

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EVALUACION DE LA RESPUESTA DE LA
CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officinarum L.)
A LA FERTILIZACION CON NITROGENO**

TESIS

**PRESENTADA ANTE LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR:

JORGE FELIPE BENITEZ CORONADO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO:

INGENIERO AGRONOMO

GUATEMALA, JUNIO DE 1966.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA**

R
01
T(30)

JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano	Ing. Agr. Eduardo D. Goyzueta
Vocal 1o.	Ing. Agr. Mario A. Martínez
Vocal 2o.	Ing. Agr. Héctor E. Murga G.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Otto Slowing H.
Vocal 4o.	Br. Baudilio Jordón
Vocal 5o.	Br. Carlos Salcedo
Secretario	Ing. Agr. Leopoldo Sandoval V.

Tribunal que practicó el Examen General Privado

Decano	Ing. Agr. Eduardo D. Goyzueta
Examinador	Ing. Agr. Mario a Martínez G.
Examinador	Ing. Agr. José Guillermo Pacheco
Examinador	Ing. Agr. Marco Tulio Urizar
Secretario	Ing. Agr. Leopoldo Sandoval V.

Honorable Junta Directiva,
Honorable Tribunal Examinador.

De conformidad con lo estipulado por los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis intitulado:

"EVALUACION DE LA RESPUESTA DE LA
CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.)
A LA FERTILIZACION CON NITROGENO"

Al presentarlo como requisito previo para optar al título de INGENIERO AGRONOMO, espero que merezca vuestra aprobación.

Aprovecho la oportunidad, para presentaros mi respetuoso saludo con las muestras de mi distinguida consideración,

(f) J. Benítez C.

RECONOCIMIENTO

La realización del presente trabajo ha sido posible, gracias a la colaboración de el Departamento de Investigaciones Agrícolas de la Facultad de Agronomía y de la Compañía Esso Central America, quienes ayudaron con el planeamiento, dirección y subsidio económico para su desarrollo

Debo señalar también la estrecha cooperación prestada por las Empresas Agrícolas "El Salto" y "San Diego" del Departamento de Escuintla, donde se localizaron los experimentos.

A estas entidades y empresas, deseo dejar constancia en esta oportunidad, de mi agradecimiento por su magnífica colaboración.

Así mismo el autor hace público su reconocimiento a los Ingenieros Agrónomos: J. Aníbal Palencia y Edgar Ibarra A., y al Ingeniero Químico Mario Braeuner, por sus valiosas sugerencias y en especial a mi Asesor, el ingeniero Agrónomo Mario A. Martínez G. sin cuya orientación difícilmente el presente trabajo se hubiera realizado.

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Eduardo D. Goyzueta V.
Ciudad Universitaria.

Señor Decano:

Atentamente me permito informarle que he asesorado al Br. Jorge Benítez Coronado, en la elaboración de su Tesis de Grado para optar el Título de INGENIERO AGRONOMO.

Dicho trabajo Intitulado "Evaluación de la Respuesta de la Caña de Azúcar (Saccharum officinarum L.) a la Fertilización con Nitrógeno", llena ampliamente los requisitos para ser aceptada como Tesis de Grado. Es una magnífica contribución al conocimiento sobre la fertilidad de los suelos de la zona sur de la República, así como un valioso aporte a los estudios sobre los factores limitantes de la producción de caña de azúcar.

Respetuosamente,

Ing. Agr. Mario A. Martínez G.

DEDICO ESTE ACTO

A MIS PADRES:

Jorge Manuel Benítez
Adelaida C. de Benítez

A MI HERMANA:

Lucrecia Benítez

A LA SEÑORITA:

Blanca Echeverría

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

A MI PATRIA, GUATEMALA.

CONTENIDO

Presentación	
Reconocimiento	
INTR ODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
MATERIALES Y METODOS	6
Localización	6
Material experimental	7
Metodología Estadística	8
RESULTADOS	10
DISCUSION	59
CONCLUSIONES	64
BIBLIOGRAFIA	69



INTRODUCCION

La demanda del consumo mundial de azúcar que se estima de 50-51 millones de toneladas para 1970 y de 60-61 millones de toneladas en 1975, comparada con la producción mundial de 1963 que alcanzó la cifra de 39 millones de toneladas (15), ha creado la imperiosa necesidad de abastecer esa demanda constante a través del incremento de la producción azucarera, principalmente en el Hemisferio Occidental.

Las perspectivas económicas que el cultivo de la caña de azúcar presenta a un país como el nuestro, dotado de zonas ecológicas favorables para su crecimiento, ha motivado un notable incremento en la explotación cañera. Es así como observamos que en 1965 se cosecharon más de 45.000 manzanas, aproximándose la producción a las 140.000 toneladas de azúcar, de las cuales cerca de la tercera parte pertenece anualmente a la cuota internacional de exportación, representando una magnífica fuente de divisas para el país (2)

Las cifras anteriores dan idea de la importancia de nuestra producción azucarera y la necesidad de mejorar los rendimientos de esa producción a través de trabajos de investigación que tengan como meta esa finalidad.

El aumento de los rendimientos de nuestros principales cultivos está íntimamente ligado a la fertilidad del suelo y el cultivo de la caña no es una excepción. La elevada exigencia de nutrimentos en la caña de azúcar motiva el rápido empobrecimiento del suelo, especialmente cuando ésta se explota en forma de monocultivo; en tal caso el requisito primordial para la obtención de cosechas lucrativas lo presenta un adecuado tratamiento de fertilizante, con prácticas de cultivo convenientes.

Por otra parte, cuando el manejo del suelo se hace siguiendo directivas técnicas que tienden a incrementar su fertilidad natural, estamos persiguiendo no solo una finalidad económica como podría pensarse, sino cumpliendo una función eminentemente social al beneficiar a una gran mayoría de trabajadores agrícolas que tienen asegurada una fuente de ingresos constante, al obtenerse producciones lucrativas derivadas de la fertilidad del suelo y cumpliendo al mismo tiempo el tácito compromiso adquirido de entregar a las futuras generaciones el patrimonio constituido por esta riqueza natural.

Las razones anteriores, sumadas a la poca información en el campo de la investigación sobre el uso y aplicación de fertilizantes en caña de azúcar en Guatemala y el convencimiento de la importancia intrínseca que desempeña una buena fertilización en obtener una mayor producción por unidad de área, ha motivado el presente trabajo de Tesis, orientado principalmente hacia el conocimiento de la respuesta en cuanto a sacarosa y rendimiento de la caña a la aplicación de diferentes fuentes de nitrógeno, así como a la época más adecuada en que se debe aplicar.

Podemos señalar que es un paso preliminar en el conocimiento de las condiciones de fertilidad de nuestros suelos, en lo que al cultivo de la caña de azúcar se refiere y será seguido por una serie de trabajos similares, que forman parte del programa de investigación que desarrolla en caña de azúcar el Departamento de Investigaciones Agrícolas de la Facultad de Agronomía.

REVISION DE LITERATURA

La fertilidad natural de la tierra constituye un fe-

nómeno de características particulares en cualquier parte del mundo. En efecto, casi todos los tipos de suelos contienen solamente cantidades limitadas de uno más de los elementos nutritivos necesarios para el óptimo crecimiento de los cultivos. Las cosechas y la lixiviación del suelo grandes cantidades de elementos nutritivos y por lo tanto pocos cultivos pueden ser cosechados económicamente por más de unas pocas décadas, tal es el caso de la caña si no se le suplementa mediante la aplicación de nutrimentos. Por lo demás en muchas áreas las pérdidas por erosión son muy severas. Así en toda actividad agrícola permanente, el mantenimiento de la fertilidad de los suelos trasciende toda otra consideración y este propósito solo puede alcanzarse mediante el retorno a la tierra de aquellos elementos nutritivos que han sido extraídos por los cultivos, la lixiviación y la erosión. (13)

La fertilización nitrogenada en la mayoría de los suelos es una medida correcta y necesaria. Su dosificación será adecuada si satisface la demanda de la planta y armoniza simultáneamente con las exigencias de ácido fosfórico y potasa. (5)

Sin embargo en Guatemala en las zonas ecológicas que ocupa el área cañera en la costa del Pacífico, se tiene la experiencia que ensayos de fertilización con NPK, conducidos en maíz (7) se ha obtenido respuesta únicamente a la aplicación de Nitrógeno. Un efecto similar se ha observado en aplicaciones efectuadas en otros cultivos anuales.

Los resultados obtenidos con un cultivo se pueden generalizar (7) a los demás en cada zona, pues se considera en fertilización que el factor determinante de la producción es el contenido de nutrimentos aprovechables

en el suelo, aunque los requerimientos de éstos varíen más o menos de un cultivo a otro.

En ensayos de diferentes fuentes de Nitrógeno realizado en México, (8) Reyes informa que utilizando Sulfato de Amonio, Aquamomia y Amoniaco como fuentes de Nitrógeno en caña de azúcar, aplicados a razón de 100 Kg/Ha, no hubo diferencia significativa entre tratamientos ni entre repeticiones, considerando especiales las condiciones del ensayo, porque el número de repeticiones logradas no fue suficiente para análisis estadístico y las condiciones de variabilidad del suelo fueron altas, ya que el ensayo abarcó 78 Has. Por ello sugiere que para conclusiones definitivas es necesario establecer un diseño experimental adecuado en el cual se controle la variabilidad del suelo.

Ulivarri (14) indica que en la Argentina, hasta el presente ha sido práctica común la utilización de abonos nitrogenados en dosis aproximadas de 50 a 60 Kg/Ha en plantaciones de caña. Esta recomendación está fundamentada en los estudios realizados por la Estación Experimental Agrícola de Tucumán, y agrega que el Nitrógeno es el principal elemento para el incremento de la producción de caña por Ha. y que con la aplicación de fósforo y potasio no se han obtenido datos positivos en numerosos ensayos experimentales.

