

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA *

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE N-P-K SOBRE EL RENDIMIENTO AGRO-
INDUSTRIAL DE LA VARIEDAD L 68-90 (*Saccharum sp híbrido*); EN
CAÑA PLANTA.

AUTORES: MARIA JOSE PALACIOS BRIONES.
RAFAEL ENRIQUE PEÑA.

ASESORES: Ing. Agr. MC. LEONARDO GARCIA.
Ing. Agr. MARLON VARGAS.

MANAGUA, NICARAGUA, 1994.

DEDICATORIA

Dedico con todo mi amor este trabajo a Dios por estar siempre en mi hogar llenándolo de paz y armonía.

A mis padres Armando J. Palacios R. e Ivis B. de Palacios por su amor, buenos ejemplos, confianza, los sacrificios hechos para que yo pudiera concluir mis estudios profesionales y por haber inculcado en cada una de nosotras la honestidad y el respeto.

A mis hermanas Ivis Alicia y Sheila Palacios B. por el apoyo moral y por estar conmigo siempre que las necesito.

A mi novio Sergio Osorio C. por su cariño, comprensión y ayuda brindada.

María José Palacios Briones.

Dedico este trabajo con extrema sinceridad y amor a Dios, que nos puso sobre la tierra llenándonos de mucha fe, esperanza y fuerza para enfrentar los obstáculos que destinan nuestras vidas.

A mi mamá María Alejandra Peña Sandoval, que desde niño me educó con tanto cariño y dedicación, inculcándome los principios que ahora hacen posible que yo esté presentando este trabajo.

A mis hermanos Edwin y Adelina Pasos Peña, Marisol y Marlon Moraga Peña; quienes me apoyaron aun en los momentos más difíciles depositando en mí toda su confianza, con lo que logré vencer las dificultades.

Rafael Enrique Peña

AGRADECIMIENTO

Deseamos patentizar nuestro agradecimiento a las siguientes personas, que con su aporte hicieron posible la realización de este trabajo de diploma:

Ing. Agr. Marlon Vargas, por su colaboración, ayuda y tiempo dedicado para poder concluir nuestro trabajo práctico.

Ing. Agr. MC. Leonardo García, que en su calidad de asesor nos guió, brindándonos sus conocimientos profesionales sin los cuales no se hubiera hecho realidad este trabajo.

A la secretaria Carolina Padilla, quien pacientemente nos prestó su ayuda desinteresada.

Muy en especial, a los miembros de nuestras familias Jackson Briones y Peña Sandoval, quienes nos brindaron su apoyo incondicional para podernos realizar como profesionales.

A nuestros compañeros y amigos quienes con su aporte hicieron posible la conclusión de este trabajo.

María José Palacios Briones.

Rafael Enrique Peña.

INDICE GENERAL

SECCION	PAGINA
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS.	ii
RESUMEN.	iii
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	4
2.1. Caracterización del sitio experimental, descripción del diseño experimental y variables estudiadas.	4
2.1.1. Caracterización del sitio experimental.	4
2.1.2. Descripción del suelo.	5
2.1.3. Diseño experimental.	6
2.1.4. Variables estudiadas.	7
2.2. Manejo fitotécnico del Ensayo.	9
2.2.1. Preparación del terreno.	9
2.2.2. Fertilización.	9
2.2.3. Siembra.	10
2.2.4. Limpias.	10
2.2.5. Riego.	11
2.2.6. Cosecha.	11
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
3.1. Emergencia.	12
3.2. Diámetro.	14
3.3. Altura.	16
3.4. Población.	18
3.5. Rendimiento agrícola.	21
3.6. Rendimiento industrial.	23
3.7. Rendimiento agro-industrial.	29
IV. CONCLUSIONES	34
V. RECOMENDACIONES	36
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	37
VII. ANEXOS	39

INDICE DE TABLAS

TABLA	PAGINA
1. Descripción del perfil. (Serie El Coyo)	5
2. Análisis de disponibilidad de nutrientes en el área del experimento.	6
3. Niveles y formulación de nutrientes.	6
4. Características agro-industriales de la variedad L. 68-90.	7
5. Descripción de los tratamientos	10
6. Porcentajes de germinación resultantes por cada tratamiento.	12
7. Diámetros promedios obtenidos por tratamientos.	15
8. Alturas promedios por tratamientos	17
9. Poblaciones obtenidas en los diferentes tratamientos.	19
10. Beneficio neto y relación valor-costo por cada tratamiento evaluado.	33
11. Resultados obtenidos en las diferentes variables.	39
12. Regiones y Departamentos de ubicación de los ingenios de Nicaragua.	41

INDICE DE FIGURAS

NUMERO	PAGINA
1. Datos climáticos prevalecientes en el tiempo de duración del ensayo	4
2. Influencia del nitrógeno y fósforo sobre el porcentaje de germinación.	14
3. Influencia del nitrógeno y fósforo sobre el diámetro.	16
4. Influencia de N-P sobre la altura.	18
5. Influencia del nitrógeno y fósforo sobre la población.	20
6. Influencia del nitrógeno y fósforo sobre los rendimientos agrícolas	22
7. Influencia de las relaciones N/P y N/K sobre el rendimiento industrial.	27
8. Influencia del N-P sobre el rendimiento industrial.	28
9. Influencia del N-P sobre el rendimiento agro-industrial.	31

RESUMEN

El presente estudio se realizó de junio de 1992 a marzo de 1993 en El Ingenio Victoria de Julio. Se evaluó el efecto de 13 dosis de N-P-K (0-60-60, 40-60-60, 80-60-60, 120-60-60, 40-0-60, 40-30-60, 80-0-60, 80-30-60, 40-90-60, 120-0-60, 120-30-60, 120-60-0 y 120-60-30), sobre el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum sp.* híbrido), las cuales se compararon con el testigo (0-0-0). Se plantó la variedad L 68-90. El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar modificado, las variables analizadas fueron: brotación, diámetro, altura, población, rendimiento agrícola, rendimiento industrial y rendimiento agro-industrial. Los datos que se obtuvieron se sometieron al análisis de varianza y separación de medias según Tukey a un 5 % de margen de error. En ninguna de las variables evaluadas se observó diferencia estadística significativa. Con respecto a la Germinación el mayor porcentaje fue de 75.33 por ciento y correspondió a los tratamientos 120-60-0 y 40-30-60. El mayor diámetro fue de 2.73 cm habiéndose obtenido con el tratamiento 120-60-30. La mayor altura se obtuvo con el tratamiento 40-30-60 y fue de 2.94 cm. La población mayor fue de 231 750 tallos/ha correspondiendo al tratamiento 40-30-60. El mayor rendimiento agrícola se logró con el tratamiento 80-0-60 y fue de 86.23 t/ha. El mayor rendimiento industrial fue de 93.80 kg/t correspondiendo éste al tratamiento 120-0-60. El mayor rendimiento agro-industrial se obtuvo con el tratamiento 80-0-60 siendo éste valor de 7.675 t/ha.

I. INTRODUCCION

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* sp.C) constituye para los países pobres una fuente de energía en su dieta, siendo también un medio importante de generación de divisas, así como un recurso de empleo de gran importancia.

La importancia de la caña de azúcar como cultivo radica en que de ella se obtiene el 70 por ciento de azúcar a nivel mundial muy superior al obtenido por la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L) (15-20 por ciento), esta última se cultiva en zonas de clima templado.

La creciente demanda de azúcar del mercado externo e interno, como consecuencia de la explosión demográfica, pone a los países en desarrollo en una posición bien específica: como es la de elevar la producción por unidad de superficie, así como disminuir los costos hasta permitir un margen de competencia en el mercado internacional. En Nicaragua la tendencia es contraria, siendo un país en el que la producción cañera ocupa una posición importante en la generación de divisas, esta situación se agrava aún mas.

* La caña como cultivo ofrece además del azúcar como principal producto, otros subproductos como: bagazo, cachaza, mieles, ceras, etc. Tienen variedad de usos en la elaboración de: papel, alcohol, cartón, en la alimentación del ganado, en abonos orgánicos, etc, que constituyen necesidades de uso en todos los países (González, 1983).

Los países de mayor producción registran rendimientos agro-industriales de: 77.918 kg/ha, 67.986 kg/ha, 62.335 kg/ha y 54.815 kg/ha en U.S.A., México, Brasil y Cuba respectivamente (FAO, 1993). En Nicaragua se ha comprobado que la mayoría de los

Ingenios poseen una media de producción muy baja por unidad de área, siendo ésta de 5.291 kg/ha de azúcar. Una de las principales causas es la carencia de una formulación balanceada de los elementos nutricionales mas importantes para el desarrollo normal de la planta.

