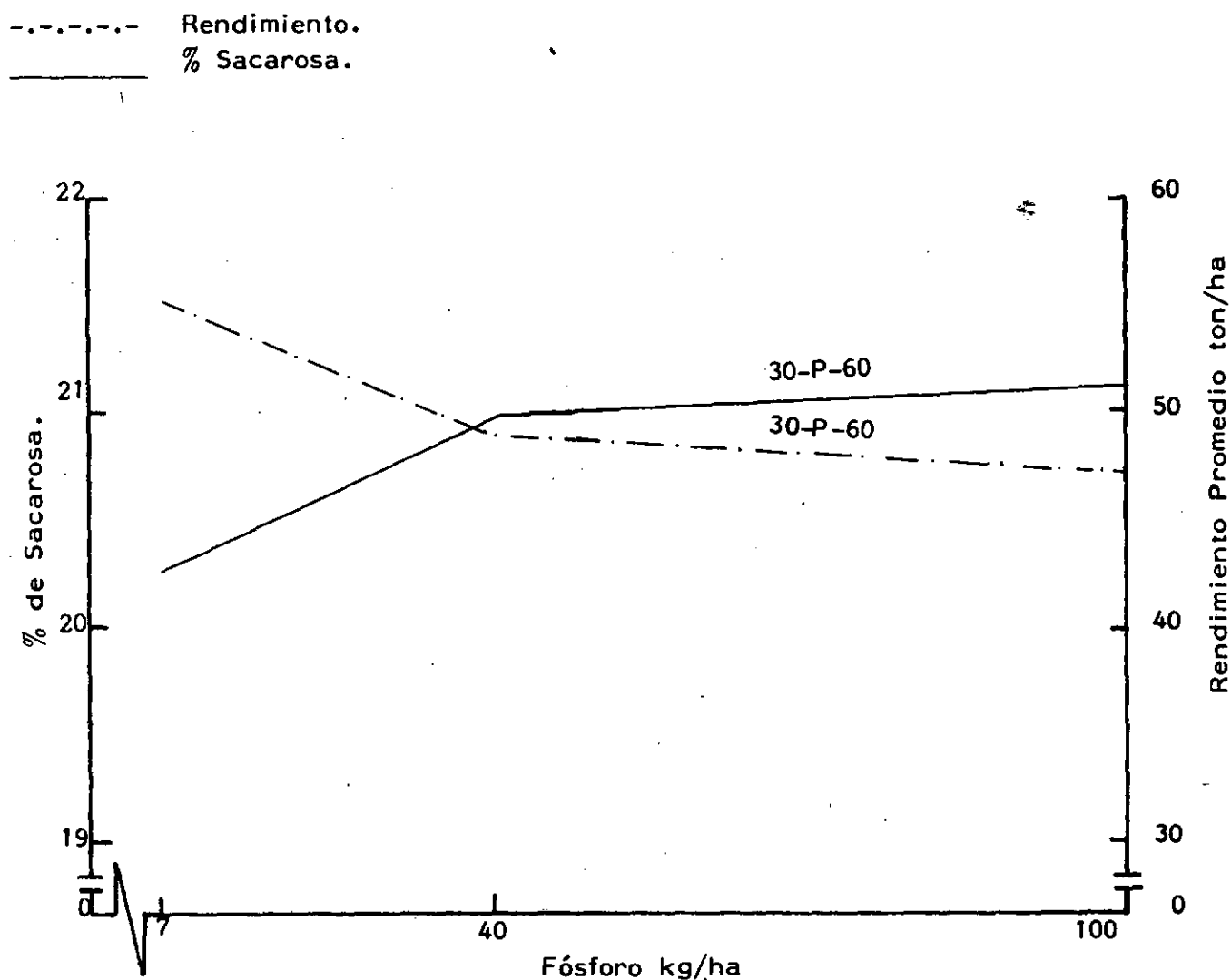


Figura No. 27. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los Cuatro Pantes.

Con el aumento en las dosis de fósforo, ante dosis de 30-P-60 en la Figura No. 28, el rendimiento promedio de caña de azúcar disminuye y el porcentaje promedio de sacarosa se incrementa al principio para luego es tabilizarse.

----- Rendimiento.
 _____ % Sacarosa.