Señalando la importancia de la aplicación de Nitrógeno en la caña Menimato en la Argentina ((6)) indica que el Nitrógeno ocupa un lugar preponderante, debido a que es fundamental en relación al aumento de rendimiento bruto, aunque admite un leve efecto depresivo sobre los contenidos de sacarosa, disminuyendo esta acción con la edad del corte y que en general puede estimarse que la leve depreciación de sacarosa, es amplia-

mente compensada por los mayores rendimientos de caña, así como un desarrollo más rápido por lo que precisa menos cultivo y en general la caña es más sana y vigorosa, produciéndose menos fallas en los surcos, siendo también las cepas más duraderas y conservando la fertilidad permanente de la tierra.

Agrega Menimato que en la elección del fertilizante a utilizarse por el productor como fuente de Nitrógeno juegan numerosos factores que se tienen que valorizar para su uso. Influye la economía de los mismos, su concentración, facilidad de manipuleo y dosificación, sistemas de aplicación, mayor o menor rapidez de acción, efectos secundarios y valores adicionales por acción de otros elementos que pueda contener por naturaleza el fertilizante utilizado en su composición.

En Waialaa, Hawai (4), el uso de nitrógeno ha aumentado entre 1949 y 1953 en 41% y el de potasa en 288%, de tal manera que hoy en día los promedios de fertilización de NPK por Ha. en caña de azúcar se elevan a 330 Kg de nitrógeno, 168 Kg de fósforo y 350 Kg de potasio. El resultado de tan intensivo tratamiento es el mantenimiento de la soca por mayor tiempo en estado remunerativo, así como producir rendimientos aún mayores que en la caña de siembra.

Las conclusiones obtenidas respecto a la respuesta de la caña de azúcar a los fertilizantes nitrogenados, no descartan según tipo de suelo y dosis a emplear la posible acción de otros elementos.

En Puerto Rico (10) y otras partes del mundo (11) se ha observado que en suelos pobres y con dosis muy altas de nitrógeno comienza a significarse la relación N-Nitrógeno-Potasio y aún en esas condiciones muy debil

mente la acción del Fósforo.

En Perú (9) coinciden al demostrar que el potasio no ha tenido influencia sobre los rendimientos cuando el nivel nitrogenado ha sido bajo, pero ha mejorado sensiblemente cuando está asociado a dosis medias y altas de nitrógeno.

En Cuba (3) se ha puesto en evidencia la interacción Nitrógeno-Potasio y la mayor rentabilidad la proporcionó el Nitrato Potásico (15-0-10) en dosis próximas a las 400 Kg/Ha.

En los suelos cañeros de México (1) generalmente pobres en nitrógeno con algunas deficiencias en fósforo y casi todos con buen nivel de potasio, el fósforo y el potasio solos o combinados, rara vez dan respuesta si no van acompañados del nitrógeno.

MATERIALES Y METODOS

Localización

Los ensayos de fertilización que comprende el presente trabajo fueron llevados a cabo en lotes de las fincas "El Salto" y "San Diego".

La finca "El Salto" está localizada en la jurisdicción del Municipio de Escuintla, Departamento de Escuintla, a 396 m. de altura sobre el nivel del mar, a una latitud de 14°19' Norte y a una longitud de 90°48' Oeste. La precipitación pluvial total en el año 1965 fue de 2931 mm., con un promedio mensual de 244.25 mm., distribuida principalmente durante los meses comprendidos de mayo a octubre; sus suelos pertenecen a la serie Palín según Simmons et. al (12)

La finca "San Diego" está también ubicada en el Municipio de Escuintla, Departamento del mismo nombre, a 640 m. de altura sobre el nivel del mar, a una latitud de 14°22' Norte y a una longitud de 90°48' Oeste. La precipitación pluvial anual se estima en 3500 mm., ya que no se lleva un registro de la misma. Sus suelos pertenecen a la serie Yepocapa de acuerdo con Simmons et. al (12)

Material Experimental

En el presente estudio se condujeron 2 ensayos. Uno de ellos sobre fuentes de nitrógeno y épocas de aplicación en las fincas "El Salto" y "San Diego" y otro sobre dosis de nitrógeno en la finca "El Salto".

1. Ensayo sobre fuentes de nitrógeno y épocas de acción

Finca "El Salto"

Area cubierta: 3.600 m.²

Edad: 3 años

Variedad de caña: Barbados 37-172.

Espaciamiento entre surcos: 1,80 m.

Sistema de siembra: Doble hilera.

Riego: No uniforme.

Colocación de desechos: Sobre el área entre sur alternos, con rotación anual.

Finca "San Diego"

Area cubierta: 3.600 m.²

Edad: 4 años

Variedad de caña: Barbados 37-172.

Espaciamiento entre surcos: 1,80 m.

Sistema de siembra: Una hilera.

Riego: No hubo.

Colocación de desechos: Sobre el área entre surcos.

2. Ensayo sobre niveles de nitrógeno

Finca "El Salto"

Área cubierta: 2, 250 m.²

Edad: 3 años.

Varietal de caña: Barbados 37-172.

Espaciamiento entre surcos: 1, 80 m.

Sistema de siembras: Doble hilera.

Riego: No uniforme.

Colocación de desechos: Sobre el área entre surcos alternos, con rotación anual.

En el ensayo sobre fuentes y épocas de aplicación de nitrógeno los tratamientos seleccionados fueron Urea, Nitrato de Amonio y Sulfato de Amonio, distribuidos a razón de 200 Kg/Ha, con una dosis fija de Fósforo de 100 Kg/Ha. La aplicación de nitrógeno se hizo en banda superficial a ambos lados del surco y el fósforo se aplicó a una profundidad de 5-10 cm. aun lado del surco, evitando lesionar las raíces de las plantas.

La aplicación de fertilizante se llevó a cabo en tres diferentes épocas: Una dosis total al principio (después del corte); media dosis al principio y media dosis 40-60 días después y una dosis total 40-60 días después de la primera aplicación.

En el ensayo sobre niveles de nitrógeno, se utilizó la fuente de Nitrato de Amonio en cinco diferentes dosis de 0-100-200-300-400 Kg/Ha, con una dosis fija de fósforo de 100 Kg/Ha; el fertilizante se aplicó una sola

vez en la forma descrita para el ensayo anterior.

Metología estadística

1. Ensayo sobre fuentes de Nitrógeno y Epocas de Aplicación

Los 10 tratamientos seleccionados fueron colocados en un diseño de Bloques al Azar con cuatro repeticiones, utilizando parcelas de 90 m.^2 ($9 \times 10 \text{ m.}$), con cinco surcos de caña de 10 m. de longitud. El área por parcela para la toma de datos fue de $43,20 \text{ m.}^2$ con 3 surcos de 8 m. de longitud.

Los datos que se tomaron se refirieron a caña faltante, porcentajes de sacarosa, rendimiento de azúcar por tonelada de caña, peso de caña y análisis físico-químico de las muestras de suelo tomadas antes de las aplicaciones de los tratamientos. Los porcentajes de sacarosa fueron transformados a grados angulares (arco seno $\sqrt{\%}$). Los pesos de caña en Kg. fueron ajustados en relación a la caña faltante por parcela. Los datos para cada uno de los atributos fueron sometidos al análisis de variancia (prueba "F"). Se determinaron los errores estándares, mínima diferencia significativa y coeficiente de regresión, así como las medias de cada uno de los atributos clasificados por tratamiento a fin de poder efectuar las comparaciones necesarias.

2. Ensayo sobre Niveles de Nitrógeno

Los atributos, análisis y otras determinaciones fueron similares a las descritas en el ensayo anterior.

RESULTADOS

Resultados del ensayo sobre Fuentes y Epocas de aplicación de Nitrógeno en la Finca "El Salto".

Cuadro No. 1 PORCENTAJES DE SACAROSA OBSERVADOS EN LAS PARCELAS

EXPERIMENTALES

	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
1. Urea, dosis completa después del corte	16.54	15.68	15.38	11.68	59.28
2. Urea, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días.	17.54	11.66	14.37	16.74	60.31
3. Urea, dosis completa a los 40-60 días.	15.58	15.21	16.57	12.88	60.24

PORCENTAJES DE SACAROSA OBSERVADOS EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES
(Continuación)

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
4. Nitrate de Amonio, dosis completa después del corte	15.86	15.15	15.56	16.54	63.11
5. Nitrate de Amonio $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días	15.40	16.37	16.85	16.28	64.90
6. Nitrate de Amonio dosis completa a los 40-60 días	15.06	13.72	16.11	13.92	58.81
7. Sulfate de Amonio, dosis completa después del corte	16.45	15.47	18.77	14.90	65.59
8. Sulfate de Amonio, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días	15.53	14.28	18.90	17.42	66.13

PORCENTAJE DE SACAROSA OBSERVADOS EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES
 (Continuación)

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
9. Sulfato de Amonio, dosis com- pleta a los 40-60 días del corte	16.43	15.23	16.73	13.49	61.88
10. Testigo: sin aplicación	15.08	15.16	16.03	16.68	62.95

Cuadro No. 2. ANALISIS DE VARIANCIAS DEL CONTENIDO DE SACAROSA (PORCENTAJES TRANSFORMADOS A GRADOS ANGULARES)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total:	39	59, 1674		
Repeticiones				
Tratamientos:	3	12, 1466	4, 049	2, 96*
Fertilizantes vs. testigo	1	0, 1048	0, 1048	0, 08 NS
Fuentes de Nitrógeno	2	5, 0267	2, 513	1, 84 NS
Épocas de aplicación	2	2, 8316	1, 416	1, 03 NS
Fuentes x Épocas	4	2, 1051	0, 526	0, 38 NS
Error	27	36, 9526	1, 369	

(*) Significativo al 0, 05 de probabilidad
(NS) No significativo.