El sector cañero en Nicaragua está compuesto por siete (7) Ingenios cuya ubicación se especifica en el Anexo 2, Tabla 12, enfrenta problemas muy serios, los niveles de producción alcanzados son bajos en casi la totalidad de los Ingenios, lo cual no permite contar con ésta como una actividad rentable. Agravándose aún mas con los altos costos de producción y el bajo precio alcanzado en el mercado internacional, contribuyendo también las políticas proteccionistas de los países importadores de azúcar.

El cambio y curso de las condiciones ambientales determinan el desarrollo vegetativo de los cultivos y su productividad. Además de las diferencias climáticas se incluye especialmente el suministro potencial de nutrientes de los suelos cultivados. (Graetz, 1990).

Fauconnier & Bassereau (1975), afirman que un cultivo que se practica sin la aplicación de minerales a lo largo de todo el año, conlleva al agotamiento del suelo y que conviene tener presente que es mucho mas barato mantener una buena fertilidad (y beneficiarse durante ese tiempo de una producción importante) que intentar restablecerla después.

La elevada exigencia de nutrientes de la caña de azúcar, motiva un rápido empobrecimiento del suelo, especialmente por que se explota generalmente como monocultivo. Es por esto que una fertilización adecuada y conveniente es requisito primordial para la obtención de cosechas satisfactorias.

Muchos autores consideran al cultivo de caña como ávido de nitrógeno, sin embargo se ha observado respuesta para el fósforo y potasio.

* La respuesta del nitrógeno es baja o nula cuando los niveles de P_2O_5 y K_2O en el suelo cultivado son bajas, afirma Demetrio, citado por De Geus (1967).

Jacobs & Vexkul (1966), indican que entre los tres elementos primarios, el nitrógeno tiene la primicia y que un balance con fósforo y potasio previene los indeseables efectos secundarios de una aplicación unilateral de nitrógeno.

Entre los nutrientes pueden haber relaciones tanto sinérgicas como antagónicas. En la caña de azúcar se han encontrado relaciones antagónicas y sinérgicas entre el nitrógeno y potasio, que depende de la concentración de estos elementos. Para niveles inferiores al 2 por ciento de potasio, en las vainas se produce antagonismo con el nitrógeno y a niveles superiores se produce sinergismo (Armas *et al.*, 1988).

Esta problemática ha motivado al área técnica del Ingenio Victoria de Julio (TIMAL) y a la Escuela de Agronomía y a la Escuela de Suelos de la U.N.A. a realizar esta investigación cuyo objetivo es:

1. Determinar las dosis de N-P-K en las que exista una respuesta cuantitativa y cualitativa del cultivo de la caña de azúcar.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Caracterización del sitio experimental, descripción del diseño experimental y variables estudiadas.

2.1.1. Caracterización del sitio experimental.

El estudio estuvo físicamente ubicado en el Ingenio Victoria de Julio, a los 26 km carretera a Malacatoya, municipio de Tipitapa, Managua Nicaragua. Geofísicamente se encuentra a los 86° 02' longitud oeste, 12° 14' latitud norte y una altitud de 61 msnm.

Las condiciones climáticas se especifican en la Figura 1. La humedad relativa registró los puntos máximos en los meses de julio y septiembre con 80.5 % y 80.6 % respectivamente, siendo el mínimo en el mes de diciembre con 67.5 %.

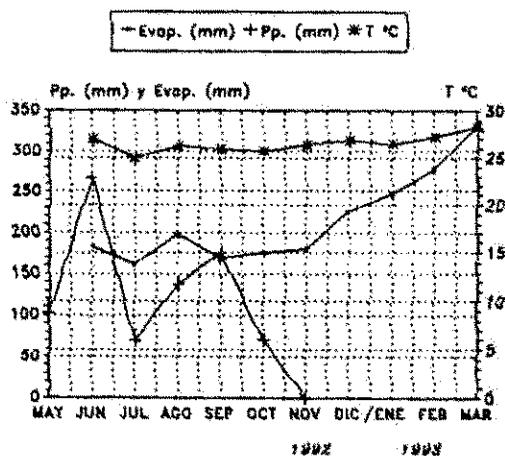


Figura. 1. Datos climáticos prevalcientes en el tiempo de duración del ensayo.

Fuente: Estación metereológica del Ingenio Victoria de Julio, (1992).

2.1.2. Descripción del suelo.

El área del suelo donde se realizó el ensayo, pertenece a la serie El Coyol. Esta serie se encuentra dispersa dentro del área del Ingenio, principalmente al sur-este y este del mismo. Otras áreas pequeñas se localizan al oeste de la colonia agrícola Los Laureles.

Casi toda la superficie se encuentra dentro de la planicie, ocupando posiciones bajas, con profundidad efectiva por encima de los 85 cm. Presenta un relieve plano con menos de ① % de pendiente, su formación es a partir de sedimentos aluviales indiferenciados, depositados sobre toba.

Características generales de la serie El Coyol.

Coloración: gris oscuro o muy oscuro.

Drenaje: deficiente.

pH: medianamente ácido.

Mineral predominante: monmorillonita 64 %.

Textura: muy microsporosa.

Estructura: bloques sub-angulares y columnares.

Fuente: Estudio de factibilidad proyecto agro-industrial azucarero Tipitapa-Malacatoya. MIDINRA (1978).

Tabla 1. Descripción del perfil. (Serie El Coyol)

PROFUNDIDAD	DESCRIPCION
0 - 20 cm	Arcilla pesada, color pardo grisáceo oscuro (2.5 y 4/2) en húmedo, con bloques sub-angulares finos y medios, muy duro en seco, plástico y adhesivo en húmedo y mojado, mucha microsporosidad, abundantes raíces con límites claros y uniformes.
20 -59 cm	Arcilla pesada, pardo grisáceo (2,5 y 2/5) en seco y pardo grisáceo oscuro (2.5 y 4/2) en húmedo, estructura columnar, duro en seco, plástico y adhesivo en húmedo y mojado, abundantes microsporos, moderadas raíces, con límites claros y uniformes.

Fuente: Estudio de factibilidad proyecto agro-industrial azucarero Tipitapa-Malacatoya. MIDINRA (1978).

2.1.3. Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar modificado, con cuatro repeticiones, una separación entre repetición de 3 m. La parcela experimental contó de 4 surcos de 8 m de longitud, la separación entre surco fue de 1.50 m, para una área de la parcela experimental de 48 m², la separación entre cada parcela fue de un surco muerto. Para un área total del ensayo de 4 243.5 m².

Tabla 2. Análisis de disponibilidad de nutrientes en el área del experimento.

pH		N	M.O	P disponible	K	Mg	Na	Ca	S
H ₂ O	ClK	%		ppm	Meq/100 g de suelo				
6.4	4.57	0.090	1.7415	10	0.74	33.19	1.91	44.52	77.73

Los tratamientos consistieron en la combinación de los diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, estos niveles se precisan en la Tabla 3.

Tabla 3. Niveles y formulación de nutrientes.

Nutrientes	Niveles de nutrientes (kg/ha)			
	1	2	3	4
N	0	40	80	120
P ₂ O ₅	0	30	60	90
K ₂ O	0	30	60	-

Las fuentes utilizadas fueron:

Nitrógeno: urea 46 %.
 Fósforo: Superfosfato Triple P₂O₅ 46 %.
 Potasio: muriato de potasio K₂O 60 %.

El ensayo fue plantado el 23 de junio de 1992 y cosechado a los 9 meses (23 de marzo de 1993), se utilizó la variedad L. 68-90 (Tabla 4.).

Tabla 4. Características agro-industriales de la variedad L. 68-90.

Origen: Universidad de Lousiana E.E.U.U. variedad híbrida del año 1968.

Tipo de madurez:	temprana.
Floración:	profusa.
Hábito de crecimiento:	erecto.
Germinación:	precoz.
Color del tallo:	amarillo-verdoso.
Disposición de entrenudos:	zig-zag.
Altura promedio:	3 m.
Rendimiento Industrial:	220 kg de azúcar/t
Area plantada en el Ingenio:	1 764 ha.

2.1.4. Variables estudiadas.

Brotación: Esta variable se evaluó con dos observaciones, una a los 30 días después de la plantación y el segundo a los 45. El recuento fue realizado contando la población de los dos surcos centrales de cada parcela experimental, calculándose el porcentaje de brotación a través de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de brotación} = \frac{\text{Yemas brotadas}}{\text{Yemas plantadas}} \times 100.$$

Diámetro: Esta variable se midió al momento de la cosecha, se midieron 10 tallos por parcela, tomados de los dos surcos centrales de cada parcela experimental, realizándose ésta con cada uno de los cuatro bloques que comprendieron el área del experimento, midiéndose en cm.