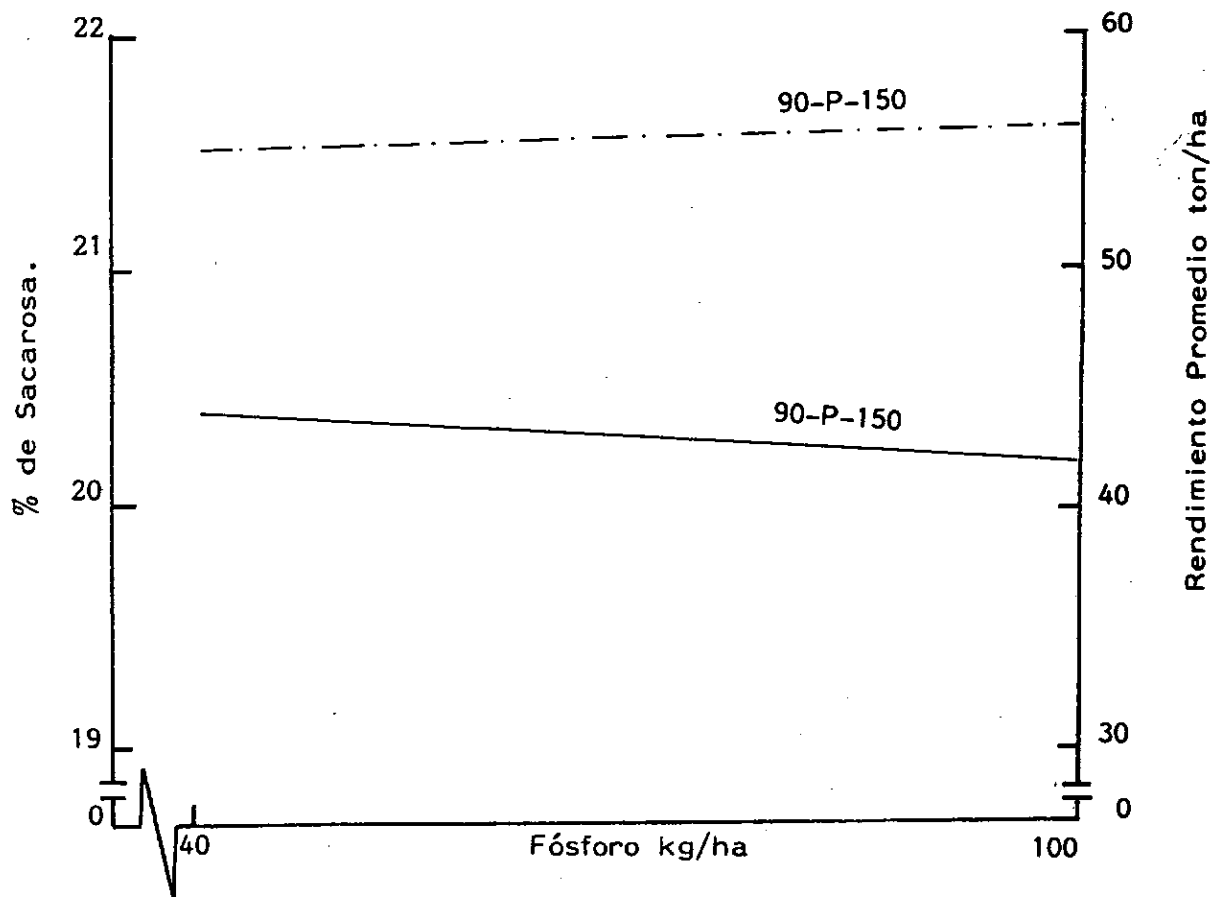


Figura No. 28. Efecto del Fósforo sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los cuatro Pantes.

En la Figura No. 28, al incrementar las dosis de fósforo, cuando le acompañan dosis de 90-P-150, el rendimiento promedio de caña se mantiene estable y el porcentaje promedio de sacarosa disminuye.