Cuadro No. 3. PORCENTAJES MEDIOS DE SACAROSA PARA LAS COMBINACIONES DE FUENTE DE NITROGENO Y EPOCAS DE APLICACION

Fuente	Epoca	Dosis completa después del corte.	$\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días.	Dosis completa a los 40-60 días del corte.	Media para fuentes.
Urea		14.82	15.08	15.06	14.99
Nitrato de Amonio		15.78	16.22	14.70	15.57
Sulfato de Amonio		16.40	16.53	15.47	16.13
Media para épocas		15.67	15.94	15.08	15.56
Testigo		15.74	Error standar,	medias marginales	\pm 0.35

Es importante señalar que de acuerdo con el análisis de variancia (Cuadro No. 2), estas diferencias no fueron significativas, por lo que todos los tratamientos pueden considerarse estadísticamente similares (incluyendo el testigo) en lo que se refiere a efectos sobre el porcentaje de sacarosa.

Los resultados del contenido de sacarosa ilustrados en el Cuadro No. 3, muestran algunas diferencias en lo que respecta a las fuentes de nitrógeno, ya que se nota un aumento progresivo del porcentaje de sacarosa correspondiente a Urea, Nitrato de Amonio y Sulfato de Amonio en este orden, pero con relación al testigo solamente el Sulfato de Amonio mostró aumento. También se notan pequeñas diferencias entre las medias de épocas de aplicación. La combinación de fuente de nitrógeno y época de aplicación correspondiente a su mayor porcentaje de sacarosa, fue la de Sulfato de Amonio aplicando media dosis después del corte y la otra media dosis a los 40-60 días.

**Cuadro No. 4 RENDIMIENTO EN LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CAÑA
EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.**

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
1. Urea, dosis completa des- pués del corte.	192	185	180	136	693
2. Urea, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-- 60 días.	202	131	167	136	636
3. Urea, dosis completa a los 40-60 días.	180	174	189	145	688
4. Nitrato de Amonio, dosis completa después del corte.	183	178	184	193	738
5. Nitrato de Amonio $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días.	178	188	192	185	743

**RENDIMIENTO EN LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CAÑA EN LAS PARCE-
LAS EXPERIMENTALES.**

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
6. Nitrate de Amonio dosis com- pleta a los 40-60 días	172	156	186	159	673
7. Sulfato de Amonio, dosis completa después del corte	189	178	217	168	752
8. Sulfato de Amonio, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días	178	162	220	200	760
9. Sulfato de Amonio, dosis completa a los 40-60 días del corte	188	173	192	156	709
10. Testigo: sin aplicación	164	176	187	192	719

Cuadro No. 5. ANALISIS DE VARIANCIA DEL RENDIMIENTO EN LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CAÑA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F
Total:	39	15014,975		
Repeticiones	3	3839,275	1279,76	4,48*
Tratamientos:				
Fertilizantes vs. testigo	1	17,336	17,34	0,06 NS
Fuentes de Nitrógeno	2	1802,056	901,03	3,15 NS
Epoca de aplicación	2	540,722	270,36	0,95 NS
Fuentes x Epocas	4	1096,111	274,03	0,96 NS
Error	27	7719,475	285,91	

(*) Significativo al 0,05 de probabilidad.

NS No significativo.

Cuadro No. 6. RENDIMIENTOS MEDIOS EN LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CAÑA, PARA LAS COMBINACIONES DE FUENTES DE NITRO - GENO Y EPOCAS DE APLICACION

Fuente	Época Dosis completa después del cor- te.	$\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40- 60 días.	Dosis completa a los 40-60 días del corte	Media para fuentes
Urea	173.25	159.00	172.00	168.08
Nitrito de Amonio	184.50	185.75	168.25	179.50
Sulfato de Amonio	188.00	190.00	177.25	185.08
Media para épocas	181.92	178.25	172.50	177.50
Testigo	179.75	Error standar, medias marginales		± 4.88

El análisis de variancia (Cuadro No. 5) muestra que las diferencias entre tratamientos en lo que corresponde a rendimiento de azúcar por tonelada de caña, no fueron significativas.

Los resultados del rendimiento de azúcar en libras por tonelada de caña, para las distintas combinaciones de fuentes de nitrógeno y épocas de aplicación se muestran en el Cuadro No. 6. Es notorio que las mayores diferencias se manifiestan entre fuentes de nitrógeno, correspondiendo al Sulfato de Amonio un rendimiento superior al testigo y a las otras fuentes (éstas últimas tienen rendimientos inferiores al testigo). La mejor época de aplicación parece ser después del corte, aunque la mejor combinación de fuente de nitrógeno y época de aplicación, al igual que lo observado con el contenido de sacarosa, corresponde a Sulfato de Amonio aplicado media dosis después del corte y media dosis a los 40-60 días de la primera aplicación.

Cuadro No. 7. PESO DE CAÑA EN KILOGRAMOS, POR PARCELA EXPERIMENTAL

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
1. Urea, dosis completa después del corte	327.27	307.73	267.73	295.00	1197.73
2. Urea, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días	277.27	383.63	300.45	324.56	1285.91
3. Urea, dosis completa a los 40-60 días	327.27	327.27	308.18	330.45	1293.17
4. Nitrato de Amonio, dosis completa después del corte	197.27	320.91	242.73	257.78	1018.69
5. Nitrato de Amonio $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días	378.18	401.82	353.18	326.36	1459.54

Cuadro No. 7 PESO DE CAÑA EN KILOGRAMOS, POR PARCELA EXPERIMENTAL
(Continuación)

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
6. Nitrate de Amonio dosis completa a los 40-60 días	368.18	418.64	416.81	252.27	1455.90
7. Sulfato de Amonio, dosis completa después del corte	276.36	351.82	285.45	258.64	1172.27
8. Sulfato de Amonio, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días.	290.00	501.82	336.82	310.91	1439.55
9. Sulfato de Amonio, dosis completa a los 40-60 días del corte	252.73	263.64	312.73	321.82	1150.92
10. Testigo: sin aplicación	406.36	308.18	363.18	225.90	1303.62

Cuadro No. 8. ANALISIS DE VARIANCI A DE LOS PESOS DE CAÑA EN KILOGRAMOS POR PARCELA EXPERIMENTAL

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total:	39	140591,58		
Repeticiones	3	24623,53	8207,84	3,27 *
Tratamientos:	(9)	(48166,26)	(5351,81)	(2,14) NS
Fertilizantes vs. testigo	1	186,19	186,19	0,07 NS
Fuentes de Nitrógeno	2	1508,95	756,47	0,30 NS
Épocas de aplicación	2	27132,45	13566,22	5,40 *
Fuentes x Épocas	4	19338,68	4834,67	1,93 NS
Error	27	67801,79	2511,18	---
Tratamientos ajustados	9	39907,48	4434,16	2,04 NS
Error ajustado	26	56633,25	2178,20	---

Coefficiente de regresión (peso-caña faltante): $b = -9,44$ *

(*) Significativo al 0,05 de probabilidad.

(NS) No significativo.

Cuadro No. 9 PESOS MEDIOS AJUSTADOS, EN KILOGRAMOS DE CAÑA POR PAR-
CELA EXPERIMENTAL PARA LAS COMBINACIONES DE FUENTE DE —
NITROGENO Y EPOCAS DE APLICACION.

Fuente	Epoca	Dosis completa despues del corte	½ dosis des- pues del cor- te y ½ dosis a los 40-60 dias	Dosis completa a los 40-60 dias del corte	Media para fuentes,
Urea		303.61	327.52	311.40	314.18
Nitrato de Amonio		262.60	348.45	368.89	326.65
Sulfato de Amonio		285.42	358.57	299.59	314.53
Media para épocas		283.88	344.85	326.63	--, --
Testigo		328.64	Error estandar	medias marginales	± 13.44

Cuadro No. 10 PESOS MEDIOS AJUSTADOS, EN TONELADAS DE CAÑA POR MAN
ZANA PARA LAS COMBINACIONES DE FUENTE DE NITROGENO Y
EPOCA DE APLICACION

Epoca	Dosis completa después del corte	$\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40- 60 días	Dosis completa a los 40-60 días del corte	Media para fuentes
Urea	54.12	58.38	55.50	56.00
Nitrato de Amonio	46.81	62.11	65.75	58.22
Sulfato de Amonio	50.87	63.91	53.40	56.06
Media para épocas	50.60	61.47	58.22	56.76
Testigo	58.51	Error standar,	para medias marginales = +	2.40

Con relación al testigo, las medias para fuentes aparecen inferiores, aunque según el análisis de variancia (cuadro No. 8) estas diferencias no son significativas.

Los resultados de los pesos medios ajustados (según la caña faltante en las parcelas), se muestran en los Cuadros Nos. 9 y 10. Existen pequeñas diferencias entre las medias para cada fuente de nitrógeno, dentro de las cuales la correspondiente a Nitrato de Amonio tuvo un valor más alto, y entre Urea y Sulfato de Amonio la diferencia es mínima.

Las diferencias más notorias se observaron entre las medias correspondientes a las épocas de aplicación del fertilizante y éstas fueron significativas como se muestran en el Cuadro No. 8. El mayor peso se obtuvo cuando se aplicó media dosis después del corte y media dosis a los 40-60 días; dicho peso fue superior al testigo, aunque no difiere significativamente de la media correspondiente a la aplicación de la dosis completa a los 40-60 días del corte, (Cuadro No. 9).

