

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

**EFECTOS DE NIVELES DE NITROGENO
Y DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO
DE ARROZ (*Oryza sativa* L) BAJO RIEGO**

José Manuel Bravo Báez

TESIS

Managua, Nicaragua

1980

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EFEECTO DE NIVELES DE NITROGENO Y DEN-
SIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE
ARROZ (Oryza Sativa L) BAJO RIEGO.

P O R

JOSE MANUEL BRAVO BAEZ

T E S I S

1 9 8 0

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA

MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EFFECTO DE NIVELES DE NITROGENO Y DEN-
SIDAD DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE
ARROZ (Oryza Sativa L) BAJO RIEGO.

P O R

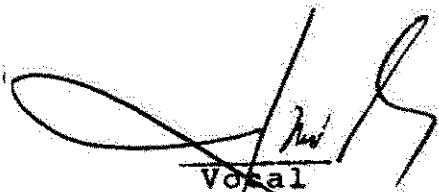
JOSE MANUEL BRAVO BAEZ

T E S I S

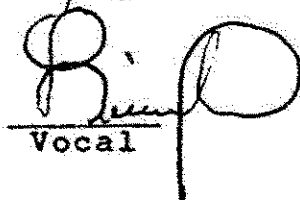
PRESENTADA A LA CONSIDERACION DEL TRIBUNAL EXA-
MINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO.

COMITE EXAMINADOR


Asesor Principal


Vocal


Vocal


Vocal


Director del Centro


Vocal

1 9 8 0

D E D I C A T O R I A

A LA MEMORIA
DE MIS PADRES

: José Manuel Bravo Ramírez
y
María Ignacia Báez de Bravo

A MIS HERMANOS

: Josefa Dolores
Ritha Herminia
Zenayda
José Daniel
Juan Carlos
y con especial cariño a
Lidilia Antonia

A MI ESPOSA

: María Eugenia Duarte de Bravo

A MI HIJA

: Kristian Paola

A

: Mis familiares
Mis amigos.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece sinceramente a los Ingenieros Carmen Reynaldo Treminio Ch. y Humberto Tapia B. por la valiosa y desinteresada ayuda que brindaron en la realización de este estudio.

También al Ingeniero Diego Peralta, a la Empresa AL TAMIRA, S. A. y al personal del Departamento de Granos Básicos del INTA, quienes en una u otra forma colaboraron en la ejecución de este estudio.

INDICE

Sección		Página
	INDICE DE CUADROS.....	vi
	INDICE DE FIGURAS.....	vii
I.	INTRODUCCION.....	1
II.	OBJETIVOS.....	3
III.	REVISION DE LITERATURA.....	5
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	11
V.	RESULTADOS.....	15
VI.	DISCUSION.....	24
VII.	CONCLUSIONES.....	28
VIII.	RESUMEN.....	29
IX.	LITERATURA CITADA.....	30
X.	ANEXO.....	36

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Influencia de densidades de siembra y niveles de nitrógeno en las características agronómicas y rendimiento de la variedad de arroz IR-22.....	16
2	Rendimiento de arroz en granza (kilogramos por hectárea) en función de densidades de siembra y niveles de nitrógeno.....	17
3	Componentes de rendimiento de la variedad de arroz IR-22 según densidades de siembra y niveles de nitrógeno.....	21
4	Componentes de las funciones de respuesta estimado con los rendimientos de arroz en granza para cada densidad de siembra, mediante el modelo discontinuo rectilíneo.....	23

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Funciones de respuesta de la variedad de arroz IR-22 a niveles crecientes de siembra de 40 y 80 kilogramos por hectárea, determinados por el modelo discontinuo-rectilíneo $Y = a + b x \dots$	19
2	Funciones de respuesta del arroz a niveles crecientes de nitrógeno para las densidades de 120 y 160 kilogramos por hectárea, determinados por el modelo discontinuo-rectilíneo $Y = a + b x \dots$	20
3	Distribución de la precipitación en Altamira, Boaco. Precipitación en el período. 270 mm.	37

I INTRODUCCION

El arroz es un alimento básico de la población nicaragüense. Su importancia socio-económico se manifiesta tanto en su producción como en su comercialización al generar ocupación laboral y divisas para el país.

El promedio de consumo interno de arroz en nuestro país en el período 1975 a 1977/78, se estimó en 47,703 toneladas métricas de arroz oro (2).

El área cultivada de arroz de riego y seco en ese mismo período fue de 26,413 hectáreas con un rendimiento de 1.86 toneladas métricas, para una producción de 49,273 toneladas métricas, cantidad suficiente para satisfacer la demanda interna del país (12).

Hasta el presente el grado de tecnología alcanzada en arroz de riego es superior al cultivo de seco, por cuanto se dispone de mayores recursos de producción, asistencia técnica y crediticia, además de información tecnológica derivada de la investigación agrícola nacional. A pesar del avance tecnológico logrado, existen serios problemas de manejo y sanidad que limitan la obtención de una mayor productividad en las áreas arroceras.

En sanidad se puede afirmar que Pyricularia oryzae Cav. es la enfermedad que mayor daño causa a la producción, pu -

diéndose perder totalmente la cosecha, cuando se presentan condiciones ecológicas y de manejo que son favorables para el desarrollo y propagación del patógeno (22). La fertilización y la densidad de población son factores de producción que están íntimamente ligados con la presencia y severidad de daños ocasionados por "piricularia" y otros patógenos fungosos.

En vista de esta situación y considerando que la fertilización del arroz, así como una buena población de plantas son factores necesarios para producir altos rendimientos, se realizó este estudio, utilizándose la variedad - IR-22 la cual es cultivada intensivamente por su excelente calidad molinera y culinaria.

II OBJETIVOS

- 1) Determinar el efecto de cuatro densidades de siembra y cuatro niveles de nitrógeno en la productividad y el comportamiento agronómico de la variedad de arroz IR - 22, bajo condiciones de riego.
- 2) Evaluar la interacción de los factores mencionados en relación con la productividad y rentabilidad de este cultivo bajo las condiciones del estudio.

III REVISION DE LITERATURA

CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA.