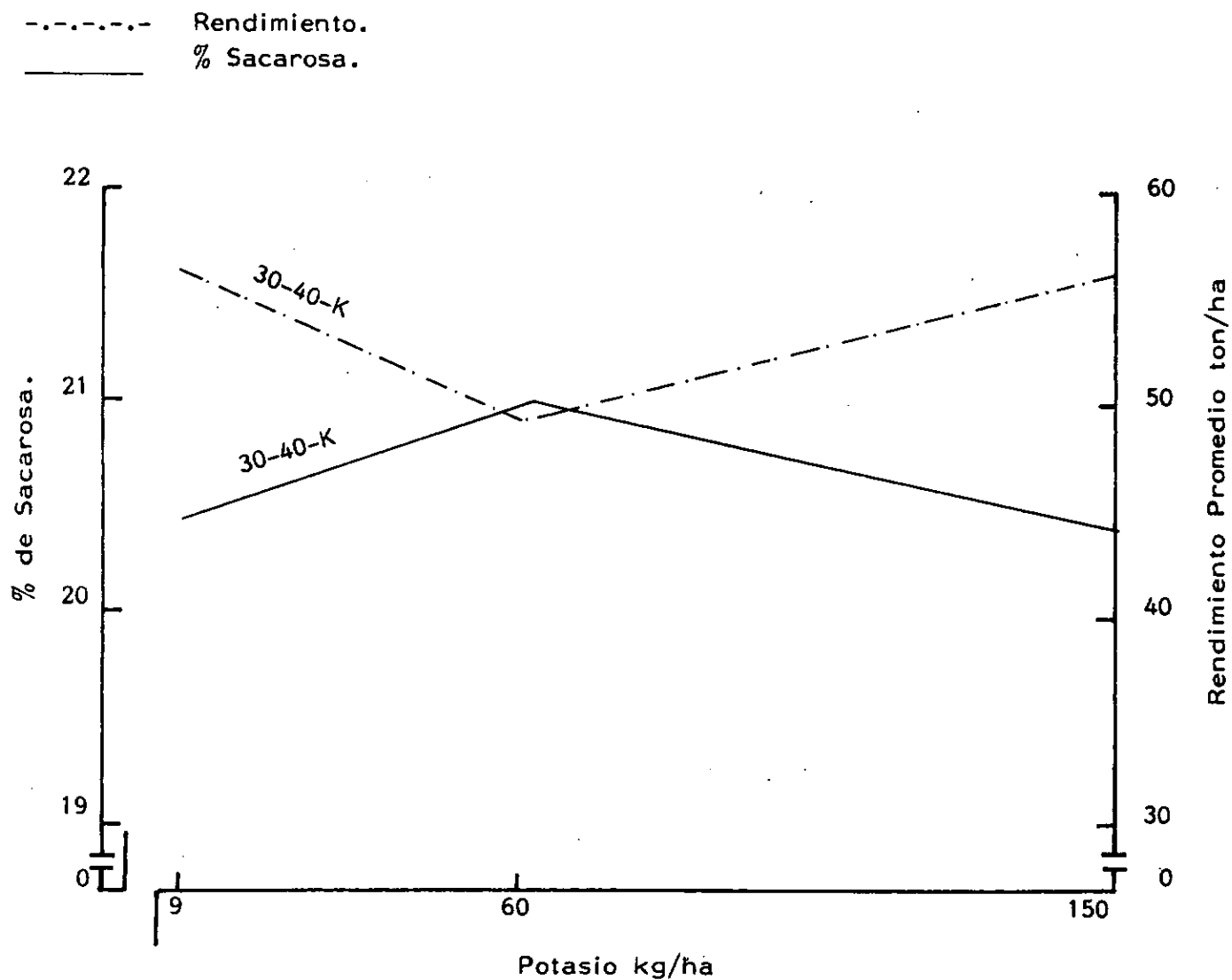


Figura No. 29. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los cuatro Pantes.

En la Figura No. 29, se observa el efecto del incremento de las dosis de potasio, con dosis de 30-40-K; el rendimiento promedio de caña disminuye para luego incrementarse, comportándose el porcentaje promedio de sacarosa en forma inversa.