Población: La población fue tomada contando el número de tallos de la parcela experimental, consistió en contar el total de tallos de los dos surcos centrales y fue tomada al momento de la cosecha.

Altura: Se realizó al momento de la cosecha, considerando únicamente la altura de cosecha la cual no toma en cuenta la altura definida por Dillewijn (1952), que considera la longitud del tallo desde la base hasta el primer "Dewlap" visible.

Rendimiento agrícola: Esta variable se evaluó al momento de la cosecha, cosechándose 100 tallos de los dos surcos centrales de la parcela experimental. El rendimiento agrícola se obtuvo a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento agrícola} = \frac{P \times Pt}{100}$$

P = población.

Pt = peso de 100 tallos.

100 = los 100 tallos cosechados.

Esta variable se realizó para cada una de las dosis y por cada repetición, expresándose en t/ha.

Análisis de laboratorio: Este se realizó una semana antes de la cosecha, se hizo por cada una de las dosis y por cada repetición, muestreando al azar 5 tallos por parcela, se tomaron parámetros como: brix, sacarosa, pureza, etc. Calculándose el rendimiento industrial en t de azúcar/t de caña.

Rendimiento agro-industrial: Desde el punto de vista económico esta es el variable más importante en los estudios de la caña de azúcar, ya que este determinan los ingresos. Se calculó a partir del rendimiento agrícola y el rendimiento industrial expresado en t de azúcar/ha, a través de la siguiente ecuación:

$$t \text{ de azúcar/ha.} = \frac{\text{Rendimiento agrícola} \times \text{Rendimiento industrial}}{1000}$$

Análisis estadístico: Los datos que se obtuvieron por cada variable se sometieron al análisis de varianza al 5 % y su respectiva separación de medias según tukey al 5 %.

Para el análisis del experimento se utilizó el siguiente modelo matemático para un diseño experimental de bloques completos al azar:

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

2.2. Manejo fitotécnico del ensayo.

Los lotes para montar el ensayo fueron seleccionados por los técnicos del Ingenio Victoria de Julio, en base al manejo de los lotes comerciales.

El manejo del experimento se realizó lo más uniformemente posible en cuanto a:

2.2.1. Preparación del terreno.

La preparación del terreno consistió en dos pases de grada pesada con un intervalo de 15 días, posteriormente un pase de grada media 15 días después, un pase de grada fina a los 15 días y el surcado un día después.

2.2.2. Fertilización.

Las diferentes dosis fueron aplicadas al fondo del surco, al momento de la siembra, utilizando los tratamientos que se describen en la Tabla 5.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O(kg/ha)
1	0	0	0
2	0	60	60
3	40	60	60
4	80	60	60
5	120	60	60
6	40	0	60
7	40	30	60
8	80	0	60
9	80	30	60
10	40	90	60
11	120	0	60
12	120	30	60
13	120	60	0
14	120	60	30

2.2.3. Siembra.

La siembra fue realizada de forma manual, colocando 25 trozos de 3 yemas cada una, de la variedad L 68-90 por surco. Este material se obtuvo de plantaciones sanas de 8 meses de edad.

2.2.4. Limpias.

A los tres días después de la siembra se aplicó herbicida pre-emergente Round-up (glifosate) a razón de 3 l/ha.

En el transcurso del experimento el cultivo se mantuvo libre de malezas de forma manual, a través del desyerbe.

El control de ratas se realizó a través de la distribución de cebos en los cuatro bloques del experimento, a razón de 3 bolsas de cebo envenenado a base del ingrediente activo del pesticida por cada parcela experimental, estas bolsas tenían un peso de 150 gramos.

2.2.5. Riego.

El riego se aplicó ocasionalmente durante los 5 meses de invierno (junio, julio, agosto, septiembre y octubre). A falta de lluvia se aplicaba el riego a través del sistema de gravedad.

2.2.6. Cosecha.

La cosecha fue realizada manualmente el 23 de marzo de 1993, no se realizó la quema.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Emergencia.

La germinación es la base para la obtención de un rendimiento alto en la caña, ya que proporciona los tallos primarios a través de los cuales se produce el ahijamiento.

En la Tabla 6, se presentan los porcentajes de germinación para las distintas combinaciones.

Tabla 6. Porcentajes de germinación resultantes por cada tratamiento.

NO	TRATAM.	GERMIN. %	NO	TRATAM.	GERMIN. %
1	0-0-0	51.63	8	80-0-60	65.17
2	0-60-60	64.64	9	80-30-60	58.83
3	40-60-60	63.67	10	40-90-60	57.83
4	80-60-60	70.33	11	120-0-60	65.33
5	120-60-60	57.67	12	120-30-60	73.83
6	40-0-60	54.83	13	120-60-0	75.33
7	40-30-60	75.33	14	120-60-30	64.83

En términos generales no se encontraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos con respecto a esta variable, sin embargo el efecto de los tratamientos es visible y esto se refleja en el testigo (0-0-0) el cual tiene una germinación inferior a los tratamientos restantes con los cuales fue comparado.

Con respecto al nitrógeno, éste manifestó una influencia benéfica con fondo de 60 kg/ha de P_2O_5 y 60 kg/ha de K_2O , se

observó que con el aumento de las dosis de 40 a 80 kg/ha de nitrógeno se obtuvieron aumentos en el porcentaje de germinación, siendo éste afectado cuando se aplicaron más de 80 kg/ha de N; con 80 kg/ha de N el porcentaje de germinación fue de 70.33 %. Cuando se disminuyó el fósforo a 30 kg/ha y se mantuvo el potasio en 60 kg/ha, la germinación sólo se vio aumentada cuando el nitrógeno se disminuyó de 80 a 40 kg/ha, siendo el porcentaje de germinación de 75.33 %, pudiéndose observar un mayor porcentaje respecto al testigo (51.63 %).

En el caso del fósforo se observó que manifestó su máxima influencia con fondo de 40 y 60 kg/ha de nitrógeno y potasio respectivamente, las dosis superiores o inferiores a los 30 kg/ha de P_2O_5 originan disminuciones en el porcentaje de germinación.

Según King (1968), el fósforo no mejora la germinación de las yemas primarias pero garantiza la emergencia de los retoños primarios y que una deficiencia provoca la muerte de los retoños primarios antes de llegar a la superficie del suelo.

En el caso del potasio no existe efecto sobre éste parámetro ya que el porcentaje más elevado se obtuvo sin la aplicación de potasio. Una tendencia más clara pudo haberse obtenido quizás incluyendo tratamientos con niveles más altos de potasio, lo cual no se contempló porque el suelo se considera alto en potasio.

En la Figura 2 se presentan los diferentes porcentajes de germinación por efecto de las aplicaciones de N y P.

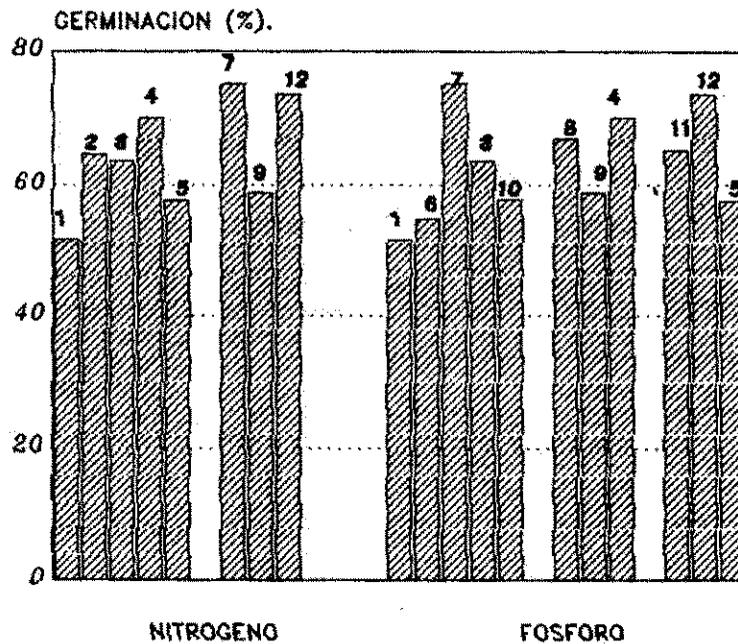


Figura 2. Influencia del nitrógeno y fósforo sobre el porcentaje de germinación.

Los números que se presentan en la parte superior de las barras, corresponden a los tratamientos evaluados que se especifican en la Tabla 6.

3.2. Diámetro.

Los diferentes tratamientos no presentaron diferencia estadística significativa.

En la Tabla 7, se presentan los diámetros correspondientes a los diferentes tratamientos.

Tabla 7. Diámetros promedios obtenidos por tratamientos.