La Hacienda Altamira está localizada en la costa noroeste del lago Cocibolca; municipio de San Lorenzo, departamento de Boaco, en los 12° 22' de latitud norte y los 85° - 39' longitud oeste, a una altura de 50 metros sobre el nivel del mar (18).

Según Holdrige citado por Vaca (26), ésta region está clasificada como bosque tropical seco.

Los suelos son arcillosos, negros pesados del orden vertisoles, cuyo subgrupo es Typic pellusterts (14).

La temperatura osciló entre los 23 y 25 °C y la precipitación pluvial fue de 270 mm durante el período de estudio (Julio a Noviembre de 1976).

DESCRIPCION DE LA VARIEDAD

La variedad IR-22 fue desarrollada en el Instituto Internacional de Investigaciones de Arroz (IRRI) Filipinas - en 1969, mediante el cruce varietal de IR-8 y Tadukan.

Descriptivamente, la variedad IR-22 se caracteriza por ser de porte enano (80-90 cm.) resistente al acame, de poco vigor inicial, buen macollamiento, produce alto porcentaje de panojas fértiles, el grano es largo y traslúcido al des-

cascararlo y pulirlo y posee excelente calidad culinaria. El período vegetativo es de 125 a 130 días, susceptible a la enfermedad conocida como Piricularia producida por el hongo *Pyricularia oryzae Cav (3).

DENSIDAD DE SIEMBRA Y NIVELES DE NITROGENO

La respuesta de la aplicación de fertilizante y la densidad de población en el cultivo de arroz, depende de los siguientes factores: comportamiento genético de la variedad, condiciones físico-químicas del suelo, manejo y utilización del agua de riego, preparación del suelo, sistema de siembra y ecología (1).

Treminio (24), ensayó con las variedades IR-22, IR-100d y CICA-4 diferentes densidades de siembra en el rango de 40 a 160 kilogramos por hectárea, obteniendo diferencias no significativas en los rendimientos de los distintos niveles. El mayor rendimiento en cada una de las tres variedades se obtuvo con 140 kilogramos por hectárea de semilla de siembra, con un nivel de fertilización de 161 - 103 - 53 kilogramos por hectárea de N - P₂ O₅ - K₂ O.

El mismo investigador (25) con la variedad CICA-4 ensayó densidades de siembra de 60 a 160 kilogramos por hectárea, no encontrando diferencias significativas. El mayor rendimiento de arroz en granza se obtuvo con 160 kilogramo de semilla por hectárea y un nivel de fertilización de 161

102 - 38 kilogramos por hectárea de N - P₂ O₅ - K₂ O.

Giraldo (7), trabajando con las variedades IR-22 y CICA-4, encontró diferencias significativas en los rendimientos de arroz en grana con una densidad de siembra de 100 kilogramos por hectárea.

Estudios efectuados por Valenzuela et al (27), con las variedades Sinaloa A - 68, Milagro Filipino, Bluebonnet - 50 y densidades de siembra de 40 a 120 kilogramos por hectárea obtuvieron los rendimientos más altos, con 80 kilogramos por hectárea.

Los mismos investigadores (28), afirman que el uso de altas densidades de siembra favorece la incidencia de enfermedades fungosas y propicia el acame,

En la estación experimental La Libertad Colombia (10) se utilizaron la variedad CICA-9 y la línea 4444 y densidades de siembra de 50 a 300 kilogramos por hectárea, hallándose diferencias no significativas en los rendimientos. Estos decrecieron ligeramente tanto para CICA-9 y 4444 al utilizar cantidades de semilla mayores de 200 kilogramos por hectárea.

Con respecto a la fertilización el nitrógeno es el nutriente que presenta un mayor efecto en los rendimientos del arroz, considerándose como el elemento determinante de

una buena producción (4).

Doyle, citado por Ottavo (17) afirma que el cultivo del arroz responde casi universalmente a las aplicaciones de nitrógeno, excepte en aquellos casos donde el suelo es rico en nitrógeno orgánico, las respuestas al nitrógeno fueron negativas en muchos de estos casos. La correlación lineal obtenida, indica un promedio mundial de incremento de 12 a 13 kilogramos de arroz producido por kilogramo de nitrógeno aplicado.

La fuente natural de nitrógeno es la materia orgánica del suelo, la cantidad de materia orgánica y su descomposición favorece un buen desarrollo del cultivo de arroz (4).

Investigadores citados por Hernández (9), afirman que la eficacia del nitrógeno en el arroz, aumenta en función del contenido de fósforo y potasio en el suelo.

Doyle (5), demuestra con los datos de muchos países que hay una relación lineal entre el aumento del rendimiento de arroz y la proporción de nitrógeno aplicado, pudiéndose llevar hasta 200 kilogramos por hectárea el nivel de fertilizante nitrogenado en algunos países.

Velly (29), afirma que los rendimientos se incrementan en relación al aumento del nivel de fertilizante nitrogenado, hasta un nivel límite de 200 kilogramos por hectárea.

Orsonigo (16), determinó que tanto el vigor de las plantas como la incidencia de piricularia en las mismas se acentuaba a medida que el nivel de nitrógeno en el suelo se incrementaba, señalando además que el rendimiento de arroz en granza aumenta en proporción directa a aplicaciones de nitrógeno desde 0 a 60 kilogramos por hectárea.

Valenzuela et al (28), con la variedad Milagro Filipino y diferentes niveles de N, P₂O₅ y K₂O, determinaron que los mayores rendimientos se obtuvieron con aplicaciones de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

Narváez (15), utilizando 4 variedades comerciales y siete niveles de nitrógeno, observó respuestas hasta el nivel de 180 kilogramos por hectárea para las variedades IR-22 e IR-100d y 90 kilogramos por hectárea para IR-20 y CICA-4.

Trabajos realizados en Colombia utilizándose diferentes variedades comerciales y niveles de nitrógeno de 0 a 2 kilogramos por hectárea, señalan que las variedades responden de manera diferente a las aplicaciones de nitrógeno, obteniéndose el máximo rendimiento con Bluebonnet-50 y CICA-9 a un nivel de 160 kilogramos de nitrógeno por hectárea, CICA-6 respondió bien hasta 120 y 4444 a 80 kilogramos por hectárea (10).