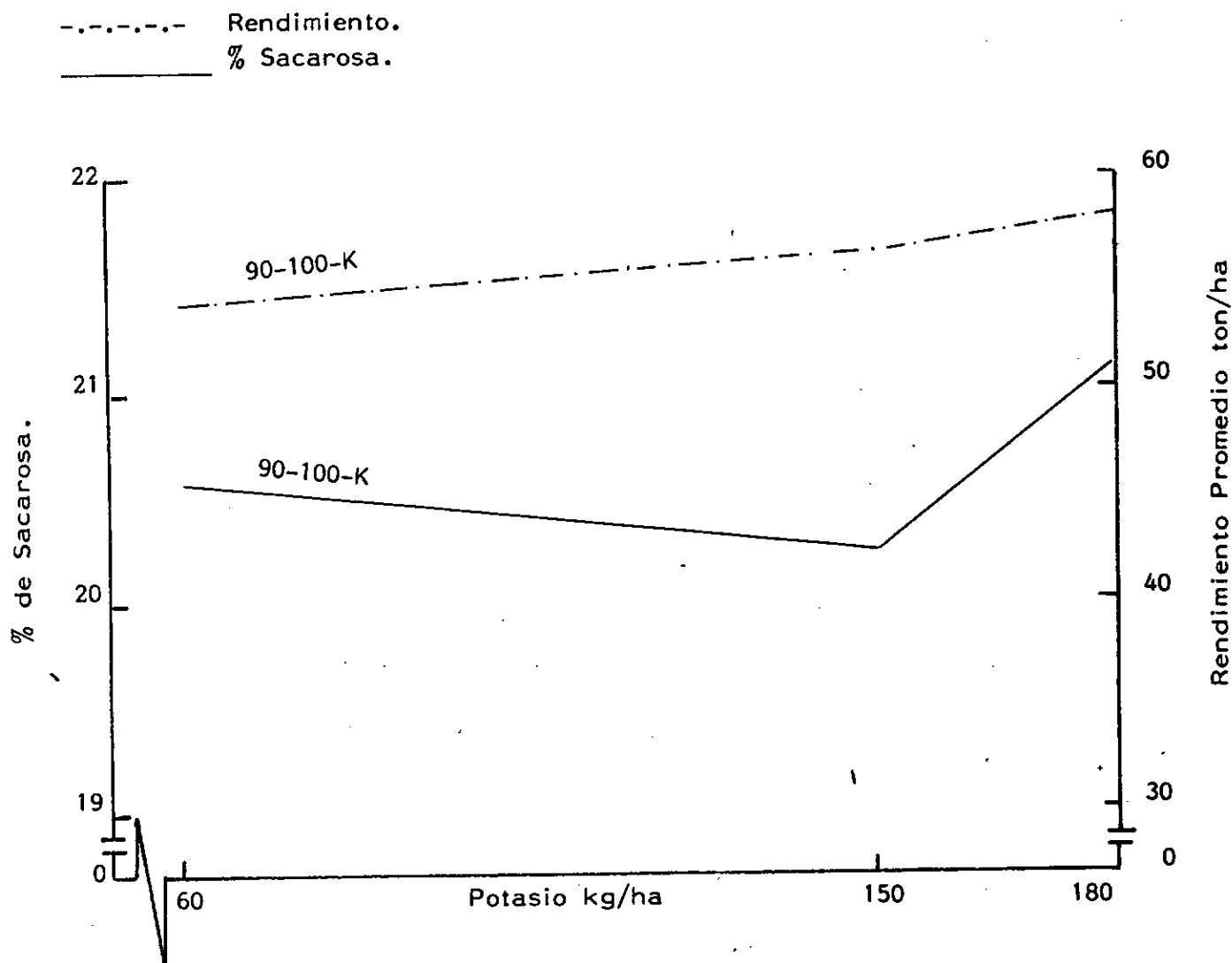


Figura No. 30. Efecto del Potasio sobre el rendimiento y el porcentaje de sacarosa en los cuatro Pantes.

En la Figura No. 30, se observa el efecto del incremento de las dosis de potasio con dosis de 90-100-K, notándose en el rendimiento promedio de caña, un incremento. El porcentaje promedio de sacarosa, al principio disminuye, y luego se incrementa.

ANALISIS DE SUELO

PANTE No. 1:

Al inicio del experimento en el Pante No. 1, los nutrimentos se reportaron en cantidades de: Fósforo 12.5 ppm., Potasio 203 pm., considerados como adecuados.

El Calcio 5.73 meq/100 ml. de suelo, considerado como medianamente bajo. El Magnesio reportó 0.96 meq/100 ml. de suelo, lo cual representa un nivel bajo para este nutrimento. (Cuadro No. 2).

Posterior a la evaluación de la investigación, los nutrimentos se encontraron en las siguientes cantidades: Fósforo 1.58 ppm., Potasio 59.26 ppm., Calcio 5.09 meq/100 ml. de suelo y Magnesio 0.43 meq/100 ml. de suelo (Cuadro No. 4). Lo que evidencia una baja en los niveles de los nutrimentos en relación a los niveles iniciales ya mencionados. En el pH promedio 6.1, considerado como medianamente ácido, no se efectuó ningún cambio.