Nº	TRATAMIENTO	DIAMETRO (cm)	Nº	TRATAMIENTO	DIAMETRO (cm)
1	0-0-0	2.45	8	80-0-60	2.43
2	0-60-60	2.55	9	80-30-60	2.39
3	40-60-60	2.55	10	40-90-60	2.44
4	80-60-60	2.47	11	120-0-60	2.58
5	120-60-60	2.60	12	120-30-60	2.37
6	40-0-60	2.53	13	120-60-0	2.50
7	40-30-60	2.44	14	120-60-30	2.63

El nitrógeno con fondo fijo de 30 kg/ha de P_2O_5 y 60 kg/ha de K_2O originó un diámetro de 2.44 cm. que correspondió a los 40 kg/ha de N siendo éste menor que el testigo (2.45 cm.), si el nitrógeno es aplicado en cantidades mayores a 40 kg/ha, el resultado es negativo ya que el diámetro disminuye.

Sin embargo al aumentar el fondo de fósforo a 60 kg/ha y se mantiene el potasio en 60 kg/ha sucede lo contrario ya que las dosis crecientes de nitrógeno también provocan diámetros crecientes hasta alcanzar los 2.60 cm que corresponde al máximo nivel de nitrógeno (120 kg/ha).

El fósforo presentó menos influencia en el diámetro que el nitrógeno. Este tuvo su mayor influencia con fondo de 80 kg/ha de N y 60 kg/ha de K_2O alcanzando los 2.47 cm. de diámetro con 60 kg/ha de P_2O_5 .

Con respecto al potasio, con fondo de 120 kg/ha de N y 60 kg/ha de P_2O_5 , el mayor diámetro se obtuvo con 30 kg/ha de K_2O siendo éste el mejor diámetro de los tratamientos (2.63 cm), al aumentar o disminuir las cantidades de potasio de éste nivel, se presenta una disminución en el diámetro.

En la Figura 3 se presentan los diferentes diámetros obtenidos por efecto de las aplicación de N y P.

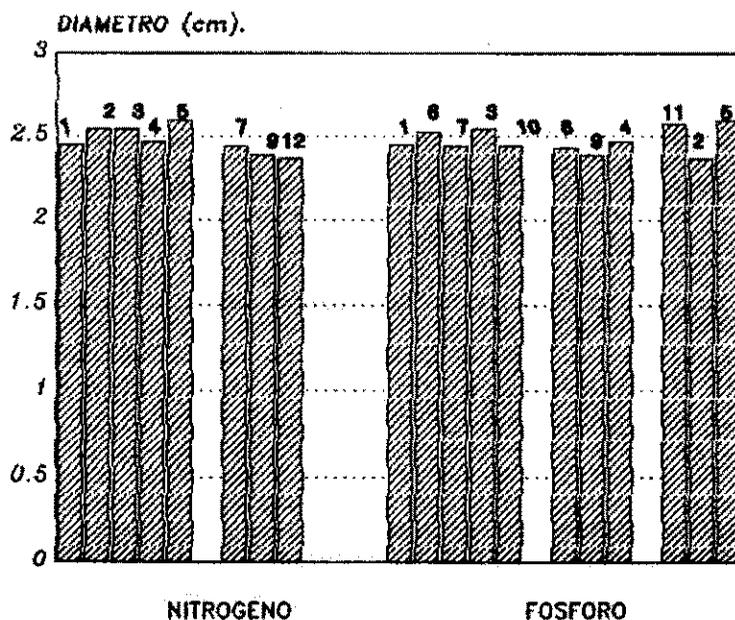


Figura 3. Influencia del nitrógeno y fósforo sobre el diámetro.

Los números que se presentan en la parte superior de las barras, corresponden a los tratamientos que se especifican en la Tabla 7.

3.3. Altura.

Esta variable es un componente del rendimiento agrícola y es una de las más importantes, ya que al obtenerse una mayor altura hay mayor espacio de almacenamiento de polisacáridos. La altura esta determinada por el gran período de crecimiento, en el cual se alcanzan las mayores o menores alturas.

Los análisis estadísticos no reflejaron influencia significativa de los diferentes tratamientos sobre la altura. Las diferentes alturas obtenidas se reflejan en la Tabla 8.

Tabla 8. Alturas promedios por tratamientos

Nº	TRATAMIENTO	ALTURA (cm)	Nº	TRATAMIENTO	ALTURA (cm)
1	0-0-0	203.16	8	80-0-60	229.03
2	0-60-60	212.57	9	80-30-60	217.39
3	40-60-60	217.01	10	40-90-60	200.21
4	80-60-60	226.94	11	120-0-60	208.36
5	120-60-60	208.28	12	120-30-60	206.30
6	40-0-60	213.60	13	120-60-0	214.84
7	40-30-60	294.16	14	120-60-30	231.50

Con fondo fijo de 60 kg/ha y 60 kg/ha de fósforo y potasio respectivamente se lograron alturas crecientes a medida que aumentan los niveles de nitrógeno, la mayor altura se presentó con 80 kg/ha de N siendo de 226.94 cm, niveles que sobrepasaron los 80 kg/ha de N provocaron una disminución en la altura de la caña.

El nitrógeno con fondos fijos de 30 kg/ha de P_2O_5 y 60 kg/ha de K_2O , produjo alturas crecientes correspondientes a dosis creciente de nitrógeno hasta los 80 kg/ha que se obtuvo una altura de 217.39 cm, a dosis mayores a los 80 kg/ha de N solo producen alturas menores.

El ritmo de elongación de la caña aumenta conforme se acrecienta la frecuencia o proporción de aplicación de nitrógeno hasta alcanzar el suministro óptimo (Dillewijn, 1952).

En el caso del fósforo el efecto es casi nulo ya que con fondo de 80 kg/ha de N y 60 kg/ha de K_2O se alcanza una altura de 226.94 cm cuando no se aplica fósforo, siendo inferiores las alturas al hacer aplicaciones de fósforo.

En el caso del potasio con fondos fijos de 120 kg/ha de N y 60 kg/ha de P_2O_5 , la mejor altura se presentó con 30 kg/ha de K_2O pudiendo observarse que ésta fue la mayor altura que se dio con respecto a los otros tratamientos (231.50 cm).

En la Figura 4 se presentan las variaciones de la altura por efecto del N y P.

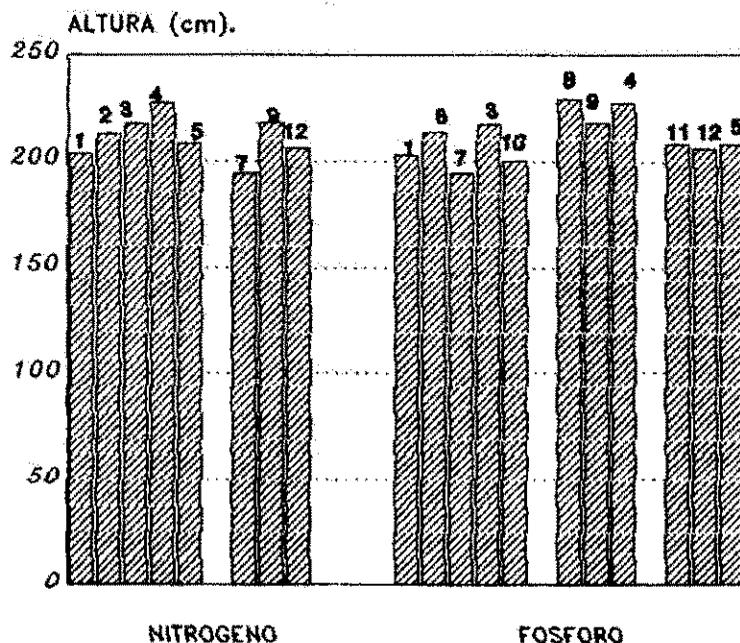


Figura 4. Influencia del nitrógeno y fósforo sobre la altura.

Los números que se presentan en la parte superior de las barras, corresponden a los tratamientos especificados en la Tabla 8.

3.4. Población.

El análisis de varianza refleja que los diferentes tratamientos no tienen influencia significativa sobre la población.

En la Tabla 9, se exponen las poblaciones de los diferentes tratamientos.

Tabla 9. Poblaciones obtenidas en los diferentes tratamientos.