Hernández et al (9), recomiendan en el cultivo del arroz una dosis de nitrógeno de 200 kilogramos por hectárea

en forma fraccionada, aplicándose un tercio del nitrógeno, de 30 a 35 días después del primer riego, con el fin de favorecer el macollamiento, y los dos tercios restantes a los 55 días.

Espinoza (6), evaluó diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio con la variedad CICA-4; logrando determinar que los tratamientos de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea acusaron mayores rendimientos y margen de utilidad, observándose muy poca respuesta a los elementos fósforo y potasio. También encontró que en los niveles más altos de nitrógeno había una mayor incidencia de enfermedades fungosas.

En el Centro Experimental Nataima (10), se evaluaron densidades de siembra y niveles de nitrógeno variables de 100 a 200 y de 300 kilogramos por hectárea, respectivamente con las variedades CICA-7 y CICA-9. No se encontraron diferencias significativas en rendimientos con las diferentes densidades de siembra en ambas variedades. Los niveles de nitrógeno tanto en CICA-7 como en CICA-9 respondieron hasta un nivel de 100 kilogramos por hectárea, disminuyendo el rendimiento con el uso de cantidades superiores.

* Según Vaca (26), en Nicaragua la siembra de arroz se efectúa con densidades de siembra que oscilan de 115 a 165 kilogramos por hectárea, utilizándose a la vez aplicaciones

de nitrógeno de 82 a 150 kilogramos por hectárea.

El INTA (11), recomienda densidades de siembra desde 100 a 135 kilogramos por hectárea y aplicaciones de nitrógeno de 87 a 130 kilogramos por hectárea.

IV MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se inició el 23 de Julio de 1976, bajo condiciones de riego, en la hacienda Altamira, S. A., utilizándose la variedad de arroz IR-22.

Los niveles de nitrógeno estudiados fueron: 0, 75, 150 y 225 kilogramos por hectárea y las densidades de siembra: 40, 80, 120 y 160 kilogramos de semilla por hectárea.

Se utilizó urea, triple superfosfato y muriato de potasio como fuente de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con arreglo en parcela dividida con cuatro repeticiones, las densidades de siembra ocuparon las parcelas principales y los niveles de nitrógeno las subparcelas.

La parcela experimental se formó por seis surcos de cinco metros de largo, separados a treinta centímetros; la parcela útil ocupó los cuatro surcos centrales, obteniéndose un área de nueve y seis metros cuadrados para parcela experimental y parcela útil respectivamente.

Cada parcela contó con entrada y salida de agua independiente, separadas por terraplenes o diques.

El total de nitrógeno para cada tratamiento fue aplica

do fraccionadamente en tres partes iguales: a la germinación (siete días después del primer riego), inicio del macollamiento (treinta días después del primer riego), e inicio del primordio floral (sesenta días después del primer riego).

La fertilización básica fue de 50 kilogramos por hectárea de $P_2 O_5$ y $K_2 O$, y se realizó al momento de la germinación junto con un tercio del nitrógeno.

Debido a la baja incidencia de malezas, el control se hizo a mano.

Para el control de insectos chupadores y barrenadores se hicieron dos aplicaciones de Azodrin 5 E. C. a razón de 1.4 litros por hectárea de producto comercial en cada aplicación, y para el picudo de la raíz (Liissorhoptrus oryzophilus Say) se aplicaron durante el macollamiento 19 kilogramos de Furadan 3 G. por hectárea.

Al finalizar el período vegetativo, se cosecharon los cuatro surcos centrales de cada parcela experimental (seis surcos); una vez limpio el arroz se pesó y se obtuvo una muestra representativa del grano para determinar el porcentaje de humedad, con el objeto de uniformar el peso de campo (granza) a peso seco.

Se usó transformación logarítmica en el número de gra-

nos llenos por panícula y el número de panículas con el propósito de estandarizar la varianza y analizarlos estadísticamente.

Por medio del modelo discontinuo rectilíneo, se determinó el rendimiento máximo estable para cada una de las densidades de siembra y niveles de nitrógeno.

Durante el desarrollo del ensayo se tomaron los siguientes datos:

1. Días a floración: A partir del primer riego y cuando - el cincuenta por ciento de la población en la parcela emitió anteras.
2. Vigor : 1.0 Buen vigor; 3.0 Vigor intermedio; 5.0 Poco vigor.
3. Enfermedades : Piricularia en la hoja, según escala internacional del IRRI; 1.2 Resistente; 3.0 Moderadamente resistente; - 4.0 Moderadamente susceptible; 5.7 - susceptible.
Piricularia en el cuello de la panícula: Porcentaje - de panículas afectadas.
Pudrición de la vaina: Porcentaje - (Corticium sasakii kaw) de vainas foliares afectadas.

4. Número de tallos en 30 centímetros de surco.
5. Número de panículas en 30 centímetros de surco.
6. Número de granos por panícula cosechada en 30 centímetros de surco.
7. Peso de 1000 granos y rendimiento por parcela útil.

Finalmente, se realizó análisis de varianza de los rendimientos de arroz en granza y se interpretó la respuesta del cultivo a densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada, mediante el modelo discontinuo rectilíneo.

V RESULTADOS

En el cuadro 1, se presenta la información obtenida - sobre el comportamiento de la variedad IR-22, a diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra.

Los días a flor de la variedad IR-22 fluctuaron entre los 70 y 76 días. El vigor mostrado por las plantas para las diferentes densidades de siembra varió de bueno a intermedio, a medida que se redujo el nivel de fertilizante nitrogenado. La altura de planta, estuvo comprendida entre los 69 y 91 centímetros.

El mayor grado de volcamiento se presentó con el nivel más alto de fertilización nitrogenada independientemente de la densidad de siembra.

La incidencia de "píricularia" fue nula, observándose mayor ataque de la pudrición de la vaina (Corticium sasakikaw).

En el cuadro 2, se anotan los rendimientos totales y promedios obtenidos en cada uno de los tratamientos.

Las densidades de siembra de 40 y 80 kilogramos de semilla por hectárea, alcanzaron los promedios de 5,308.31 y 4,864.43 kilogramos por hectárea, que fueron el más alto y más bajo respectivamente.