PANTE EL JOCOTE:

En el Pante El Jocote, los nutrimentos se presentaron según el análisis de suelos, al inicio del experimento con: Fósforo 1.75 ppm., Potasio 40 ppm. y Magnesio 0.69 meq/100 ml. de suelo, los cuales se consideran como niveles bajos.

Entre tanto, el Calcio se reportó un nivel medianamente bajo, con 6.60 meq/100 ml de suelo (Cuadro No. 2).

El análisis de laboratorio posterior a la evaluación de resultados reportó: Fósforo 3.17 ppm., potasio 34 ppm., Calcio 10.82 meq/100 ml. de suelo y Magnesio 1.03 meq/100 ml de suelo. (Cuadro No. 5).

Con relación a los niveles iniciales, el Fósforo, el Magnesio y el Calcio se incrementaron, pero se considera al fósforo y magnesio siempre dentro de niveles bajos, en tanto el Calcio se incrementó a un nivel adecuado. En el potasio no se operó mayor cambio, así mismo, el pH 6.3 no denota ningún cambio en esta localidad.

PANTE SANTO DOMINGO:

En el Pante Santo Domingo, se reportaron niveles bajos, para Fósforo 2.25 ppm., y magnesio 1.23 meq/100 ml. de suelo. Entre tanto el nivel de potasio de 168 ppm. se considera adecuado y el

calcio se encontró en un nivel de 8.97 meq/100 ml. de suelo, así mismo adecuado. (Cuadro No. 2). Luego de la evaluación de la investigación, los nutrimentos se encontraron en las siguientes cantidades: Fósforo 3.45 ppm., Potasio 154 ppm., Calcio 8.19 meq/100 ml. de suelo y Magnesio 0.88 meq/100 ml. de suelo, (Cuadro No. 6). Se nota mayor variación en relación a los niveles de nutrimentos iniciales, pero se observa un incremento en el fósforo, debido a la aplicación en altas dosis de este elemento, lo que se aprecia en la muestra No. 15 que corresponde al tratamiento del mismo número (ver Cuadro No. 6). En cuanto al pH 6.2, no se operó ningún cambio.

PANTE LA ESTACION:

En el Pante La Estación, inicialmente se reportan niveles bajos; el Fósforo 2 ppm., Potasio 84 ppm y Magnesio 1.5 meq/100 ml. de suelo.

El calcio con 7.14 meq/100 ml. que se considera en un nivel ligeramente bajo. (Cuadro No. 2).

Posterior a la evaluación de la investigación, los nutrimentos se reportaron así: Fósforo 2.90 ppm., Potasio 88.17 ppm., Calcio 9.38 meq/100 ml. de suelo y Magnesio 2.83 meq/100 de suelo. (Cuadro No. 7).

Por lo tanto, se asume que se incrementaron los niveles en mínima parte, con relación a los niveles iniciales, debido en algunos casos, a los nutrimentos aplicados. No se observó ningún cambio en cuanto al pH 6.4 se refiere.

VII. CONCLUSIONES

1. Las dosis de N-P-K evaluadas, no tuvieron efecto significativo al 5% de probabilidad sobre el rendimiento y porcentaje de sacarosa, por lo que las hipótesis se rechazan.
2. El análisis de varianza combinado, de edades de plántula de caña de azúcar, determina que no existe significancia al 5% de probabilidad entre localidades. Con lo anterior se concluye que no existe efecto de la fertilización en el rendimiento y porcentaje de sacarosa en caña de azúcar de uno y tres años de edad, aún cuando se observan diferencias de rendimiento entre localidades.
3. En relación a los rendimientos, los mejores resultados se observan en los pantes El Jocote y La Estación, con un promedio de 82.00 y 53.10 toneladas por hectárea, respectivamente, con plántulas de caña de un año.
Los rendimientos menores se observan en los pantes No. 1 y Sto. Domingo, plantados con caña de tres años, con rendimientos promedios que respectivamente son: 40.72 y 43.13 toneladas por hectárea.
4. El cálculo de la dosis óptima económica para capital limitado fue innecesaria, ya que al efectuar el análisis de varianza de los tratamientos, no reportó significancia estadística.
5. Los tratamientos que reportan mayores ingresos netos en las cuatro localidades, por el análisis combinado son:

Tratamientos en kg/ha			Rendimiento	Ingreso Neto
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	ton/ha	Q.
6	7	9	58.79	824.29
30	40	9	56.08	702.73
30	7	60	55.05	686.69
30	40	60	49.01	545.65
90	40	60	52.65	526.43
60	70	100	56.21	522.65

6. Los tratamientos que reportan mayores porcentajes de sacarosa por el análisis combinado son:

Tratamientos en kg/ha			Porcentaje de Sacarosa
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	%
100	100	150	21.10
90	100	180	21.06
30	100	60	21.01
30	40	60	20.96
90	40	60	20.81

7. Los Pantes No. 1 y La Estación, se comportaron en igual forma, por lo que deben estudiarse en forma similar.
8. En general, los niveles de los nutrimentos disponibles en los suelos de la Unidad Docente Productiva Sabana Grande, son bajos.
9. No se obtuvo respuesta a las dosis de nutrimentos evaluados, no obstante tanto antes como después del experimento, los nutrimentos (N-P-K-Ca y Mg) permanecieron bajos en el suelo. Lo que lleva a pensar que, más que utilización de los elementos por exigencia del cultivo, hay fijación y/o pérdidas de nutrimentos en el suelo, por lo que se hace necesario mantener niveles disponibles a base de fertilización.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Según la metodología Plan Puebla (18), se recomienda aplicar los niveles más bajos de los nutrimentos evaluados,

6 kg/ha de nitrógeno.
7 kg/ha de fósforo.
9 kg/ha de potasio.
2. Para posteriores estudios con la metodología Plan Puebla, se recomienda estudiar los niveles por debajo de los nutrimentos evaluados.
3. Los Pantes No. 1 y La Estación pueden ser evaluados como similares en estudios posteriores.
4. La fertilización que se efectúa actualmente en la Unidad Docente Productiva, con el elemento nitrógeno es adecuada, pero se hace necesario proveer a los suelos de los elementos fósforo y potasio, que son de utilidad por los requerimientos propios del cultivo de la caña de azúcar y por tratarse de un monocultivo.
5. En vista de que los nutrimentos N-P-K se mantuvieron bajos y la respuesta a las dosis no fue significativa, se recomienda efectuar estudios de sorción de nutrimentos.
6. Se sugiere proseguir los estudios sobre fertilización del cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), en las edades de 2, 4 y 5 años, con el objeto de obtener la suficiente información para llevar a cabo un eficiente programa de fertilización en el ciclo comercial del cultivo de la caña de azúcar.

IX. BIBLIOGRAFIA.

1. ALVAREZ CAJAS, V. M. Determinación del tamaño óptimo 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. BAUTISTA GOMEZ, E. A. Diagnóstico integral de los agrosistemas de la Finca Sabana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 101 p.
3. BENITEZ CORONADO, J.F. Evaluación de la respuesta de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) a la fertilización con nitrógeno. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1966. 71 p.
4. ESTRADA CASTILLO, C. F. Evaluación de la respuesta en caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) a la fertilización con dos fuentes nitrogenadas en dos épocas y dos formas de aplicación. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1968. 23 p.
5. FLORES, S. Manual de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) Guatemala, INTECAP, 1976. 172 p.
6. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. Estadísticas de los principales productos agrícolas de consumo interno y de exportación Años agrícolas 1972/73-1981/82. Informe económico 28 (3): 169. 1981.
7. -----, DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. Anuario de Comercio Exterior. Guatemala, 1980. p. 13
8. -----, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Guía Técnica para investigación agrícola. Guatemala, 1981. 115 p.
9. MARTINES GUTIERREZ, L. R. Ensayo de fertilización en caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en suelos de la serie Alo tenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1968. 26 p.