Nº	TRATAMIENTO	POBLACION tallos/ha	Nº	TRATAMIENTO	POBLACION tallos/ha
1	0-0-0	122 931	8	80-0-60	119 764
2	0-60-60	129 145	9	80-30-60	123 803
3	40-60-60	119 371	10	40-90-60	123 661
4	80-60-60	145 315	11	120-0-60	122 576
5	120-60-60	115 424	12	120-30-60	124 932
6	40-0-60	131 273	13	120-60-0	119 610
7	40-30-60	131 750	14	120-60-30	113 814

En el caso del fondo fijo de 30 kg/ha de P_2O_5 y 60 kg/ha de K_2O la mejor población resultó con 40 kg/ha de N, siendo ésta de 131 750 tallos/ha, con dosis crecientes a ésta no se dan aumentos en la población, al aumentar el fondo de fósforo a 60 kg/ha y manteniendo el potasio en 60 kg/ha se pudo observar que se dio una mejor población con 80 kg/ha de N, siendo aún mejor ésta población que la que se obtuvo con los 40 kg/ha de N, aplicaciones mayores o menores a los 80 kg/ha de N disminuye la población de la caña.

Las aplicaciones cada vez mayores de nitrógeno aumentan permanentemente el número de vástagos, hasta llegar a un óptimo después del cual las aplicaciones adicionales de nitrógeno no surten efecto alguno, (Dillewijn, 1952).

Con respecto al fósforo y con fondos fijos de 40 kg/ha de N y 60 kg/ha de K_2O se puede observar que la mejor población se dio

con dosis de 30 kg/ha de P_2O_5 con dosis mayores o menores a ésta se da una disminución en la población; al aumentar el nitrógeno a 80 kg/ha y manteniendo el potasio en 60 kg/ha, es con 60 kg/ha de P_2O_5 que se alcanza un aumento en la población, lográndose una población de 145,315 tallos/ha, siendo ésta la mayor población del experimento.

King (1968) & González (1983), coinciden en afirmar que el fósforo mejora el ahijamiento.

El potasio no presentó ninguna influencia en los niveles estudiados.

En la Figura 5 se presentan las diferentes poblaciones obtenidas por efecto de la aplicación de N y P.

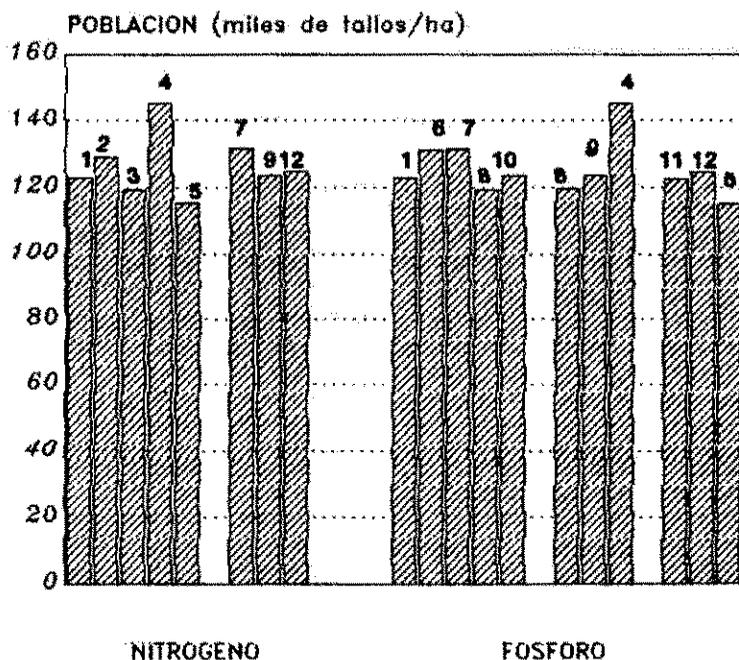


Figura 5. Influencia del nitrógeno y fósforo sobre la población.

Los números que se presentan en la parte superior de las barras, corresponden a los tratamientos que se especifican en la Tabla 9.

3.5. Rendimiento agrícola.

El rendimiento agrícola refleja la cantidad de tallos molibles cosechados, así como el peso de los mismos, expresando el total de materia vegetal cosechadas en t/ha.

Al realizar el análisis de varianza se refleja que no hay diferencia significativas entre las dosis usadas, a pesar de esto se apreciaron algunas diferencias en el tonelaje, que económicamente no pasan desapercibidas.

El papel que juega el nitrógeno en el aumento de la producción de la caña consiste fundamentalmente en la influencia favorable que éste ejerce sobre el crecimiento y desarrollo de la planta y por el aumento que se produce en la población de tallos (INCA, 1989).

El nitrógeno manifestó una influencia benéfica; dosis creciente de este elemento provocaron aumentos en el rendimiento; se observó que con fondo fijo de fósforo y potasio de 60 kg/ha respectivamente, el nitrógeno aumentó el rendimiento agrícola en todas las dosis respecto al testigo, el mayor rendimiento (78.47 t/ha) se obtuvo cuando el nivel de nitrógeno fue de 80 kg/ha, dosis menores o mayores a 80 kg/ha provocaron disminuciones en este parámetro. Cuando las dosis disminuyeron a 40 kg/ha de nitrógeno y aumentaron a 120 kg/ha de nitrógeno el rendimiento se disminuyó en 6.7 y 3 por ciento respectivamente, respecto al nivel de 80 kg/ha de nitrógeno.

El nivel de 120 kg/ha de nitrógeno superó en 3 por ciento el rendimiento agrícola producido por el nivel de 40 kg/ha de nitrógeno.

Cuando las dosis de nitrógeno se varían desde 0 hasta 80 kg/ha, se alcanzaron los mayores rendimientos en todo el

experimento. Los rendimientos mas altos correspondieron a las combinaciones 80-0-60, 80-30-60, con 86.23 y 81.71 t/ha respectivamente. Estas combinaciones superaron al máximo rendimiento alcanzado por la combinación 80-60-60 en 9 y 4 % respectivamente.

En las dos combinaciones de fósforo antes señaladas, el rendimiento agrícola estuvo determinado aparentemente por el porcentaje de germinación y la altura que las plantas alcanzaron, este último parámetro, ya fue señalado como importante al aumentar la capacidad de almacenamiento de polisacáridos.

En la Figura 6 se presenta el rendimiento agrícola alcanzado por las distintas combinaciones de nitrógeno, fósforo estudiados en todos sus niveles.

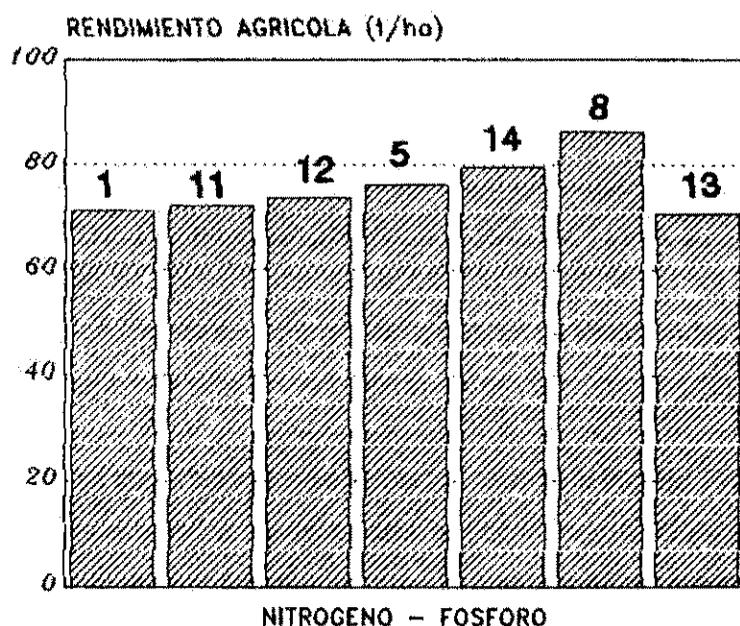


Figura 6. Influencia del nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento agrícola.

Los números que se presentan en la parte superior de las barras, corresponden a los tratamientos que se especifican en la Tabla 5.

En el caso del factor potasio éste aparentemente no tiene ningún efecto sobre el parámetro en cuestión, esto es debido a que no se presenta una tendencia clara de su efecto en las diferentes combinaciones en que se estudió, quizás por los altos contenidos de potasio en el suelo.

Algunos autores han señalado un efecto sinérgico entre el nitrógeno y el potasio para el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), el que al parecer no se ajusta al cultivo de la caña de azúcar, quizás porque éste cultivo realiza una absorción del potasio (consumo de lujo) por encima de sus necesidades reales.

3.6. Rendimiento industrial.

Este expresa las cantidades de azúcar por tonelada de caña, siendo ésta la variable que mide el producto final (azúcar) en el cultivo de la caña de azúcar.

Las sustancias producidas en las hojas, son utilizadas en parte para producir energía, formación de estructuras en la planta y el resto se almacena en forma de azúcar, que es lo que marca el grado de madurez de la caña de azúcar. El mayor grado de madurez esta determinado por un contenido de azúcar similar en todo el tallo, exceptuando el cogollo.