Cuadro 1. Influencia de densidades de siembra y niveles de nitrógeno en las características agronómicas y rendimiento de la variedad de arroz IR-22

Densidad de Siembra Kg/ha	Niveles nitrógeno kg/ha	Días a flor	Vigor <u>1/</u>	Altura de planta cm	Acame %	Enfermedades			Rendimiento <u>3/</u> Kg/ha
						Piricularia Hoja <u>2/</u>	Cuello %	Pudrición Vaina %	
40	0	73	2.8	69	0.0	0.0	2.0	6.0	3,946
	75	76	2.3	80	0.0	0.0	4.0	9.0	5,549
	160	72	1.7	86	5.0	2.0	2.0	10.0	5,829
	225	75	1.6	91	27.0	0.0	1.0	13.0	5,908
80	0	73	3.1	71	0.0	0.0	2.0	4.0	3,593
	75	71	2.1	77	0.0	0.0	2.0	11.0	4,449
	150	70	1.6	86	17.0	0.0	2.0	14.0	5,668
	225	75	1.3	90	55.0	1.0	2.0	17.0	5,770
120	0	74	3.5	69	0.0	0.0	3.0	3.0	2,896
	75	72	2.6	81	0.0	0.0	3.0	11.0	5,226
	150	73	1.8	86	22.0	0.0	3.0	12.0	5,781
	225	72	1.6	76	45.0	2.0	2.0	16.0	5,729
160	0	75	3.0	71	0.0	0.0	1.0	6.0	4,015
	75	72	2.5	80	0.0	0.0	2.0	11.0	5,249
	150	73	1.7	87	40.0	0.0	2.0	14.0	5,627
	225	75	1.6	90	50.0	0.0	2.0	13.0	5,370

1/ y 2/ = Valores según escala internacional.

3/ = Rendimiento de arroz en granza al 14% de humedad.

Cuadro 2. Rendimiento de arroz en granza (kilogramos por hectárea) en función de densidades de siembra y niveles de nitrógeno

Densidad siembra kg/ha	NIVELES DE NITROGENO kg/ha				Promedio para densidad de siembra
	0	75	150	225	
40	15,785	22,198	23,318	23,632	5,308.31
80	14,373	17,705	22,673	23,080	4,864.43
120	11,583	20,903	23,127	22,918	4,908.18
160	16,060	20,998	22,510	21,482	5,065.62
Promedio para niveles de Nitrógeno	3,612.56	5,112.75	5,726.75	5,694.50	

Para niveles de nitrógeno el mayor promedio de rendimiento correspondió a la aplicación de 150 kilogramos -- (5,726.75 kilogramos de arroz en granza por hectárea) y el menor al nivel de 0 kilogramos (3,612.56 kilogramos de -- arroz en granza por hectárea).

En la figura 1 y 2 se presentan las funciones de respuestas del arroz a niveles crecientes de nitrógeno, para cada una de las densidades de siembra determinadas por el modelo discontinuo rectilíneo.

En el cuadro 3 se muestran los datos de tallos, panículas, granos llenos por panícula y el peso de 1000 granos, obtenidos en muestreo de 30 centímetros de surco en la parcela útil. En este cuadro se observa que para las densidades de siembra de 40 y 80 kilogramos por hectárea el número de tallos y panículas aumenta a medida que se incrementa el nivel de nitrógeno de 0 a 225 kilogramos por hectárea, y para 120 y 160 kilogramos de semilla, el número de tallos y panículas se reduce al aumentar el nivel de nitrógeno en el mismo rango.

Según el análisis de varianza (Cuadro 7) hubo diferencias altamente significativas para el número de panículas, con respecto a densidad de siembra, versus niveles de nitrógeno. Para el número de granos llenos por panícula (Cuadro 8) se encontraron diferencias significativas en relación -

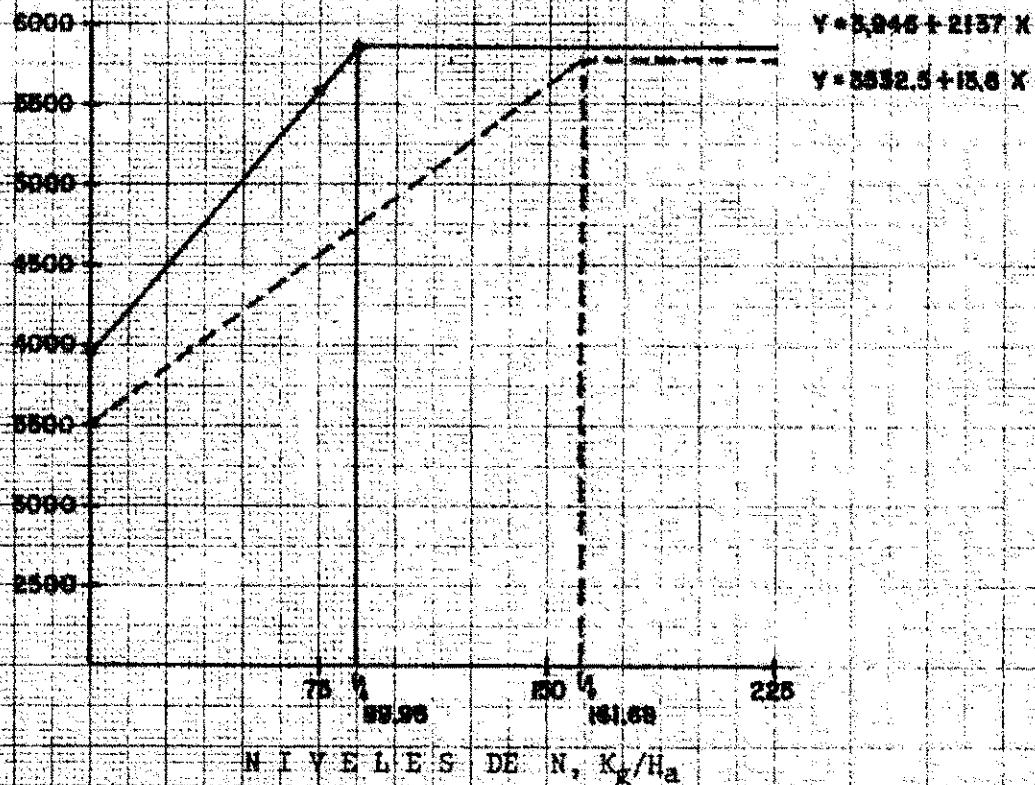


Fig. 7. Funciones de respuestas de la variedad de arroz IR-22 a niveles crecientes de nitrógeno para densidades de siembra de 40 y 80 kilogramos por hectárea, determinadas por el modelo discontinuo rectilíneo $Y=a+bx$.