10. MATHEU DE LEON, C.R. Ensayo de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1966. 44 p.
11. MIYARES JORDAN, R. Plan de desarrollo de la Finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 36 p.
12. MONTERROSO SALVATIERRA, N. Diagnóstico y programación de la Finca Sabana Grande, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1969. 147 p.
13. NAJERA CAAL, M. A. Respuesta de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) a la aplicación de 5 niveles de N P K. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 78 p.
14. PALENCIA O, A. J. Determinación del tamaño óptimo de parcela para estudios experimental agrícola Sabana Grande. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1965. 42 p.
15. PERDOMO, R. Estudio de la génesis, morfología, propiedades físicas, químicas y meneralógicas y cartografía de suelos de la Finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, Universidad de San Carlos/Instituto Geográfico Nacional, 1968. 73 p.
16. RAMOS ORELLANA, R. V. Monografía del cultivo de la caña de azúcar en la Finca Sabana Grande, Escuintla. Guatemala, Facultad de Agronomía, 1981. 50 p.
17. SIMMONS C., TARANO J. y PINTO J. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Edición en español por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pin~~e~~da Ibarra, 1959.
18. TURRENT F., A. y LAIRD, R. J. La matriz experimental Plan Puebla. 3a. ed., Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 1978. 22 p.

Vc. Bc.
C. Ramirez



APENDICE

COSTOS DE PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR POR MANZANA
EN CAÑA DE SOCA, 1983.

I. GASTOS DIRECTOS		Precio		
	Unidad	Unidad	Unidades	Total Q.
Arrendamiento de la tierra	-----	-----	-----	-----
Labores de preparación del suelo.	-----	-----	-----	-----
Labores Culturales:				
Desbasurado	día	Q.3.20	6	19.20
Limpías	Jornal	3.20	7	22.40
Riego	-----	-----	-----	-----
Cosecha:				
Corte de Caña	ton	3.20	65	208.00
Transporte	ton	2.00	65	130.00
				<u>379.60</u>

II. GASTOS INDIRECTOS

Administración (10% anual sobre capital invertido)	37.96
Arrendamiento	-----
Imprevistos (5% anual sobre capital invertido)	18.98
	<u>436.54</u>

Producción: 65 ton/mz.

ANALISIS ECONOMICO

-Precios de fertilizantes:

46 libras de urea	QQ.14.95
46 libras de triple superfosfato	19.50
60 libras de muriato de potasio	16.25
-Valor del transporte de fertilizante por unidad (saco)	0.50
-Valor de aplicación de fertilizante por saco	3.20
-Valor de producción de 65 ton/mz.	436.54
-Valor de tonelada de caña	15.00

-Cálculo del ingreso neto:

Ecuación de costos: $C = nN + pP + kK$

donde: n, p, k, representa costo de 1 kg de producto, incluido los costos fijos.

N, P, K, representan cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio, utilizadas en cada tratamiento.

-Cálculo de 1 kilogramo de producto, ejemplo fósforo:

--Precio adquisición del fertilizante

46 lbs. -----	Q.19.50	
1 lbs. -----	x	Q. 0.424

--Precio de transporte

46 lbs. -----	Q. 0.50	
1 lbs. -----	x	0.010

--Costo de aplicación

46 lbs. -----	Q. 3.20	
1 lbs. -----	x	0.069

-Costo por libra de fósforo

0.503

-Costo por kilogramo de fósforo

1 lbs. -----	Q. 0.503	
2.2 bs. (1 kg.)	x	1.107

--Costo de un kilogramo de caña (producción)

1000 kg. -----	Q.14.50	
x -----	1.107	76.34 kg
65000 kg.-----	436.54	
76.34 kg.-----	x	Q. 0.513

-Costo total de un kilogramo de fósforo

$$\begin{array}{r} \text{Q. 1.107} \\ 0.513 \\ \hline 1.62 \end{array}$$

Nota: Los elementos nitrógeno y potasio, se calculan en igual forma.

-Cálculos:

$$\text{Ecuación de costo: } C = 1.20 N + 1.62 P + 1.107 k$$

--Costo para el tratamiento No. 1 de la Localidad no. 1

$$\begin{aligned} C &= 1.20 (30) + 1.62 (40) + 1.107 (60) \\ C &= 165.00 \end{aligned}$$

--Ingreso Bruto

$$37.14 \text{ ton} \times \text{Q.15.00} = \text{Q.557.10}$$

--Ingreso Neto: Ejemplo tratamiento No. 1 de la Localidad No. 1.

$$\text{Ingreso bruto} - \text{costos} = \text{Ingreso Neto}$$

$$\text{Q.557.10} - 165.00 = \text{Q.392.10}$$

A N E X O S

**Cuadro No. 29 Datos de Campo Obtenidos para Rendimiento en las cuatro localidades,
con sus respectivas repeticiones, expresados en ton/ha.**