El rendimiento industrial esta determinado por el grado de pureza del jugo, por lo que un alto rendimiento agrícola no necesariamente esta asociado a un buen rendimiento industrial.

El nitrógeno es el más costoso de todos los fertilizantes y que debe ser aplicado en cantidades óptimas, puesto que si es muy poco provocan bajos rendimientos de caña y si es mucho puede ocasionar baja calidad de los jugos (Humbert, 1974).

Investigadores Hawaianos han comprobado que tanto el contenido de azúcares reductores como el de sacarosa de la planta de caña, resultan acentuadamente afectados por la cantidad de nitrógeno aplicado. El efecto de las aplicaciones aumentadas de nitrógeno sobre la concentración de sacarosa es completamente lo contrario del efecto sobre la concentración de azúcares reductores. La concentración de sacarosa decrece como resultado de las aplicaciones adicionales de nitrógeno (Dillewijn, 1952).

En esta experiencia los tratamientos utilizados no reflejaron influencia significativa para con ésta variable.

Las dosis de nitrógeno sin embargo, aumentaron el rendimiento industrial hasta el nivel de 80 kg/ha de nitrógeno y con fondos fijos de 60 kg/ha de fósforo y 60 kg/ha de potasio, dosis mayores de nitrógeno (120 kg/ha) disminuyeron el rendimiento industrial en un 9.2 por ciento respecto al nivel de 80 kg/ha.

En la evaluación de las dosis de nitrógeno, con 80 kg/ha se lograron los mayores valores en la variable evaluada (90.25 kg/t), no obstante debe señalarse que todos los niveles de nitrógeno probados con fondos fijos de fósforo y potasio (60 y 60 kg/ha) superaron al testigo (72.64 kg/t) desde 9.9 hasta 20.9 por ciento.

Resultados similares a los obtenidos con la combinación 80-60-60 se obtuvieron con 40-30-60 (90.57 kg/t).

El rendimiento industrial más alto, se logró con 120-0-60 de nitrógeno, fósforo y potasio (93.8 kg/t), éste tratamiento sin embargo no superó a 80-60-60 en rendimiento agro-industrial.

Dillewijn (1952), señala que el efecto de las proporciones aumentadas de nitrógeno sobre el rendimiento de caña y de azúcar,

dependen fundamentalmente de la presencia de otros nutrientes. De éste modo, este mismo autor mostró que aplicaciones adicionales de fosfato, aumentaban gradualmente el requerimiento óptimo de nitrógeno.

La relación nitrógeno/fósforo, parece ser más importante en el cultivo de la caña, sobre todo cuando ésta se establece sobre suelos con altos contenidos de potasio; según Evans, (1936) citado por Dillewijn (1975), las altas aplicaciones de nitrógeno provocan una depresión en los contenidos de fósforo en el jugo de la caña.

A la luz de las consideraciones anteriores, la relación nitrógeno/fósforo determina el rendimiento de la caña, sobre todo cuando se trata de suelos ricos en potasio, como en el caso del suelo en éste ensayo.

Como ya se ha señalado, entre los rendimientos industriales más altos que se obtuvieron, figuran las combinaciones 80-60-60 y 40-30-60, con 90.25 y 90.57 kg/t respectivamente. En ambas combinaciones los contenidos de nitrógeno y fósforo fueron proporcionales con una relación nitrógeno/fósforo igual a 1.33, la relación nitrógeno/potasio para la primera combinación fue de 1.33 y 0.66 para la segunda combinación. Las combinaciones con relaciones mayores o menores a éstas solo provocaron disminuciones en el rendimiento industrial y consecuentemente en el agro-industrial.

Es importante resaltar el hecho de tales relaciones; pues los resultados obtenidos muestran que relaciones muy amplias como la de la combinación 120-30-60 (nitrógeno/fósforo = 4) solo provocaron un rendimiento industrial mucho mas bajo que el obtenido por el testigo donde no se aplico fertilizante. La combinación 120-60-60 parece poner en evidencia tal comportamiento, pues en ésta la relación nitrógeno/fósforo bajo

a 2, y el rendimiento (81.98 kg/t) obtenido superó al de la relación nitrógeno/fósforo igual a cuatro (4) y a la del testigo.

Al aplicar el fósforo al comienzo del ciclo anual, aumenta el desarrollo de raíces y la riqueza en azúcar, produciendo jugos de mayor pureza, que decantan fácilmente durante la elaboración industrial (García, 1980).

Las consideraciones hechas en el caso del nitrógeno, son también válidas para el fósforo, pues las combinaciones de las dosis de fósforo, a distintos niveles de nitrógeno, solo provocaron rendimientos menores que los logrados cuando se mantienen las relaciones nitrógeno/fósforo entre 0.66 y 1.33.

En la Figura 7 se presentan algunas relaciones nitrógeno/fósforo de las distintas combinaciones y la variación del rendimiento industrial.

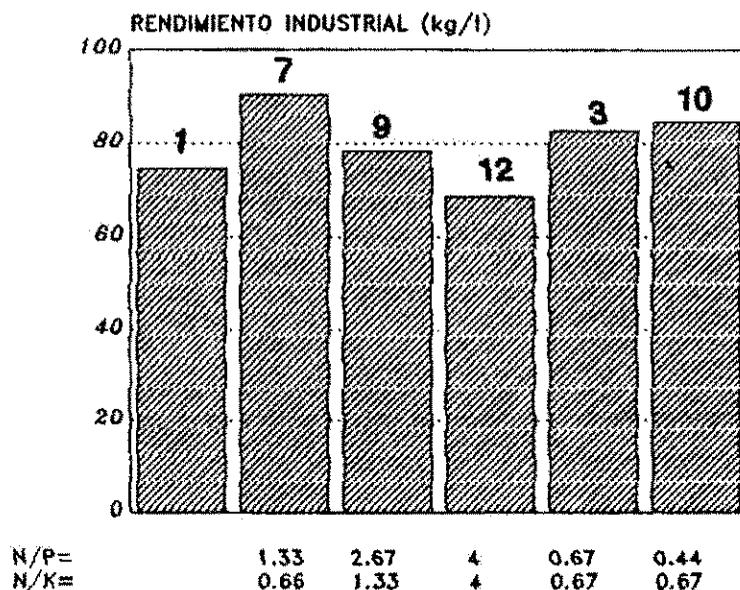


Figura 7. Influencia de las relaciones N/P y N/K sobre el rendimiento industrial.

Los números que se presentan en la parte superior de las barras, corresponden a los tratamientos que se especifican en la Tabla 5.

Para el caso del potasio, el análisis estadístico no mostró significancia sobre ésta variable, pues las distintas dosis de potasio en las diferentes combinaciones establecidas, no presentaron una tendencia clara.

Dillewijn (1975), señala que las aplicaciones de potasio estimulan la absorción de nitrógeno solamente cuando, los suelos sobre los que se establece el cultivo presenta bajo contenido de potasio, y que en el caso contrario las aplicaciones de potasio debían de ir acompañadas de altas dosis de nitrógeno para promover la absorción de nitrógeno. En la Figura 8 se presenta el rendimiento industrial alcanzado en distintas combinaciones donde se varió la cantidad de potasio aplicado.

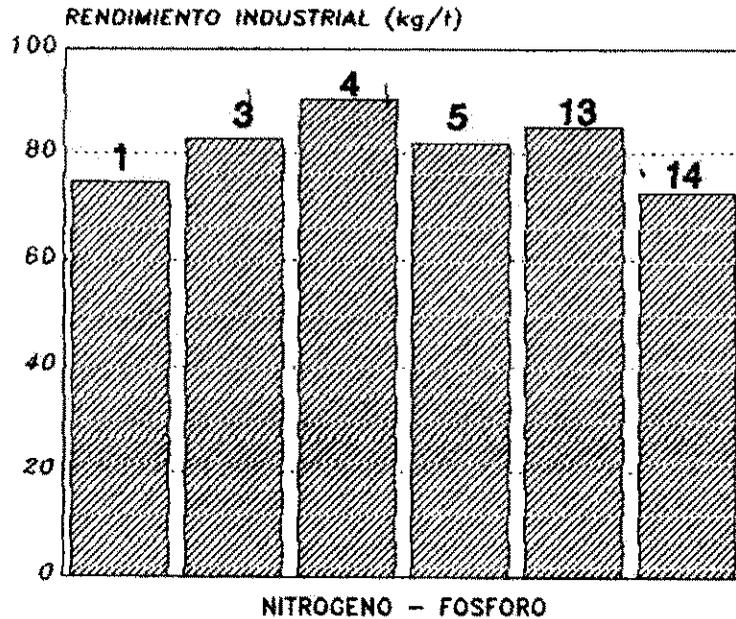


Figura 8. Influencia del N-P sobre el rendimiento industrial.