— = 40 Kg/Ha de semilla de siembra

- - - = 80 Kg/Ha de semilla de siembra

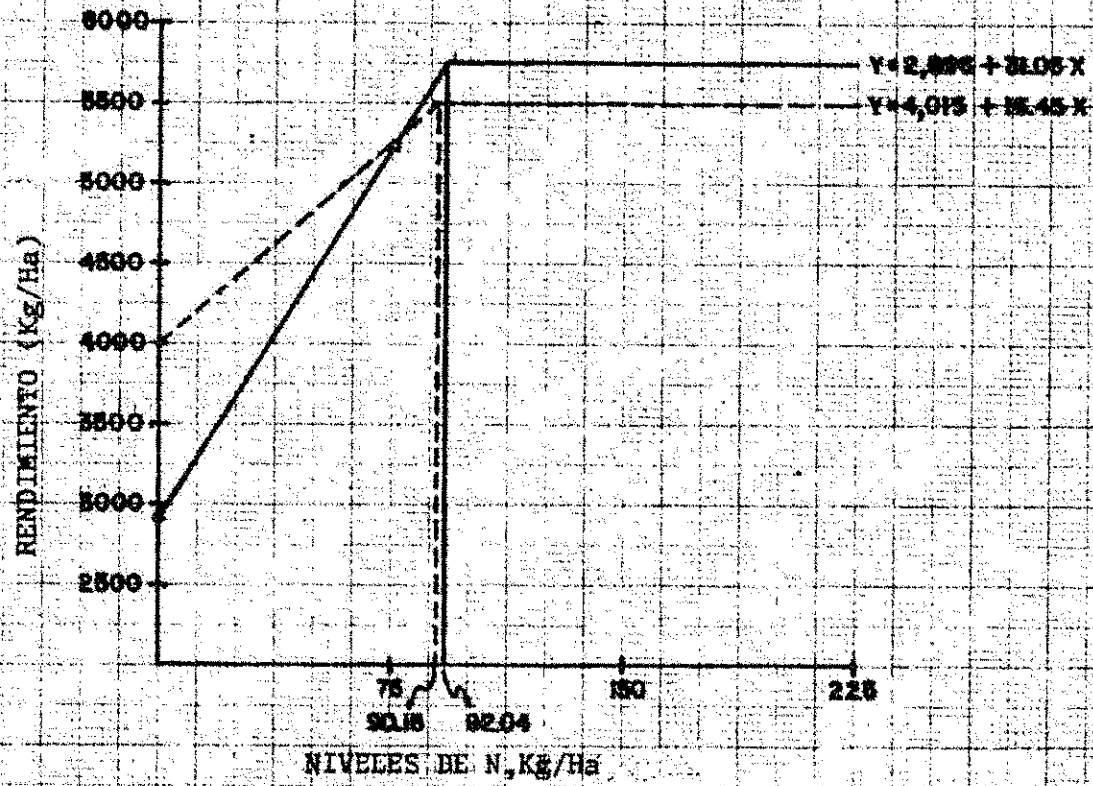


Fig.2 Funciones de respuesta de la variedad de arroz IR-22 a niveles crecientes de nitrógeno para densidades siembra de 120 y 160 kilogramos por hectárea, determinados por el modelo discontinuo rectilíneo $Y=a+bx$

- 120 Kg/Ha de semilla de siembra
- - - 160 Kg/Ha de semilla de siembra

Cuadro 3. Componentes de rendimiento de la variedad de arroz IR-22 según densidades de siembra y niveles de nitrógeno.

Densidades de siembra Kg/ha	Niveles de nitrógeno Kg/ha	No. tallos	No. panículas	No. Granos llenos/panícula	Peso de 1000 granos g
40	0	35	34	96	22.00
	75	47	42	130	24.00
	150	54	52	164	25.00
	225	70	58	184	24.50
80	0	49	47	106	25.50
	75	61	55	148	24.75
	150	65	57	174	24.00
	225	67	51	174	22.50
120	0	72	69	111	26.00
	75	60	57	155	23.25
	150	57	52	151	24.50
	225	64	50	182	25.50
160	0	71	55	116	23.50
	75	65	56	125	22.50
	150	77	58	160	22.50
	225	58	51	175	23.00

con repeticiones y niveles de nitrógeno.

Para las diferentes densidades de siembra (Cuadro 4) - el rendimiento máximo estable se obtuvo con niveles de nitrógeno comprendidos entre los 89,96 y 161,78 kilogramos por hectárea.

Cuadro 4. Componentes de las funciones de respuesta estimado con los rendimientos de arroz en granza para cada densidad de siembra, mediante el modelo Discontinuo-Rectilíneo.

Densidades de siembra kg/ha	Elemento estudiado	$y = a+bx$				Beneficio/Cpsto*
		(a)	(b)	(y)	(x)	
40	Nitrógeno	3946.0	21.37	5868.5	89.96	5.64
80	Nitrógeno	3632.5	13.83	5770.0	161.78	3.57
120	Nitrógeno	2896.0	31.06	5755.0	92.04	5.95
160	Nitrógeno	4015.0	16.45	5498.5	90.18	2.74

(a) = Rendimiento umbral (kg/ha)

(b) = Pendiente de respuesta (kg de producto/kg de insumo)

(y) = Rendimiento máximo estable

(x) = Kg/ha de insumo requerido para alcanzar y.

* Tomando como C\$4.02 el valor del kilogramo de nitrógeno aplicado, C\$1.32 el kilogramo de arroz en granza producido y C\$2.20 el kilogramo de semilla para siembra.