La aplicación de la dosis completa después del corte resultó inferior al testigo y difiere significativamente de las otras dos épocas de aplicación.

Cuadro No. 11. ANALISIS FISICO DE MUESTRAS DE SUELO, TOMADAS ANTES DEL TRATAMIENTO EN LAS PARCELAS QUE SE ESPECIFICAN *

Identificación de parcela	Profundidad cms.	Textura	Índice Dispersión	Coefic. Higroscópico %	Humedad Equivalente %	Índice Plástico Superior %	Peso específico (muestra disturbada)		Espacio Poroso Total %
							Aparente	Verdadero	
Urea, dosis completa después del corte	0-20	Franco	0.2111	13.82	43.63	67.24	0.7363	1.8409	60
	20-50	Franco limoso	0.2518	15.95	50.24	69.80	0.7153	1.8264	61
Testigo, sin aplicación	0-20	Franco	0.3793	15.01	42.13	65.69	0.7618	1.8284	58
	20-50	Franco	0.2566	13.12	42.12	81.73	0.7383	1.9323	62
Nitrato de Amonio dosis completa a los 40-60 días	0-20	Franco	0.1497	15.08	43.07	71.81	0.7492	1.7980	58
	20-50	Franco	0.1667	17.47	50.53	79.30	0.7207	1.8245	61
Sulfato de Amonio $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días	0-20	Franco	0.1454	10.57	41.15	66.15	0.7738	1.8208	58
	20-50	Arenoso Franco	0.2054	13.86	44.32	63.14	0.7325	1.9109	62

(*) Analisis efectuados por el Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía.

Cuadro No. 12. ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS DE SUELO, TOMADAS ANTES DEL TRATAMIENTO EN LAS PARCELAS QUE SE ESPECIFICAN *

Identificación de parcela	Profundidad cms.	pH	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables me/100 gm.										P p.p.m.
						Interc.	Ca	Mg	Na	K	H	% Sat. Bases				
Urea dosis completa después del corte	0-20	6.30	0.37	5.56	9.59	33.09	13.84	6.31	0.38	1.32	11.24	66.03	12			
	20-50	6.65	0.31	4.83	8.33	43.34	13.79	4.08	0.78	1.21	23.48	45.82	7			
Testigo, sin aplicación	0-20	6.10	0.42	5.62	9.69	36.75	10.91	5.07	0.32	1.33	19.12	47.97	12			
	20-50	6.40	0.32	5.62	9.69	35.67	13.38	8.85	0.53	0.77	12.14	55.97	9			
Nitrato de Amonio dosis completa a los 40-60 días	0-20	6.35	0.40	5.60	9.65	39.70	14.20	6.10	0.24	2.02	17.14	56.83	9			
	20-50	6.60	0.27	4.37	7.53	44.10	12.64	6.67	0.67	1.80	22.32	49.39	3			
Sulfato de Amonio ½ dosis después del corte y ½ dosis a los 40-60 días	0-20	6.20	0.37	5.52	9.52	34.34	13.29	4.58	0.15	1.49	15.33	55.99	62 **			
	20-50	6.60	0.33	4.78	8.24	38.09	11.30	1.51	0.28	0.76	24.24	36.36	10			

(*) Análisis efectuados por el Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía.

(**) Esta muestra estaba posiblemente contaminada (Fósforo muy alto).

Resultados del Ensayo sobre Fuentes y Epocas de Aplicación de Nitrógeno
En la Finca "San Diego"

**Cuadro No. 13. PORCENTAJE DE SACAROSA OBSERVADO EN LAS
 PARCELAS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
1. Urea, dosis completa des- pués del corte	16.85	17.57	12.69	15.60	62.71
2. Urea, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40- 60 días.	16.64	18.27	18.04	17.18	70.13
3. Urea, dosis completa a los 40-60 días	15.17	17.57	15.16	18.10	66.00
4. Nitrato de Amonio, dosis completa después del corte	15.62	17.06	17.36	12.82	62.86

Cuadro No. 13. PORCENTAJE DE SACAROSA OBSERVADOS EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.
(continuación)

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
5. Nitrato de Amonio $\frac{1}{2}$ dosis después del corte	18.64	16.31	18.73	16.63	70.31
6. Nitrato de Amonio dosis completa a los 40-60 días	18.23	17.57	18.38	17.58	71.76
7. Sulfato de Amonio, dosis completa después del corte	16.77	17.33	15.30	18.65	68.05
8. Sulfato de Amonio, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días	18.38	18.68	18.64	17.90	73.60
9. Sulfato de Amonio, dosis completa a los 40-60 días del corte	14.75	16.65	11.09	18.75	61.24
10. Testigo: sin aplicación	18.64	13.47	17.27	16.30	65.68

Cuadro No. 14. ANALISIS DE VARIANCIA DEL CONTENIDO DE SACAROSA . (PORCENTAJE TRANSFORMADO A GRADOS ANGULARES)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total:	39	85.02		
Repeticiones	3	2.99	1.00	0.47 NS
Tratamientos:				
Fertilizantes vs. testigo	1	0.45	0.45	0.21 NS
Fuentes de Nitrógeno	2	0.82	0.41	0.19 NS
Epocas de aplicación	2	11.79	5.89	2.79 NS
Fuentes x Epocas	4	12.08	3.02	1.43 NS
Error	27	56.89	2.11	

NS No significativo

Cuadro No. 15. PORCENTAJES MEDIOS DE SACAROSA PARA LAS COMBINACIONES DE FUENTE DE NITROGENO Y EPOCAS DE APLICACION

Fuente	Epoca	Dosis completa después del corte	$\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días	Dosis completa a los 40-60 días del corte	Media para fuentes
Urea		15.68	17.53	16.50	16.57
Nitrato de Amonio		15.72	17.58	17.94	17.08
Sulfato de Amonio		17.01	18.40	15.31	16.91
Media para épocas		16.14	17.84	16.58	16.85
Testigo		16.42	Error standar,	medias marginales	+ - 0.55

Los resultados del contenido de sacarosa, ilustrados en el Cuadro No. 15, muestran poca variación entre las medias para fuentes de nitrógeno, correspondiendo el valor más alto a Nitrato de Amonio, el cual a su vez fue superior al testigo. Se notan también diferencias entre las medias de épocas de aplicación siendo el valor más alto el que corresponde a la aplicación de $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y media dosis a los 40-60 días y el cual es superior al testigo. Las otras dos épocas muestran pequeñas diferencias entre sí, así también con respecto al testigo. La combinación de fuente de nitrógeno y época de aplicación que muestra un mayor porcentaje de sacarosa es la de Sulfato de Amonio aplicado media dosis después del corte y media dosis a los 40-60 días.

Las variaciones encontradas entre fuentes de Nitrógeno, épocas de aplicación y las combinaciones entre éstas y el testigo, no fueron significativas, según se muestra en el Cuadro No. 14; por lo que todos los tratamientos pueden considerarse estadísticamente similares.

Cuadro No. 16. RENDIMIENTO EN LIBRAS DE AZÚCAR POR TONELADA DE CAÑA EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
1. Urea, dosis completa después del corte	192	2011	141	179	713
2. Urea, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días	189	210	207	196	802
3. Urea, dosis completa a los 40-60 días	167	202	172	206	747
4. Nitrato de Amonio, dosis completa después del corte	179	196	197	144	716
5. Nitrato de Amonio $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días	208	187	213	188	796

Cuadro No. 16. RENDIMIENTO EN LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CAÑA EN
LAS PARCELAS EXPERIMENTALES
(continuación)

Tratamientos	Repeticiones			Total	
6. Nitrato de Amonio dosis completa a los 40-60 días	209	202	212	200	823
7. Sulfato de Amonio, dosis completa después del corte	191	199	172	211	773
8. Sulfato de Amonio, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días	212	216	211	214	853
9. Sulfato de Amonio, dosis completa a los 40-60 días del corte	166	191	114	214	685
10. Testigo: sin aplicación	211	151	196	182	740

Cuadro No. 17. ANALISIS DE VARIANCIA DEL RENDIMIENTO EN LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CAÑA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Repeticiones	39	20860.40		
	3	840.60	280.20	0.56 NS
Tratamientos:				
Fertilizantes vs. testigo	1	170.84	170.84	0.34 NS
Fuentes de Nitrógeno	2	230.81	115.40	0.23 NS
Epoocas de aplicación	2	2867.39	1433.69	2.86 NS
Fuentes x Epocas	4	3219.86	804.96	1.61 NS
Error	27	13530.90	501.14	

NS No significativo.

Cuadro No. 18. RENDIMIENTOS MEDIOS EN LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CAÑA, PARA LAS COMBINACIONES DE NITROGENO Y EPOCAS DE APLICACION

Fuente	Época	Dosis completa después del corte	$\frac{1}{2}$ dosis completa del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días	Dosis completa a los 40-60 días del corte	Media para fuentes
Urea		178.25	200.50	186.75	188.50
Nitrato de Amonio		179.00	199.00	205.75	194.58
Sulfato de Amonio		193.25	213.25	171.25	192.58
Media para épocas		183.50	204.25	187.92	191.88
Testigo		185.00	Error standar	medias marginales	\pm 6.46

Los resultados del rendimiento de azúcar en libras por tonelada de caña, para las distintas combinaciones de fuente de nitrógeno y épocas de aplicación se muestran en el Cuadro No. 18. Hay diferencias entre las medias de fuentes de nitrógeno, siendo el valor más alto, el de la media del Nitrato de Amonio, lo cual como ya se indicó también fue para el porcentaje de sacarosa; la diferencia entre Sulfato y Nitrato de Amonio es más pequeña que la diferencia entre Nitrato de Amonio y Urea. Todas las medidas de fuentes de nitrógeno fueron superiores a la media del testigo.