Los números que se especifican en la parte superior de las barras, corresponden a los tratamientos que se especifican en la Tabla 5.

De acuerdo a la Figura 8, los valores de rendimientos más altos corresponden a las combinaciones 80-60-60 y 120-60-0, debía esperarse que la combinación 120-60-60 superara a 80-60-60 pues la relación nitrógeno/potasio es más amplia, sin embargo la relación nitrógeno/fósforo se sale del rango establecido anteriormente, lo que podría explicar el menor rendimiento provocado por la combinación 120-60-60 respecto a la de 80-60-60.

Se observa además en la misma figura que el segundo rendimiento industrial más alto correspondió a 120-60-0, lo cual es lógico si se considera que la relación nitrógeno/potasio se hace más amplia todavía, lo que pudo haber estimulado cierta absorción de nitrógeno, pues el contenido de potasio existente en

el suelo es suficiente. Sin embargo la combinación 120-60-0, no superó en rendimiento al tratamiento 80-60-60 probablemente por que la relación nitrógeno/fósforo no estaba en equilibrio. Aún así, los resultados obtenidos no muestran una evidencia clara de la relación nitrógeno/potasio, por lo que debería ser objeto de futuros estudios.

3.7. Rendimiento agro-industrial.

El rendimiento agro-industrial expresa tanto la cantidad de caña/ha, como la calidad de ésta, expresada en su concentración de sacarosa.

Las diferentes dosis consideradas no tuvieron influencias significativas con respecto al rendimiento agro-industrial, pero aún así las variaciones numéricas con respecto al testigo son evidentes.

Con fondos fijos de 60 kg/ha de fósforo y 60 kg/ha de potasio, el nitrógeno originó un rendimiento de 7.082 t/ha de azúcar con 80 kg/ha de nitrógeno, niveles mayores o menores disminuyen el rendimiento.

Mientras la planta de caña tenga carencia de fósforo, las aplicaciones adicionales de este nutriente producirán rendimientos mayores. Sin embargo, tan pronto como el aprovisionamiento de fosfato se hace tan elevado como para provocar la deficiencia relativa de uno o más de los otros nutrientes, las aplicaciones adicionales de fosfato no causaran efecto alguno o podrán hasta resultar perjudiciales, (Dillewijn, 1975).

El fósforo presentó cierta influencia con fondos de 40 kg/ha de nitrógeno y 60 kg/ha de potasio; con 30 kg/ha de fósforo es que se logra un rendimiento de 6.252 t/ha de azúcar. Si

aumentamos el nitrógeno a 80 kg/ha y se mantiene constante el potasio en 60 kg/ha, se observa un incremento en el rendimiento cuando no se aplica fósforo, siendo éste rendimiento de 7.675 t/ha de azúcar. Al aumentar aún más el nitrógeno a 120 kg/ha el rendimiento disminuyó a 6.784 t/ha de azúcar con 0 kg de fósforo/ha.

La adición de 30 kg/ha de fósforo a los fondos de 80 y 120 kg/ha de nitrógeno con 60 de potasio, solo provocaron disminuciones en el rendimiento agro-industrial.

A la luz de estos resultados, puede pensarse que la aplicación de fósforo sólo deprime los rendimientos, lo cual no es cierto, por cuanto éstos rendimientos no fueron superiores al obtenido con la combinación 80-60-60 y cuya relación nitrógeno/fósforo es de 1.33.

El rendimiento agro-industrial más alto, se obtuvo con la combinación 80-0-60 (7.68 t/ha), esto podría confirmar la observación hecha respecto al efecto de la adición de fósforo, sin embargo es importante señalar que seis (6) de los siete (7) parámetros evaluados en éste experimento fueron mayores con 80-60-60 que con 80-0-60, por lo que quedaría descartada tal aseveración respecto a la aplicación de fósforo.

Respecto al potasio, en la Figura 9 se muestra el comportamiento del rendimiento agro-industrial por efecto de las dosis de N-P-K.

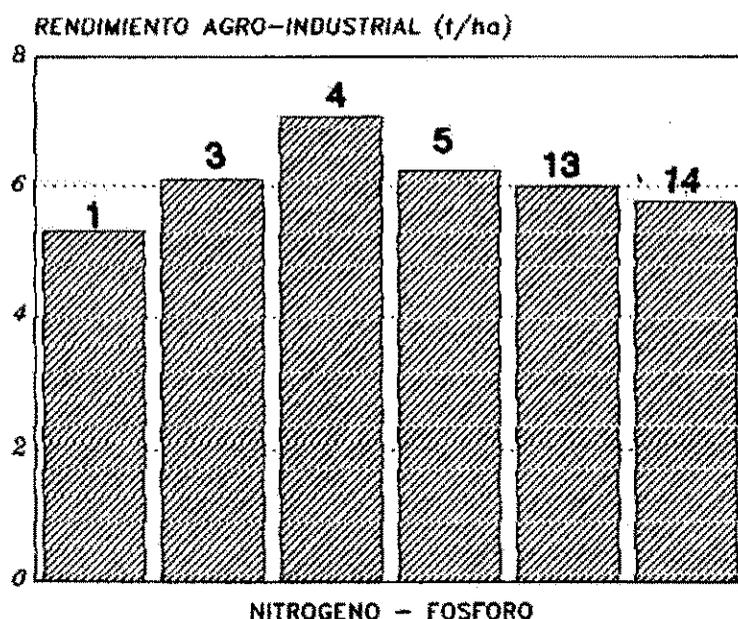


Figura 9. Influencia del N-P sobre el rendimiento agro-industrial.

Los números que se encuentran en la parte superior de las barras, corresponden a los tratamientos que se especifican en la Tabla 5.

El potasio no mostró ninguna influencia significativa, ni estadística, ni numérica, sobre éste parámetro. El potasio es importante en la formación de sacarosa, lo cual no es razón para utilizarlo en altas dosis. Este sólo tiene valor cuando hay insuficiencia en la planta. Una vez abastecidas las necesidades, un exceso no producirá aumentos en la acumulación de sacarosa, (Arzola *et al*; 1986).

Según Cooke (1979), si se aplica más de la fertilización óptima, la ganancia disminuirá, y al usar menos de lo óptimo alguna ganancia será sacrificada.

El mejor rendimiento agro-industrial fue alcanzado por el tratamiento 80-0-60 y también fue el que tuvo la mayor relación valor-costo (14.12). El segundo mejor rendimiento agro-industrial correspondió al tratamiento 80-60-60 (el cual tiene una relación nitrógeno/fósforo igual a 1.33) con una relación valor-costo de 7.41.

Wierer & Abbott (1978); consideran que el agricultor no se preocupa tanto por el rendimiento óptimo derivado de una cantidad de fertilizante aplicado, como; por que nivel de aplicación le dará los beneficios máximos.

Los beneficios producto de la aplicación de fertilizante puede ser expresada tanto como BENEFICIOS NETOS y RELACION VALOR-COSTO. En la tabla 10 se expresa el análisis económico de los tratamientos evaluados.

Wierer & Abbott (1978), aseguran que en ensayos realizados en varios países han demostrado que las relaciones valor-costo de tres (3) a cinco (5) son comunes y que a veces pueden ser más altos. Esto coincide con los presentes resultados, cuyo análisis económico muestra, que se obtuvo por cada dólar invertido en fertilizante un beneficio medio de \$ 3.22 a \$ 14.41 en nueve (9) de los trece (13) tratamientos a los que se les aplicó fertilizante, tres (3) tratamientos con relación valor-costo menor de tres (3) y uno (120-30-60) con rendimiento agro-industrial menor que el testigo (0-0-0).

Tabla 10. Beneficio neto y relación valor-costo por cada tratamiento evaluado.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rdto. ¹ t/ha	5.321	5.67	6.116	7.082	6.245	5.86	6.252	7.675	6.402	5.855	6.784	5.057	6.019	5.784
CMA ²	0-0-0	0-60-60	40-60-60	80-60-60	120-60-60	40-0-60	40-30-60	80-0-60	80-30-60	40-90-60	120-0-60	120-30-60	120-60-0	120-60-30
ICP ³	-	0.349	0.795	1.761	0.924	0.539	0.931	2.354	1.081	0.534	1.463	-	0.698	0.463
VDI ⁴	-	139.6	318	704.4	369.6	215.6	362.4	938	432.4	213.6	585.2	-	279.2	185.2
CP ⁵	-	55.39	75.25	95.08	114.96	46.56	60.91	66.29	80.74	89.60	86.27	-	88.26	101.59
BW ⁶	-	84.21	242.75	609.32	254.64	169.04	301.49	871.61	351.56	124	898.93	-	185.93	83.61
RVC ⁷	-	2.52	4.23	7.41	3.22	4.63	5.94	14.12	5.36	2.38	6.75	-	3.16	1.82

- 1- Rendimiento agro-industrial t/ha.
- 2- Cantidad de nutriente aplicado kg/ha.
- 3- Incremento con fertilizante t/ha.
- 4- Valor del incremento en \$.
- 5- Costo de los fertilizantes en \$.
- 6- Beneficios netos en \$.
- 7- Relación Valor-Costo.