VI DISCUSION

Exceptuando los tratamientos 80-150 y 40-75 kilogramos por hectárea de semilla de siembra y nitrógeno respectivamente, para los demás tratamientos el período de floración está comprendido entre los 72 y 75 días, lo cual nos indica que ninguna de las variables estudiadas influyó sobre esta característica. Con respecto a días a flor la respuesta de la variedad IR-22 fue positiva a la aplicación de nitrógeno, incrementándose hasta el nivel de 150 kilogramos por hectárea. Esto está de acuerdo con lo afirmado por Rosero (19), según el cual las variedades que poseen un período de floración menor a 100 días, responden significativamente a la fertilización nitrogenada.

De acuerdo con los datos de vigor y altura de planta se puede afirmar que, independientemente de la densidad de siembra, existe una relación directa entre estas dos características y la cantidad de nitrógeno aplicado, por cuanto a medida que el nivel de nitrógeno aumentó, la plantación mostró mayor vigor y altura, lo que coincide con los resultados obtenidos por Cheaney (4) y Orsenigo (16), quienes encontraron que a medida que se incrementaban los niveles de nitrógeno, aumentaban el vigor y altura de planta.

En los tratamientos de 150 y 225 kilogramos por hectárea se observó acame, y al aumentar la densidad de siembra,

se incrementó el porcentaje de plantas caídas. Esto confirma los resultados obtenidos por Franco (7), quien afirma que el uso de mayores densidades de siembra y niveles altos de nitrógeno provocan el acame.

A pesar de que el uso de mayores densidades de siembra y niveles de nitrógeno en el cultivo de arroz favorece la - incidencia de patógenos, las evaluaciones realizadas para - piricularia tanto en las hojas como en el cuello de la paní cula, mostraron incidencia muy leve, debido principalmente a las condiciones ambientales prevalecientes (fig.3), que - no fueron favorables para el desarrollo de esta enfermedad.

Se encontró una relación directa entre el porcentaje de ataque de pudrición de la vaina (Corticium sasakii kaw) y la cantidad de nitrógeno aplicado, independientemente de la densidad de siembra.

» En el cuadro 2, se observa que los más altos rendimien tos se obtuvieron con tratamientos de 40 y 160 kilogramos de semilla por hectárea, lo que nos demuestra que la influen cia de esta variable no fue significativa; para niveles de nitrógeno existe una relación lineal entre los rendimientos promedios hasta el nivel de 150 kilogramos por hectárea, de creciendo en el nivel de 225 kilogramos por hectárea. Es - tos resultados concuerdan con Franco (7), quien afirma que la alta densidad de siembra y el inadecuado suministro de -

nitrógeno durante la fase vegetativa, limitan el número de tallos que forman panícula y que en siembras densas las aplicaciones abundantes de nitrógeno se traducen en mayor crecimiento de plantas, disminución del macollamiento y aumento del acame.

En el cuadro 3, se observa que al aumentar el nivel de nitrógeno de 0 a 225 kilogramos por hectárea se incrementa el número de tallos y panículas evaluados en 30 centímetros de surco en los tratamientos de 40 y 80 kilogramos de semilla por hectárea; en cambio, para los tratamientos de 120 y 160 se produjo una reducción en el número de tallos y panículas, lo que nos indica que a determinada densidad de siembra el uso de altas dosis de fertilización nitrogenada influye negativamente en los costos de producción.

En cuanto al número de granos llenos por panícula, existe en general un incremento en las densidades de siembra a medida que se incrementa el nivel de nitrógeno. En el peso de los granos con excepción de la densidad de siembra de 40 kilogramos por hectárea, para el resto de las densidades existe una reducción en el peso de los granos con los diferentes niveles de nitrógeno con relación al nivel más bajo, lo cual corrobora a Cumpa citado por Robayo (21) quien determinó que cuando se fertiliza en abundancia o se siembra con una densidad alta, se forman

panículas más pequeñas o más livianas.

Los datos de beneficio-costo (Cuadro 4), indican que - con 120 kilogramos de semilla por hectárea y 92.04 kilogramos de nitrógeno por hectárea se obtiene el máximo beneficio, elevándose el rendimiento de 2,896 a 5,775 kilogramos por hectárea. Esto corresponde a una producción de 31.06 kilogramos de arroz por kilogramo de nitrógeno aplicado.

VII CONCLUSIONES

En referencia al análisis de los datos obtenidos se es tablecen las siguientes conclusiones:

1. El número de días a flor de la variedad de arroz IR-22 no fue influenciada por la densidad de siembra y los niveles de nitrógeno suministrado.
2. El vigor y la altura de planta estuvieron directamente relacionados con los niveles de nitrógeno aplicados.
3. La interacción densidad de siembra y nivel de nitrógeno no influyó en forma altamente significativa sobre el número de panículas.
4. Los niveles de nitrógeno influyen en forma altamente significativa en el número de granos llenos por panícula, independientemente de la densidad de siembra.
5. Para las diferentes densidades de siembra, los rendimientos más altos se lograron con los niveles de 150 y 225 kilogramos de nitrógeno por hectárea.
6. El máximo beneficio económico se obtuvo con la cantidad de 120 kilogramos de semilla por hectárea y 92.04 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

VIII RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar el efecto e interacción sobre la productividad y rentabilidad del arroz (Oryza sativa L.) variedad IR-22. El ensayo se efectuó en la hacienda Altamira, departamento de Boaco, Nicaragua en el período de Julio a Diciembre de 1976.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con arreglo de parcela dividida y cuatro repeticiones.

Las densidades de siembra se asignaron en las parcelas principales y los niveles de nitrógeno en las subparcelas. Estas densidades variaron de 40 a 160 kilogramos por hectárea y los niveles de nitrógeno de 0 a 225 kilogramos por hectárea, como fertilización básica se usaron 50 kilogramos de P_2O_5 y K_2O por hectárea, respectivamente.

El vigor y altura de planta, estuvieron directamente relacionados con los niveles de nitrógeno, en cambio los días a flor no fueron afectados por las densidades de siembra ni por los niveles de nitrógeno.

La interacción, densidad de siembra y nivel de nitrógeno no influyeron significativamente en el número de panículas, influyendo sobre el número de granos llenos por panícula únicamente el nitrógeno.