Las diferencias entre medias de épocas de aplicación son más amplias que las de fuentes de Nitrógeno, siendo la aplicación de media dosis después del corte y media dosis a los 40-60 días la que presentó el valor más alto y es superior al testigo. Esta relación también fue observada en el caso de porcentaje de sacarosa.

Las diferencias entre las otras dos épocas de aplicación y el testigo son pequeñas, siendo la dosis completa después del corte la menor y ligeramente inferior al testigo. Al igual que para el porcentaje de sacarosa, la mejor combinación fue la de Sulfato de Amonio aplicado media dosis después del corte y media dosis a los 40-60 días.

El análisis de variancia que se muestra en el Cuadro No. 17 indica que las diferencias entre los tratamientos no fueron significativos.

Cuadro No. 19. PESO DE CAÑA, EN KILOGRAMOS POR PARCELA EXPERIMENTAL.

Tratamientos	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
1. Urea, dosis completa después del corte	192.27	192.27	164.09	138.67	687.30
2. Urea, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días	196.36	243.18	178.64	150.00	768.18
3. Urea, dosis completa a los 40-60 días.	137.27	96.81	171.82	122.27	528.17
4. Nitrato de Amonio, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días.	177.27	297.27	197.73	125.00	797.27
5. Nitrato de Amonio $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días.	255.45	165.00	181.82	160.00	762.27

Cuadro No. 19. PESO DE CAÑA, EN KILOGRAMOS POR PARCELA EXPERIMENTAL

Tratamiento	Repeticiones				Total
	I	II	III	IV	
6. Nitrate de Amonio dosis completa a los 40-60 días.	247.27	144.09	129.55	117.27	638.18
7. Sulfato de Amonio, dosis completa después del corte	162.73	212.27	146.82	129.54	651.36
8. Sulfato de Amonio, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ a los 40-60 días	190.73	187.73	160.45	159.09	697.72
9. Sulfato de Amonio, dosis completa a los 40-60 días del corte.	146.82	126.36	141.82	104.55	519.55
10. Testigo: sin aplicación	110.45	141.82	106.82	137.73	496.82

Cuadro No. 20. ANALISIS DE VARIANCIAS DE LOS PESOS DE CAÑA EN KILOGRAMOS
POR PARCELA EXPERIMENTAL

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total	39	75159.39		
Repeticiones	3	15257.46	5085.82	4.15 *
Tratamientos:	(9)	26793.56	2977.06	2.43 *
Fertilizantes vs. testigo	1	6922.34	6922.34	5.65 *
Fuentes de Nitrógeno	2	4648.77	2324.39	1.90 NS
Épocas de aplicación	2	14030.33	7015.17	5.72 NS
Fuentes x Épocas	4	1192.12	298.03	0.24 NS
Error	27	33108.37	1226.24	---
Tratamientos ajustados	9	26744.21	2971.58	2.34 *
Error ajustado	26	32494.49	1267.88	---

Coefficiente de regresión (peso-caña-faltante) = $b = + 4.28^*$

(*) Significativo al 0.05 de probabilidad.

NS No significativo.

Cuadro No. 21. PESOS MEDIOS AJUSTADOS EN KILOGRAMOS DE CAÑA POR PARCE LA EXPERIMENTAL, PARA LAS COMBINACIONES DE FUENTE DE NITROGENO Y EPOCA DE APLICACION

Fuente	Epoca	Dosis completa después del corte	$\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días	Dosis completa a los 40-60 días del corte	Media para fuentes
Urea		172.55	194.35	127.93	164.94
Nitrato de Amonio		198.98	193.99	160.52	184.50
Sulfato de Amonio		164.98	174.00	126.59	155.19
Media para época		178.84	187.45	138.35	---
Testigo		122.79	Error standar, de las medias originales	±	10.20

Cuadro No. 22. PESOS MEDIOS AJUSTADOS, EN TONELADAS DE CAÑA POR MANZA
 NA, PARA LAS COMBINACIONES DE FUENTE DE NITROGENO Y
 EPOCA DE APLICACION.

Fuente	Epoca	Dosis completa después del corte	$\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40- 60 días	Dosis completa a los 40-60 días del corte	Media para fuentes
Urea		30.76	34.64	22.80	29.40
Nitrato de Amonio		35.47	34.58	28.61	32.89
Sulfato de Amonio		29.41	31.01	22.56	27.66
Media para épocas		31.88	33.41	24.66	29.98
Testigo		21.89	Error standar,	para medias marginales	+ 1.82

Los resultados de los pesos medios ajustados (según la población inicial de caña en las parcelas), se muestran en los cuadros No. 21 y 22. Se observan diferencias significativas entre los tratamientos con fertilizantes y el testigo, según el análisis de variancia que se muestra en el Cuadro No. 20, todos los tratamientos con Nitrógeno fueron superiores en peso al testigo. (Cuadro No. 19.)

Existen diferencias entre las medias para fuentes de Nitrógeno, observándose un valor de la media más alta para el Nitrato de Amonio y el más bajo para el Sulfato de Amonio, cuadro No. 21. Según el análisis de variancia estas diferencias no fueron significativas, cuadro No. 20.

Las diferencias más amplias se observaron entre las épocas de aplicación, siendo de media dosis después del corte y media dosis a los 40-60 días la más alta en peso y significativamente superior a la aplicación de la dosis completa a los 40-60 días. Con relación a la dosis completa después del corte la diferencia no fue significativa. Asimismo, la aplicación de la dosis completa después del corte fue significativamente superior a la dosis completa a los 40-60 días del corte. Todas las épocas de aplicación fueron significativamente superiores al testigo.

Estas relaciones observadas en las épocas de aplicación fueron generales, cualquiera que haya sido la fuente de Nitrógeno usada.

La combinación de fuente de Nitrógeno y época de aplicación que alcanzó mayor peso, corresponde a Nitrato de Amonio aplicada la dosis completa después del corte.

Cuadro No. 23. ANALISIS FISICO DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS ANTES DEL TRATAMIENTO, EN LAS PARCELAS QUE SE ESPECIFICAN

Identificación de Parcela	Profundidad cms.	Textura	Índice Dispersión	Coeficiente Higroscópico	Humedad Equivalente	Índice Plúvico Superior	Peso Específico		Espacio Poroso Total
							Aparente	(muestra disturbada)	
							%	%	%
Urea, dosis completa después del corte	0-20	Franco arenoso	0.1509	11.85	35.19	58.87	0.8090	2.0225	60
	20-50	Franco arenoso	0.1512	12.59	37.95	61.94	0.7767	1.9662	61
Testigo, sin aplicación	0-20	Franco arenoso	0.3820	8.21	30.86	50.12	0.8580	2.0348	58
	20-50	Franco arenoso	0.2133	12.50	37.01	62.89	0.7847	2.0293	61
Nitrato de Amonio dosis completa a los 40-60 días	0-20	Franco arenoso	0.2079	8.18	32.46	59.40	0.8540	2.0496	58
	20-50	Franco arenoso	0.2804	10.96	33.67	57.34	0.8200	2.1867	63
Sulfato de Amonio ½ dosis después del corte y ½ dosis a los 40-50 días	0-20	Franco arenoso	0.3828	13.07	39.23	64.68	0.7822	1.9473	60
	20-50	Franco arenoso	0.3115	11.14	34.12	59.75	0.8992	1.9981	55

(*) Análisis efectuados por el Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía.

Cuadro No.24. ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS DE SUELO TOMADAS ANTES DEL TRATAMIENTO, EN LAS PARCELAS QUE SE ESPECIFICAN *

Identificación de Parcela	Profundidad cms.	pH	N %	C.O. %	M.Q.T. %	Cantiones Intercambiables mg/100 gm						P P.p.m.	
						Interc.	Ca	Mg	Na	K	H		% Sat. Bases
Urea, dosis completa después del corte	0-20	5.85	0.37	4.38	7.55	29.90	7.76	1.00	0.23	1.05	19.86	33.58	10
	20-50	6.00	0.38	4.81	8.29	31.77	7.59	0.40	0.24	0.78	22.76	28.36	9
Testigo, sin aplicación	0-20	5.80	0.33	4.70	8.10	25.99	6.83	1.85	0.28	0.66	16.37	37.01	17
	20-50	6.00	0.40	4.75	8.19	30.44	9.51	1.48	0.21	0.39	18.85	38.08	10
Nitrato de Amonio dosis completa a los 40-50 días	0-20	6.00	0.33	3.06	5.28	25.38	8.53	1.27	0.18	0.95	14.45	43.07	10
	20-50	6.21	0.28	3.09	5.33	28.43	7.76	1.44	0.18	1.02	18.03	36.58	10
Sulfato de Amonio ½ dosis después del corte y ½ dosis a los 40-50 días	0-20	6.10	0.36	4.30	7.41	26.89	7.51	1.02	0.24	0.84	17.28	35.74	10
	20-50	6.10	0.36	4.73	8.15	31.60	8.59	2.32	0.19	0.72	19.78	37.41	4

(*) Analisis efectuador por el Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía.

Resultados del Ensayo sobre Dosis de Nitrógeno (Nitrato de Amonio) en la Finca "El Salto"

Cuadro No. 25 PORCENTAJES DE SACAROSA OBSERVADOS EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.