TRATAMIENTOS	LOCALIDAD No. 1			LOCALIDAD No. 2			LOCALIDAD No. 3			LOCALIDAD No. 4		
	REPETICIONES			REPETICIONES			REPETICIONES			REPETICIONES		
No.	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	28.25	24.62	58.55	56.82	62.66	82.18	45.56	20.52	63.60	57.29	47.35	39.77
2	26.51	27.93	58.55	91.07	61.40	107.00	49.24	39.38	55.03	50.35	81.87	50.03
3	26.67	44.51	49.24	58.24	61.71	70.08	38.51	21.62	52.87	56.19	36.46	49.08
4	50.50	33.14	51.45	76.07	72.29	113.95	48.93	44.19	28.72	65.05	46.61	63.45
5	53.98	26.67	47.98	94.70	65.50	97.06	43.72	25.73	27.30	49.24	50.66	49.24
6	22.73	35.67	71.97	95.49	62.18	87.91	40.40	42.77	52.40	48.30	53.66	51.29
7	22.25	34.72	53.82	80.49	75.28	102.43	55.71	28.57	70.70	41.67	52.24	32.35
8	40.25	42.14	46.40	55.87	68.02	93.28	41.67	33.14	59.82	62.50	64.71	58.71
9	33.93	41.35	69.29	68.50	76.07	75.76	53.66	37.58	49.08	55.87	41.04	72.44
10	31.41	37.72	78.91	66.92	92.33	104.32	35.51	29.51	40.40	63.13	71.97	53.35
11	26.04	47.50	36.30	84.12	80.65	68.97	26.04	28.40	77.34	51.29	27.15	66.92
12	22.41	32.67	79.70	92.80	97.06	45.45	31.41	61.87	58.40	61.87	58.40	61.71
13	30.93	37.56	42.77	76.23	86.65	109.69	33.46	37.41	67.08	62.82	54.92	41.98
14	47.66	39.46	38.04	92.17	65.34	109.37	46.24	22.25	60.76	24.31	63.92	63.92
15	47.35	40.56	39.46	90.75	73.55	106.85	41.67	22.73	63.92	59.82	73.39	73.39

Cuadro No. 30 Datos de Campo para Porcentaje de Sacarosa en las cuatro localidades,
con sus respectivas repeticiones, expresados en Grados Brix.

TRATAMIENTOS	LOCALIDAD No. 1			LOCALIDAD No. 2			LOCALIDAD No. 3			LOCALIDAD No. 4		
	REPETICIONES			REPETICIONES			REPETICIONES			REPETICIONES		
Nº.	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	22.25	23.00	22.25	21.10	17.60	21.20	22.75	21.50	18.25	20.50	21.60	19.50
2	23.50	21.75	21.00	22.40	19.80	19.25	20.75	21.00	18.00	21.05	19.70	18.00
3	21.75	21.25	21.75	20.10	18.00	20.05	23.00	20.75	21.50	22.05	21.70	20.20
4	21.00	22.00	20.00	18.80	18.25	23.00	21.75	20.25	19.75	21.60	20.60	21.40
5	20.25	21.25	21.00	20.80	18.70	21.10	22.00	20.75	17.50	22.05	21.70	22.60
6	22.00	22.50	20.75	16.90	20.50	18.70	22.00	22.50	20.50	19.60	19.50	20.30
7	22.00	21.25	17.75	18.10	21.30	22.50	20.75	20.50	20.50	19.20	21.50	19.70
8	22.00	23.00	17.75	18.60	20.00	16.50	20.25	20.75	20.25	18.65	20.90	23.70
9	19.75	22.50	21.75	20.80	21.80	21.15	22.75	22.50	15.25	17.65	21.40	18.00
10	20.75	23.50	21.00	19.80	21.00	22.50	21.00	20.00	19.00	22.05	19.60	20.60
11	22.00	17.75	23.00	22.90	21.75	22.25	20.00	21.75	20.75	20.75	22.20	18.10
12	20.00	21.25	19.50	19.70	19.70	20.25	20.25	22.75	19.25	19.65	19.20	21.70
13	21.50	19.25	20.75	21.20	18.70	22.60	21.50	20.25	22.75	19.60	23.70	20.80
14	19.75	20.50	19.75	20.10	21.75	19.80	20.50	21.00	20.25	22.50	19.00	20.70
15	23.50	19.75	20.50	22.30	21.50	23.40	22.50	19.50	22.25	18.75	20.70	18.10

VIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
D E C A N O