El análisis de varianza determinó diferencias significativas para niveles de nitrógeno e interacción densidad de siembra y niveles de nitrógeno. Para densidades de siembra no se encontraron diferencias.

Para las diferentes densidades de siembra los rendimientos más altos se obtuvieron con los niveles de 150 y 225 kilogramos de nitrógeno por hectárea. Según el modelo discontinuo rectilíneo con el uso de 120 kilogramos de semilla por hectárea y 92.04 kilogramos de nitrógeno por hectárea, se obtuvo el máximo beneficio económico.

IX LITERATURA CITADA

1. ANGLADETTE, A. 1969. El arroz. Barcelona, España, Blume. 867 p.
2. BANCO CENTRAL DE NICARAGUA. 1977. Estudios Económicos. Informe Anual, Managua, Nicaragua.
3. COTEINAR. 1975. Informe Anual de actividades, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua.
4. CHEANEY, R. L. et al. 1974. Mejorando la eficiencia con la utilización de nitrógeno en la fertilización de arroz. IN Conferencia Curso Arroz. Bogotá, Colombia, Fedearroz, Tomo II: 48-51 pp.
5. DOYLE, J. J. 1973. La respuesta del arroz al abonado. Estudios Agropecuarios (70), Roma, La FAO. 71 p.
6. ESPINOZA, E. 1971. Respuesta de la variedad de arroz CICA-4 a niveles de nitrógeno y fósforo. Universidad de Panamá, Facultad de Agronomía, Panamá. 6 p.
7. FRANCO, J. G. 1974. Fases de desarrollo del arroz y factores que afectan la respuesta a nitrógeno. IN Conferencias Curso Arroz. Bogotá, Colombia, Fedearroz, Tomo II: 54-58 pp.

8. GERALDO, J. I. 1973. Densidad de siembra con CICA-4 - IR-22 en el César y la Guajira. Programa Nacional de Arroz. V Reunión Anual I.C.A. Colombia, 166 y 171 pp.
9. HERNANDEZ, A. L. et al. 1967. El arroz y su cultivo - en el Valle de Culiacán. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa (1), Mexico 53 p.
10. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1966. Informe Anual de arroz. Densidades de siembra y niveles de nitrógeno. Bogotá, Colombia.
11. INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA) 1977. Informe Anual de Arroz. Recomendaciones generales sobre el cultivo del arroz, Managua, Nicaragua.
12. INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA) 1977. Estadísticas Básicas del Sector Agropecuario, Managua, Nicaragua.
13. LEON, L. A. 1974. El análisis de suelo como guía para hacer recomendaciones de fertilizantes y enmiendas. IN Conferencias Curso Arroz. Bogotá, Colombia, fedearroz, Tomo I: 75-82 pp.
14. MARIN, E. y RODRIGUEZ, I. 1976. Mapas de sub-grupos - de suelos. Proyecto CRIES. Catastro, Managua, Nicaragua.

22. SANCHEZ, N. P. 1974. Descripción de las principales enfermedades que afectan el cultivo del arroz en Colombia. IN Conferencias Curso Arroz, Bogotá, - Colombia, Fedearroz. Tomo II: 118 p.
23. TRAHAN, G. y VACA. 1970. Investigaciones en Arroz. - Informe Anual. Contrato entre L.S.U. y M.A.G., Managua, Nicaragua, 102-111 p.
24. TREMINIO, Ch. C.R. 1973. Efecto de la cantidad de - semilla de siembra en el rendimiento de tres variedades de arroz. Informe Anual de actividades del Comité Técnico para Investigaciones en Arroz. Managua, Nicaragua, 49-51 p.
25. _____ . et al. 1972. Efecto de la cantidad de semilla de siembra de niveles de fertilización edáfica N-P-K, fuentes y épocas de aplicación de nitrógeno en variedades comerciales de arroz. Memoria del XIV. Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. 16p.
26. VACA, L. 1970. Información básica sobre el cultivo del arroz en Nicaragua. CEALC. Ministerio de - Agricultura y Ganadería, Managua, Nicaragua, 36 p.
27. VALENZUELA, G. C. et al. 1969. Estudio preliminar - sobre densidades de siembra con las nuevas varie-

dades de paja corta. Informe Anual Programa de -
Arroz del Valle del Fuerte, S.A.G. Sinaloa, Méxi -
co. 88-95 p.

28. _____ . et al. 1969. Segundo estudio so -
bre fertilización en la variedad Milagro Filipino.
Informe Anual Programa de Arroz en el Valle del -
Fuerte, S.A.G. Sinaloa, México. 96-99 p.
29. VALLY, J. 1969. Posibilidades de Mejora del Cultivo
intensivo de arroz en Madagascar. L'Agronomic Tro -
picale. Institut de Recherches Vibrieres, París -
(XXIV) (8) 8 p.
30. WAUGH, L. D. et al. 1973. Modelos discontinuos para
una rápida correlación, interpretación y utiliza -
ción de los datos de análisis de suelos y las res -
puestas a los fertilizantes. Universidad del Es -
tado de Carolina del Norte. 106 p.