C	17.06	A	18.60	E	18.39	D	17.10	B	16.45
B	16.09	E	16.66	D	16.22	C	16.88	A	16.38
E	17.07	C	17.09	B	15.24	A	15.71	D	17.31
D	16.73	B	17.28	A	15.93	E	14.81	C	16.18
A	16.64	D	15.02	C	16.81	B	16.91	E	15.66

Clave: A: 0 Kg. de N/Ha
B: 100 Kg. de N/Ha
C: 200 Kg. de N/Ha
D: 300 Kg. de N/Ha
E: 400 Kg. de N/Ha

Cuadro No. 26. ANALISIS DE VARIANCIA DEL CONTENIDO DE SACAROSA
(PORCENTAJE TRANSFORMADO A GRADOS ANGULARES)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total	24	11, 1147		
Hileras	4	0. 5868	0. 1467	0. 21 NS
Columnas	4	0. 6067	0. 1516	0. 21 NS
Tratamientos	4	1. 4286	0. 3571	0. 50 NS
Error	12	8. 4926	0. 7077	

NS No significativo.

Cuadro No. 27. PORCENTAJES MEDIOS DE SACAROSA PARA LAS DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO

0 Kilogramos de Nitrógeno por Hectárea	100 Kilogramos de Nitrógeno por Hectárea	200 Kilogramos de Nitrógeno por Hectárea	300 Kilogramos de Nitrógeno por Hectárea	400 Kilogramos de Nitrógeno por Hectárea
16.65	16.39	16.79	16.48	16.52

Error standar de medias + 0.50

Los resultados del contenido de sacarosa ilustrados en el Cuadro No. 27, muestran pequeñas variaciones entre las medias de dosis siendo la dosis de 200 kilogramos de Nitrógeno por hectárea, la de mayor porcentaje y la única que fue superior al testigo. Estas diferencias de acuerdo al análisis de variancia Cuadro No. 26 no fueron significativos, por lo que estáticamente todos los tratamientos incluyendo el testigo pueden considerarse similares.

Cuadro No. 28. RENDIMIENTO EN LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CAÑA
EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

C	195	A	214	E	212	D	195	B	189
B	184	E	191	D	189	C	198	A	190
E	199	C	195	B	176	A	182	D	199
D	192	B	199	A	181	E	175	C	185
A	192	D	172	C	191	B	199	E	176

Cuadro No. 29. ANALISIS DE VARIANCA DEL RENDIMIENTO EN LIBRAS DE AZUCAR POR TONELADA DE CAÑA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total	24	2666.00		
Hileras	4	734.80	183.70	1.25 NS
Columnas	4	125.60	31.40	0.21 NS
Tratamientos	4	44.80	11.20	0.08 NS
Error	12	1760.80	146.73	---

NS No significativo.

Cuadro No. 30. RENDIMIENTOS MEDIOS EN LIBRAS DE AZÚCAR POR TONELADA DE CAÑA, PARA LAS DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO

0 Kilogramos de Nitrógeno por Hectárea	100 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	200 kilogramos de Nitrógeno por hectárea	300 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	400 kilogramos de Nitrógeno por hectárea
191.80	189.40	192.80	189.40	190.60

Error standar de medias \pm 5.42

Los resultados del rendimiento en libras de azúcar por tonelada de caña, se muestran en el Cuadro No. 30. Hay pequeñas variaciones entre las medias de dosis, correspondiendo el rendimiento más alto, a la dosis de 200 kilogramos de Nitrógeno por hectárea, asimismo, fue este tratamiento el único superior al testigo. Esta condición para el rendimiento de azúcar fue similar a la del porcentaje de sacarosa.

De acuerdo con el análisis de variancia ilustrado en el Cuadro No. 29 no se encontró ninguna significancia, por lo cual todos los tratamientos incluyendo el testigo pueden considerarse similares

Cuadro No. 31. PESO DE CAÑA EN KILOGRAMOS POR PARCELA EXPERIMENTAL.

C	311.36	A	135.00	E	184.09	D	206.36	B	221.36
B	275.91	E	224.55	D	268.18	C	265.91	A	193.18
E	300.45	C	200.00	B	219.55	A	224.55	D	277.27
D	275.00	B	183.64	A	110.91	E	220.91	C	162.73
A	255.45	D	298.18	C	224.55	B	201.82	E	256.36

Cuadro No. 32. ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS PESOS DE CAÑA EN KILOGRAMOS POR PARCELA EXPERIMENTAL.

Fuente de Variación	Grado de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Total:	24	62530,84		
Hileras	4	13053,79	3263,45	3,61*
Columnas	4	21196,91	5299,23	5,86*
Tratamientos	4	17439,16	4359,79	4,82*
Error	12	10840,98	903,42	---
Tratamientos ajustados	4	14580,49	3645,12	4,38*
Error ajustado	11	9155,73	832,34	---

Coefficiente de regresión (peso-caña faltante): $b = +7,60$ *

(*) Significativo al 0,05 de probabilidad

NS No significativo.

Cuadro No. 33. PESOS MEDIOS AJUSTADOS; PARA LAS DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO.

0 Kilogramos de Nitrogeno por Hectárea 100 Kilogramos de Nitrogeno por Hectárea 200 Kilogramos de Nitrogeno por Hectárea 300 kilogramos de Nitrogeno por Hectárea 400 Kilogramos de Nitrogeno por Hectárea

187.24	216.96	<u>Kg. de Caña por Parcela</u>	258.31	244.49
--------	--------	--------------------------------	--------	--------

Error estándar + 12.90

33.37	38.67	<u>Toneladas de Caña por Manzana</u>	46.04	43.58
-------	-------	--------------------------------------	-------	-------

Error standar + 2.30

Los resultados de los pesos medios ajustados de caña se ilustran en el Cuadro No. 33. Según el análisis de variancia Cuadro No. 32 se encontraron diferencias significativas entre tratamientos; todas las aplicaciones de Nitrógeno superaron significativamente al testigo. Es evidente que el peso aumenta en relación directa a la dosis hasta los 300 Kg. de Nitrógeno por hectárea en que se observó el peso máximo; la dosis mayor 400 Kg N/Ha. mostró una ligera disminución de peso. Por la tendencia encontrada, la dosis óptima corresponderá a aquella en que el costo de fertilización ya no sea igual o menor que el valor de los incrementos obtenidos en peso de caña.

Cuadro No. 34. ANALISIS FISICO DE MUESTRAS DE SUELO, TOMADAS ANTES DEL TRATAMIENTO, EN LAS PARCELAS QUE SE ESPECIFICAN *

Identificación de Parcelas	Profundidad cms.	Tax-tura	Indice Dispersión	Coeficiente Higrascópico		Humedad Equivalente	Indice Plástico Superior		Peso Específico (muestra disturbada)		Espacio Poroso Total %
				%	%		%	%	Aparente	Verdadero	
0 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	Franco	0.3293	11.16	41.02	63.49	0.8305	1.9931	58		
	20-50	Franco	0.2903	13.14	46.54	70.24	0.7247	2.0809	65		
100 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	Franco	0.2712	16.84	49.35	78.31	0.7567	1.8522	59		
	20-50	Franco	0.2120	15.53	45.62	71.05	0.7065	1.9268	63		
200 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	Franco	0.2715	14.74	42.51	75.20	0.7662	1.9234	60		
	20-50	Franco	0.1904	15.71	46.62	71.65	0.7288	2.0340	64		
300 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	Franco	0.2148	15.06	42.21	70.05	0.7677	2.0026	62		
	20-50	Franco	0.1803	15.52	47.38	65.99	0.7232	1.9031	62		
400 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	Franco	0.2969	13.14	42.25	65.56	0.8022	2.0054	60		
	20-50	Franco	0.2629	13.89	46.57	74.60	0.6822	1.9490	65		

Análisis efectuados por el Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía.

Cuadro No. 35. ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS DE SUELO, TOMADAS ANTES DEL TRATAMIENTO EN LAS PARCELAS QUE SE ESPECIFICAN *

Identificación de Parcela	Profundidad cms.	pH	N %	C.O. %	M.O.T. %	Cationes Intercambiables mg./100 gm							P P.P.M.
						Cap.Tot	Inter.	Ca	Mg	Na	K	H	
0 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	6.30	0.34	5.54	9.55	33.60	14.24	3.31	0.33	2.09	13.63	59.43	3
	20-50	6.50	0.31	5.61	9.67	40.17	18.13	3.77	0.46	0.74	22.07	45.06	6
100 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	6.15	0.40	5.62	9.69	41.17	13.99	5.12	0.35	1.38	20.33	50.62	6
	20-50	6.45	0.31	4.42	7.62	38.67	13.64	5.41	0.65	1.17	17.80	53.97	6
200 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	6.30	0.37	5.56	9.59	36.13	11.24	2.82	0.19	1.05	20.83	42.35	9
	20-50	6.55	0.30	5.60	9.65	38.10	13.50	5.71	0.47	1.01	17.41	54.30	7
300 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	6.25	0.34	5.56	9.59	36.47	13.40	3.73	0.30	1.32	17.72	51.41	9
	20-50	6.65	0.26	4.64	8.00	39.56	10.55	3.74	0.88	0.76	23.63	40.26	6
400 Kilogramos de Nitrógeno por hectárea	0-20	6.35	0.36	4.74	8.17	36.47	14.27	5.43	0.27	1.49	15.01	58.84	12
	20-50	6.60	0.32	5.64	9.77	37.02	14.31	3.09	0.66	1.40	17.56	52.57	7

(*) Análisis efectuados por el Departamento de Edafología, Facultad de Agronomía.