IV. CONCLUSIONES

En ninguna de las variables evaluadas se encontró diferencia significativa, aún así se llegó a las siguientes conclusiones.

En suelos con alto contenido de potasio es determinante para el cultivo de la caña de azúcar la relación nitrógeno/fósforo.

Emergencia: Respondió positivamente a la relación nitrógeno/fósforo de 0.67 a 2.

Diámetro: Ejerció un mayor efecto el nitrógeno que el fósforo, alcanzándose mayores diámetros por el efecto de las aplicaciones de nitrógeno. Las relaciones nitrógeno/fósforo igual a 2 y nitrógeno/potasio igual 4 produjeron los mayores diámetros.

Altura: Respondió mejor a la aplicación de fósforo, lográndose las mejores alturas con relaciones nitrógeno/fósforo igual a 2 y nitrógeno/potasio igual 4.

Población: Respondió a la aplicación de nitrógeno y fósforo no siendo así para el potasio. La población respondió mejor a la aplicación de nitrógeno, con la relación nitrógeno/fósforo igual a 1.33.

Rendimiento Agrícola: El nitrógeno fue determinante en lograr los más altos rendimientos agrícolas, el fósforo no tuvo mucha influencia, valores también aceptables están comprendidos en relaciones nitrógeno/fósforo de 0.67 a 2.

Rendimiento Industrial: Respondió fuertemente a las combinaciones 80-60-60 y 40-30-60, observándose que el rango óptimo de éstas relaciones son para nitrógeno/fósforo de 1.33 y nitrógeno/potasio de 0.50 a 1.33, relaciones mayores o menores a ésta originan

rendimientos inferiores. El tratamiento 120-0-60 fue el que produjo el más alto rendimiento industrial, sin embargo no fue así en cuanto al rendimiento agro-industrial, lo cual repercutió en una relación valor-costo baja.

Rendimiento Agro-Industrial: Fue determinado en mayor grado por el rendimiento agrícola ya que el mayor rendimiento agro-industrial correspondió al mayor rendimiento agrícola, siendo éste el tratamiento 80-0-60, logrando a la vez la mayor relación valor-costo.

V. RECOMENDACIONES

Realizar éste experimento con otras variedades de caña que cumplan con los requisitos exigidos en la actualidad por el sector cañero, lo mismo que con variedades nuevas que estén en proceso de caracterización.

En futuros estudios profundizar en cuanto a la relación nitrógeno/fósforo como factor determinante en los rendimientos de la caña de azúcar, ya que aparentemente en suelos con altos contenidos de potasio pueden aplicarse dosis bajas de nitrógeno y fósforo pero dentro de una determinada relación (ejemplo 0.67 a 1.33 en éste trabajo) que mantendrán un mismo rendimiento.

El rendimiento agro-industrial se puede aumentar desde 5.3 hasta 7.7 t/ha de azúcar si las dosis de nitrógeno oscilan entre 40 y 120 kg/ha con fondo de fósforo y potasio que brinden la relación nitrógeno/fósforo antes mencionada y nitrógeno/potasio entre 1.5 y 2.0.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arzola Pina, N. Fundora Herrera, O. & Machado de Armas, J., 1986. Suelo planta y abonado. Edit. Pueblo y Educación. La Habana Cuba.
- Armas Urquiza, R. Ortega Delgado, E. & Rodes García, R. 1988. Fisiología vegetal. Edit. Pueblo y Educación. La Habana Cuba.
- Cooke, G.W. 1979. Fertilizantes y sus usos. Edit. Continental S.A. México.
- De Geus, J. C. 1967. Fertilicet guide for tropical and subtropical farmers Zurich. Centre. D' stude de L' azote. Pag. 115-145.
- Dillewijn, C. V. 1952. Botánica de la caña de azúcar. 1^{ra} Edición Revolucionaria. La Habana Cuba.
- Dillewijn, C. V. 1975. Botánica de la caña de azúcar. 2^{da} Edición Revolucionaria. La Habana Cuba.
- Fauconnier, R. & Bassereau, D. 1975. La caña de azúcar. Edit. Blime, Thuset 17 Barcelona, España.
- F.A.O (*Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación*). 1993. *Boletín Trimestral*. Volumen Nº 6.
- Garcias Fernández, J. 1980. Fertilizantes Agrícolas. Edit. AEDDS. Pag.146-149.
- González Kindelan, J. 1983. Fitotecnia de la caña de azúcar. Edit. Libros para la educación. La Habana Cuba.
- Graetz, H. 1990. Suelo y fertilización. Editorial Trillas. Mexico.

- Humbert, R. 1974. El cultivo de la caña de azúcar. Edit. Continental. Mexico D. F.
- I.N.C.A (*Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*). marzo 1989. *Cultivos Tropicales*. Vol:11, Nº 1.
- Jacob, A. & Vexkul, V. 1966. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Traducido por B. O. López de Alba. Holanda, Hannoner Ver Lagsgesllchaft for Ac Kerbau mbh. Pag. 137-155.
- King, Norman J. 1968. Manual del cultivo de la caña de azúcar: Edición revolucionaria. La Habana Cuba.
- MIDINRA, 1978. Estudio de factibilidad proyecto Agro-Industrial azucarero, Tipitapa-Malacatoya.
- Wierer, K. & Abbott, J. C. 1978. Mercadeo de los fertilizantes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

VII.- ANEXOS

TABLA 11. Resultados obtenidos en las diferentes variables.

TRATA- MIENTOS.	Germinación (%)	Población (tallos/ha)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Rdto. Agríc. (t/ha)	Rdto. Indust. (kg/t)	Rdto Agro- Ind. (t/ha)
0-0-0	51.63	122 931	2.45	203.16	71.30	74.63	5.321
0-60-60	64.67	129 145	2.55	212.57	71.03	79.83	5.670
40-60-60	63.67	119 371	2.55	217.01	74.01	82.64	6.116
80-60-60	70.33	145 315	2.47	266.94	78.47	90.25	7.082
120-60-60	57.67	115 424	2.60	208.28	76.18	81.98	6.245
40-30-60	75.33	131 750	2.44	194.16	69.03	90.57	6.252
80-30-60	58.83	123 803	2.39	217.39	81.61	78.35	6.394
120-30-60	73.83	124 932	2.37	206.30	73.71	68.60	5.057
0-0-0	51.63	122 931	2.45	203.16	71.30	74.63	5.321
40-0-60	54.83	131 273	2.53	213.60	72.20	81.16	5.860
40-30-60	75.33	131 750	2.44	194.16	69.03	90.57	6.252
40-60-60	63.67	119 371	2.55	217.01	74.01	82.64	6.116
40-90-60	57.83	123 661	2.44	200.21	69.25	84.55	5.855
80-0-60	65.17	119 764	2.43	229.03	86.23	89.01	7.675
80-30-60	58.83	123 803	2.39	217.39	81.71	78.35	6.402
80-60-60	70.33	145 315	2.47	226.94	78.47	90.25	7.082
120-0-60	65.33	122 576	2.58	208.36	72.32	93.80	6.784
120-30-60	73.83	124 932	2.37	206.30	73.71	68.60	5.057
120-60-60	57.67	115 424	2.60	208.28	76.18	81.98	6.245
0-0-0	51.63	122 931	2.45	203.16	71.30	74.63	5.321
120-60-0	75.33	119 610	2.50	214.84	70.84	84.96	6.019
120-60-30	64.83	113 814	2.63	231.50	79.67	72.64	5.787
120-60-60	57.67	115 424	2.60	208.28	76.18	81.98	6.245
C. V. (%)	10.63	13.57	5.63	10.93	14.22	13.79	14.18

Tabla 12. Regiones y Departamentos de ubicación de los ingenios de Nicaragua.

REGION	DEPARTAMENTOS	INGENIOS
II	Zelaya Norte Central.	Camilo Ortega Saavedra.
	Chinandega.	Germán Pomares Ordoñez.
	Chinandega.	San Antonio.
III	Managua.	Victoria de Julio.
	Managua.	Julio Buitrago.
IV	Rivas.	Benjamín Zeledón.
	Granada.	Javier Guerra.