A N E X O

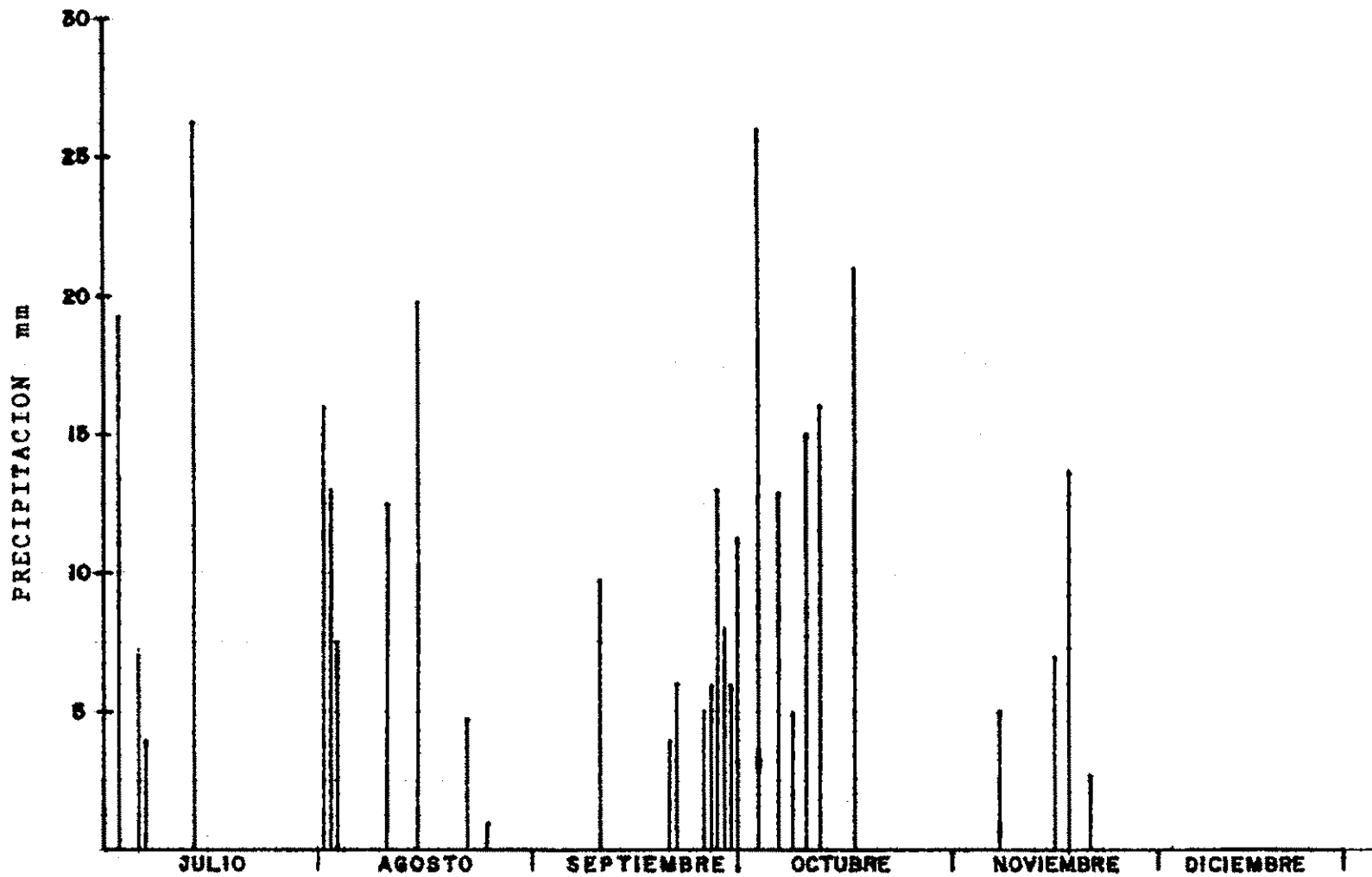


Fig.3 Distribución de la precipitación en Altamira, Boaco.
Precipitación en el periodo: 270 mm

Cuadro 5. Datos pluviométricos registrados durante el período de crecimiento del cultivo.

Mes	Precipitación mm	Días con lluvia
Julio ^x	0	0
Agosto	76	7
Septiembre	69	9
Octubre	96	6
Noviembre	29	4
TOTAL	270	26

Fuente: Comisión Nacional del Algodón

x : Registro a partir de la fecha de siembra.

Cuadro 6. Propiedades físicas y químicas del suelo
donde se estableció el ensayo. 1976

Localidad	Altura MSNM	Textura _{1/}	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	N.O _{3/}
Hda. Altamira	50	A	6.1	4-18	70	1.89-2.17

1/ = A : Arcilloso

2/ = Partes por millón

3/ = Por ciento

Los análisis de suelo fueron efectuados en el Departamento de Química del INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. Ma nagua, Nicaragua.

Cuadro 7. Análisis de varianza de los valores logarítmicos del número de panículas por 30 centímetros de surco .

Fuente de Variación	G.L	S.C	C.M	F
<u>Parcelas Principales</u>				
Repeticiones	3	0.04	0.01	1.00 N.S
Densidades de siembra	3	0.08	0.02	2.00 N.S
Error (a)	9	0.13	0.01	
TOTAL:	15	0.25		
<u>Sub-Parcelas</u>				
Niveles de Nitrógeno	3	0.02	0.006	0.46 N.S
Interacción	9	0.18	0.060	4.60 * *
Error (b)	36	0.50	0.013	
TOTAL:	48	0.70		
GRAN TOTAL:	63	0.95		

N.S = No significa al nivel de 0.05 de probabilidad de error.

* * = Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad de error.

Cuadro 8. Análisis de varianza de los valores logarítmicos del número de granos llenos por panícula.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F
<u>Parcelas Principales</u>				
Repeticiones	3	0.14	0.046	9.20 **
Densidades de Siembra	3	0.01	0.003	0.60 N.S
Error (a)	9	0.05	0.005	
TOTAL:	15	0.20		
<u>Sub-Parcelas</u>				
Niveles de nitrógeno	3	0.52	0.173	28.83 **
Interacción	9	0.04	0.004	0.66 N.S
Error (b)	36	0.25	0.006	
TOTAL:	48	0.81		
GRAN TOTAL:	63	1.01		

N.S = No significativo al nivel de 0.05 de probabilidad de error.

** = Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad de error.

Cuadro 9. Análisis de varianza de los rendimientos

Fuente de variación	G.1	S.C	C.M	F
<u>Parcelas Principales</u>				
Repeticiones	3	221,351.37	73,783.79	0.54 N.S
Densidades de siembra	3	695,727.87	231,909.29	1.72 N.S
Error (a)	9	1,211.161.26	134,573.47	
TOTAL:	15	2,128,240.50		
<u>Sub-Parcelas</u>				
Niveles de Nitrógeno	3	15,950,028.25	5,650.009.41	79.14 x x
Interacción	9	1,702.378.88	189,153.20	2.64 x
Error (b)	36	2,569,984.37	71,388.45	
TOTAL:	48	21,222,391.50		
GRAN TOTAL:	63	23,350.632.00		

N.S = No significativo al nivel de 0.05 de probabilidad de error.

x = Significativo al 0.05 de probabilidad de error.

xx = Significativo al 0.01 de probabilidad de error.