DISCUSION DE RESULTADOS

A) Ensayos sobre fuentes y épocas

En el examen general de los resultados obtenidos en las dos localidades (Fincas "El Salto" y "San Diego"), es evidente una marcada diferencia entre los rendimientos de caña por manzana, siendo mayor en la "Finca El Salto" (56.76 ton.) que en la finca "San Diego" (29.98 ton.), a pesar de que tanto el porcentaje de sacarosa, como el rendimiento de azúcar por tonelada de caña, fue en general mayor en la finca "San Diego" (16.85% de sacarosa, 191.88 libras de azúcar por tonelada) que en "El Salto" (15.56% de sacarosa, 177.50 libras de azúcar por tonelada).

Según los análisis del suelo, ambas localidades presentan condiciones similares en cuanto a los niveles iniciales de contenido de nutrimentos N, P, K, por lo que las diferencias sobre el rendimiento de caña pueden atribuirse principalmente a que en la finca "El Salto" se aplicó riego (no-uniforme), no así en la finca "San Diego", además por la edad de la caña; en la primera, la caña utilizada era de 2a. soca y en la segunda de 3a. soca y diferencias en las prácticas culturales. El hecho que se haya observado un mayor porcentaje de sacarosa y mejor rendimiento de azúcar por tonelada de caña en "San Diego", puede atribuirse a que esta finca está localizada a un nivel mayor sobre el nivel del mar que la finca "El Salto" y a las diferencias arriba indicadas, y otros factores no contemplados en el presente experimento. En ambas localidades se experimenta con la variedad Barbados 37-172.

La respuesta a la aplicación de Nitrógeno en las dos localidades cualquiera que haya sido la fuente utilizada fue diferente en cuanto al peso de caña por man-

zana; solamente en la finca "San Diego" hubo una respuesta significativa a la aplicación de nitrógeno, habiendo mayor peso de caña en las parcelas tratadas. Por otra parte los porcentajes de sacarosa y rendimiento de azúcar por tonelada de caña no fueron afectados significativamente por la aplicación de nitrógeno.

No pueden atribuirse totalmente los anteriores resultados a diferencias del estado inicial de niveles de nitrógeno y fósforo en los suelos de estas localidades, ya que los análisis químicos revelan condiciones similares (nitrógeno y fósforo bajos) en ambos suelos; en igual situación se encuentra la capacidad total de intercambio de los elementos Ca, Na, H y el pH; solamente el contenido de materia orgánica y de los elementos K y Mg están a un nivel ligeramente inferior en la finca "San Diego" con respecto a la finca "El Salto"; por lo tanto las pequeñas diferencias en condición inicial de los suelos pueden haber contribuido a una respuesta diferente a la fertilización, sin embargo es posible que la mayor contribución provenga de las diferencias de edad de la caña y a la aplicación de riego en una sola localidad.

En cuanto a fuentes de aplicación de nitrógeno se obtuvieron resultados similares en las dos localidades, observándose en ambos ensayos que las diferencias entre fuentes de nitrógeno no fueron significativas, cualquiera que haya sido la forma de aplicación, lo cual coincide con estudios anteriores. (6)

Aparentemente el nitrato de amonio aplicado en cualquier forma fue superior a urea en cuanto a los porcentajes de sacarosa, rendimiento en azúcar y producción de caña en la finca "San Diego", aunque también se observó que en cuanto a los porcentajes de sacarosa y rendimiento de azúcar, las mayores cifras corresponden

al sulfato de amonio aplicado, $\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días. Por otra parte la mejor combinación en el peso de caña en esta localidad corresponde a nitrato de amonio aplicando la dosis completa inmediatamente después del corte.

En la finca "El Salto", las aplicaciones de nitrógeno, aparentemente muestran rendimientos de azúcar por manzana similares a los de parcelas no tratadas, sin embargo, se observan rendimientos de azúcar superiores para nitrato de amonio y sulfato de amonio aplicados en forma repartida.

Examinando ciertas combinaciones de fuente y forma de aplicación de nitrógeno se observa que en lo concerniente al porcentaje de sacarosa, se produjeron incrementos con relación a las parcelas no tratadas y que la mejor combinación para estas características corresponde a la observada en la finca "San Diego", es decir: sulfato de amonio aplicado, $\frac{1}{2}$ dosis inmediatamente después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días; en general se puede observar que solamente el sulfato de amonio produjo este efecto en el porcentaje de sacarosa, ya que la urea y el nitrato de amonio tuvieron un efecto ligeramente depresivo en este factor tal como lo observado (6) en la Argentina.

Las interacciones de fuentes de nitrógeno por épocas de aplicación no fueron significativas en las dos localidades, implicando ello una respuesta similar de las fuentes de nitrógeno para cualquier forma de aplicación. Sin embargo las diferencias en la respuesta del peso de caña por manzana a diferentes épocas de aplicación fueron significativas y revelan una marcada ventaja en la aplicación de nitrógeno en forma repartida, es decir $\frac{1}{2}$ dosis después del corte (agosto 12) y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días después (septiembre 29), con relación a las otras dos for-

mas ensayadas. Además de lo expuesto fue evidente que la forma de aplicación de nitrógeno indicada, mostró rendimientos de azúcar y de peso de caña por manzana superiores a los de parcelas no tratadas, ésto también se observó para las aplicaciones de la dosis completa a los 40-60 días después, pero solamente en la finca "San Diego".

Las razones de este resultado pueden fundarse en el hecho de que la aplicación repartida permite ampliar el período en que el fertilizante es disponible para su aprovechamiento por la planta, puede decirse que las plantas tienen un ritmo relativamente lento de captación del nitrógeno durante el primer mes de crecimiento, el cual se incrementa rápidamente después de este período para decrecer ligeramente a medida que se aproxima la maduración; de aquí que las aplicaciones de la dosis completa al inicio del crecimiento no son aprovechadas rápidamente y parte del fertilizante pueden ser perdido por arrastre. Se estima también que la dosis completa aplicada a los 40-60 días después del inicio es aprovechada rápidamente, lo cual se manifestó en los resultados de la finca "San Diego", pero esta forma no permitió una disponibilidad de nitrógeno al inicio del crecimiento ya que según los análisis, el estado inicial del nivel de este elemento era bajo.

Una consideración final que debe hacerse en relación a la forma de aplicación repartida, es que los costos son superiores a los de la aplicación de la dosis completa por una sola vez.

B) Ensayo sobre el nivel de aplicación de nitrógeno, finca "El Salto"

En el ensayo sobre diferentes dosis de aplica-

ción de nitrógeno por hectárea, utilizando nitrato de amonio; se observó que las diferencias entre medias de peso de caña por manzana para las diferentes dosis, fueron significativas. Dichos pesos mostraron una tendencia creciente en relación directa con la dosis de nitrógeno aplicada, la cual aparentemente es lineal a partir del nivel cero hasta los 300 kilogramos de nitrógeno por hectárea; la dosis mayor de 400 kilogramos de nitrógeno por hectárea mostró un ligero decremento con respecto a la de 300 kilogramos por hectárea. Esto también fue observado en los rendimientos de azúcar por manzana, a pesar de que el análisis estadístico de los porcentajes de sacarosa y de los rendimientos de azúcar por tonelada de caña, indicaron que las diferencias entre dosis de nitrógeno no fueron significativas para estas características.

Se apreciaron algunos efectos depresivos en los porcentajes de sacarosa a medida que se incrementó la dosis de nitrógeno, lo cual está acorde con las observaciones de Menimato (6), excepto para el caso especial de las parcelas tratadas con una dosificación de 200 kilogramos de nitrógeno por hectárea,

La característica de la respuesta en el peso de caña por manzana a la aplicación de dosis crecientes de nitrógeno por hectárea, es aparentemente representada por una forma cuadrática. También es notorio que la tasa de crecimiento de esta tendencia no es igual o mayor que la de la tendencia del costo de la aplicación de fertilizante (cantidad de caña equivalente al valor del fertilizante aplicado). Por lo tanto es evidente que en las condiciones especiales en que se efectuó el experimento, los incrementos de peso de caña por manzana de bidos a la fertilización no llegan a cubrir el valor de la misma.

En las anteriores consideraciones hay que te-

ner en cuenta que hubo una aplicación general de fósforo, aún en las parcelas testigo, a la cual puede deberse que el efecto del nitrógeno no haya producido una respuesta más marcada en el peso de la caña.

Existen otras consideraciones al respecto; en primer lugar se están dando a conocer únicamente los resultados obtenidos durante el primer año de fertilización. Es importante reconocer que los efectos de ésta pueden manifestarse durante un período más largo que un año en la producción de un cultivo como la caña de azúcar. Indudablemente la aplicación de nitrógeno durante el primer año contribuirá a un menor ritmo de agotamiento de las reservas de este nutriente para años futuros. Además se provoca un desarrollo más rápido, alargándose el período de renovación de la caña y en general ésta es más sana y vigorosa, produciéndose menos fallas en los surcos, haciendo las cepas más duraderas y conservando la fertilidad permanente del suelo.

CONCLUSIONES

A) Ensayos sobre fuentes y épocas

1. Se observaron marcadas diferencias en el peso de caña de las parcelas experimentales de las fincas "San Diego y "El Salto" siendo mayores los pesos en esta última; no obstante las condiciones similares en el estado inicial de fertilidad del suelo. Otras características como edad de la plantación, prácticas culturales, riego, altitud y régimen meteorológica fueron diferentes en ambas fincas e influyeron en las diferencias mencionadas.
2. La productividad del cultivo juzgada a través

de los pesos de caña fue baja en ambas localidades, aún en parcelas tratadas con nitrógeno; lo cual se manifestó en mayor grado en la finca "San Diego", de aquí que al considerar alguna acción para mejorar esta productividad debe tenerse presente que la fertilización es un factor importante, pero que deben también considerarse otros que están influyendo esta baja productividad.

3. Las diferencias en peso de caña entre las tres fuentes de nitrógeno cualquiera que haya sido la forma de aplicación no fueron significativas. Los resultados de la finca "San Diego" aparentemente indican que el nitrato de amonio fue superior a la urea en cuanto al rendimiento de azúcar por manzana y peso de caña.
4. Fue muy leve el efecto del nitrógeno sobre los porcentajes de sacarosa, aunque se observó en los dos ensayos que el sulfato de amonio aplicado en forma repartida ($\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$ dosis a los 40-60 días) produjo los contenidos más altos de sacarosa. Dichos porcentajes decrecieron levemente en parcelas tratadas con nitrato de amonio y aún más en el caso de las tratadas con urea; de aquí que en cuanto a este carácter también puede tener una preferencia relativa el uso de nitrato y sulfato de amonio, dependiendo ello del costo del Kg de nitrógeno suministrado.
5. Por los pesos de caña se observaron diferencias significativas entre las tres épocas de aplicación; correspondiendo el mayor peso a la aplicación repartida ($\frac{1}{2}$ dosis después del corte y $\frac{1}{2}$

- dosis a los 40-60 días). Así mismo la aplicación inmediatamente después del corte. Por lo tanto es recomendable la aplicación de nitrógeno en forma repartida y en caso de que solo pueda aplicarse una sola vez, la dosis completa es preferible que ésta se efectúe a los 40-60 días después del corte.

B) Ensayos sobre niveles de aplicación de nitrógeno

1. Se observaron incrementos en los pesos de caña en relación directa a las dosis de nitrógeno, con un posible punto de inflexión en dosis iguales o mayores de los 300 Kg de nitrógeno por hectárea, por lo que la dosis óptima está entre el intervalo de 0 y 300 kg. de nitrógeno por hectárea.
2. El valor monetario de los incrementos en peso de caña, debido a la aplicación de fertilizante; no fue compensatorio en relación a la inversión efectuada para esta práctica, por lo que desde el punto de vista del productor de caña, en las condiciones de este experimento, la fertilización durante el primer año, no fue remunerativa.
3. Se observaron incrementos en los rendimientos de azúcar en relación de la dosis de nitrógeno, con un probable intervalo para la dosis óptima entre 0 y 300 kg. de nitrógeno por hectárea.
4. Estas conclusiones se refieren exclusiva-

mente a las condiciones en que se efectuó este trabajo, en el que unicamente se estudió la respuesta al nitrógeno; sin embargo debe aclararse que para lograr un aumento positivo a los ingresos del productor cañero, hay que efectuar estudios sobre los otros factores limitantes de la producción y continuar los trabajos con fertilizantes en lo que se refiere, a nutrimentos, dosis, combinaciones y formas de aplicación.

Guatemala, junio de 1966.

Jorge Felipe Benítez Coronado.

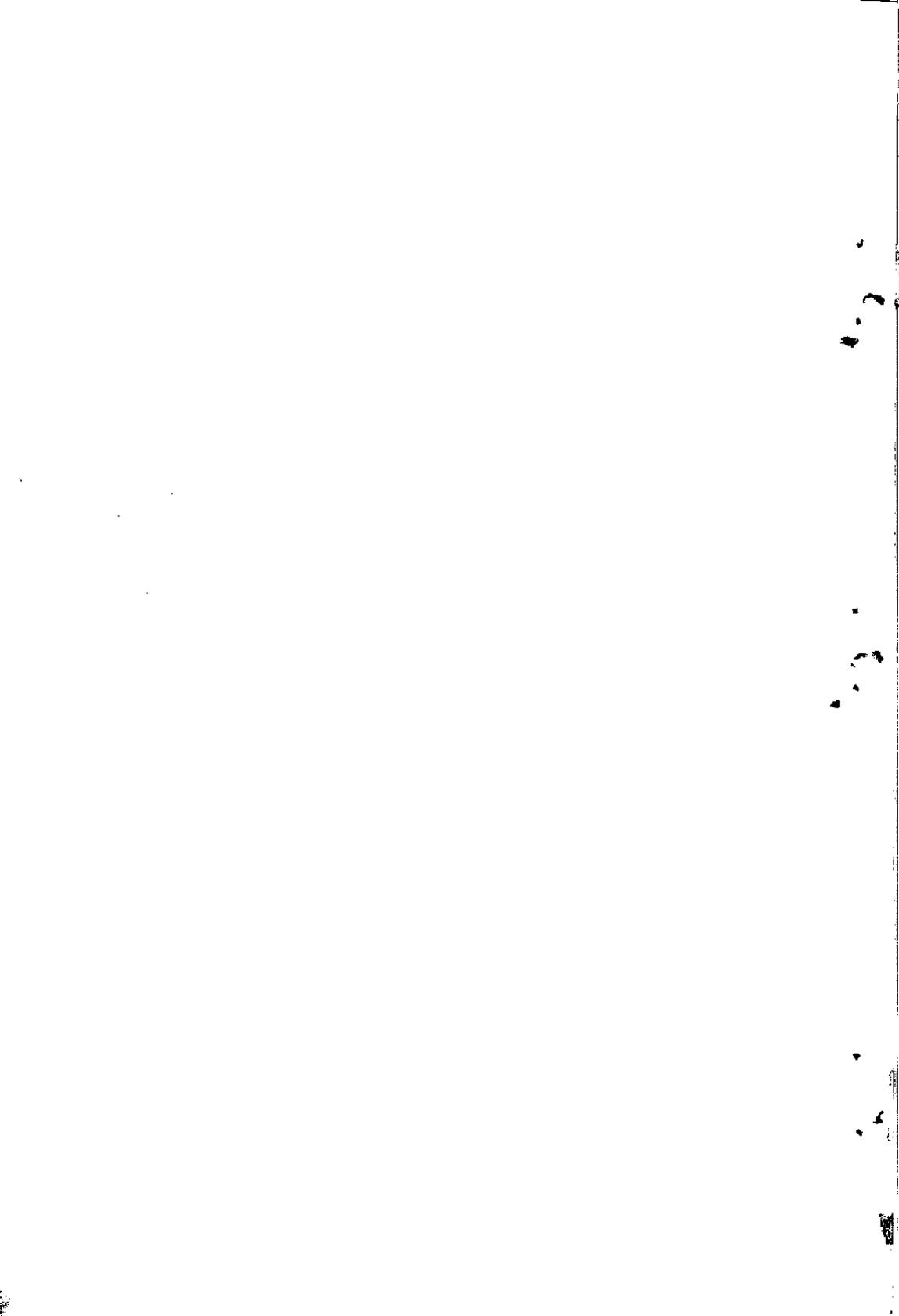
Vo. Bo.

Ing. Mario A. Martínez
Asesor

Imprímase
Ing. Eduardo D. Goyzueta
Decano

BIBLIOGRAFIA

1. GALLARDO, A. G. La investigación de la Caña de Azúcar en México. Memorias de la Quinta Conferencia Internacional de Técnicos y Consultores del Instituto Azucarero Veracruzano. México, pp. 214-215, 1961.
2. GUATEMALA. Dirección General de Estadística. Producción Agropecuaria 1964/65. Datos Preliminares, 1966.
3. HANK, F. N. y DICKINSON, W. E. Conocimientos y Experiencia con Potasa en el Cultivo de la Caña de Azúcar. Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba. Boletín Oficial. La Habana. 13 (3), 1954.
4. HUMBERT, R. P. Applying Basic Facts in Sugar-cane Fertilization. Dept. Agron. Exp. Sta. Hawaiian Sugar Planter's Assoc. Honolulu, Hawaii. pp. 44, 1953.
5. JACOB, A. y UEXKULL von, H. Fertilización. Traducción española por L. López Martínez de Alba. Holanda pp. 48, 1964.
6. MENIMATO O., RUBEN. Consideraciones Generales sobre la Rentabilidad de la Fertilización de la Caña de Azúcar en Tucumán con Nitrato Natural de Chile. Suplemento IDIA No. 8. Argentina. pp. 59-60, 1962.
7. ORTIZ M., OSCAR. Experiencias sobre Fertilización en Guatemala. Dirección General de Investigación y Control Agropecuario. Boletín técnico No. 15, pp. 1-7, 1965.
8. REYES CANO, ROGELIO. Resultados de la Experimentación con Fertilizantes dentro de la Zona de



Abastecimiento del Ingenio San Cristóbal y Anexos, S. A. Cuarta Conferencia Internacional de Consultores y Técnicos de la Industria Azucarera, Veracruz, México, pp. 115-116, 1962.

9. RIOS, B. B. y BARRIOS, T. H. Abonamiento de la Caña de Azúcar. Ed. Med. Peruana, Lima, Perú, 1953.
10. SAMUELS, G. The Method of Foliar Diagnosis as Applied to Sugarcane, Editorial Universitaria de Puerto Rico, 1955.
11. SANCHES PEDRO A. Estudios sobre Fertilización en la Caña de Azúcar. Memoria Anual de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba. Vol. 24, 1950.
12. SIMMONS, C. L., TARANO, J. M. y PINTO, J. H. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional, Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura, Ministerio de Agricultura, Editorial del Ministerio de Educación Pública "José de Pineda Ibarra". Guatemala, C. A. 1000 p., 1959.
13. UNION PANAMERICANA. Estudio sobre Fertilizantes, División de Desarrollo Económico, Departamento de Estudios Económicos y Sociales. Washington D. C. pp. 23, 1961.
14. ULIVARRI de, R. F. La Fertilización en los Cultivos de la Caña de Azúcar, Suplemento IDIA No 8, Argentina, pp. 53-54, 1962.
15. VITON, A. Perspectiva de la Producción, 1970. Sugar y Azúcar 59 (1) 54, 1964.