

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTOS DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y
DIFERENTES FORMAS DE RIEGO APLICADOS AL
CULTIVO DE SORGO EN UN SUELO CHICAJ DEL
VALLE DE LA FRAGUA

P O R

PEDRO DAVID HERNANDEZ DIAZ
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
EN EL GRADO ACADEMICO DE

"LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS"

Guatemala, noviembre de 1,980

01
T(449)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
RECTOR
LIC. LEONEL CARRILLO REEVES

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Vocal 1o.	Ing. Agr. Carlos Orlando Arjona
Vocal 2o.	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Rudy Villatoro
Vocal 4o.	Ing. Agr. Efraín Medina
Vocal 5o.	Prof. Edgar Franco Rivera
Secretario	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Examinador	Ing. Teodoro Endlhandt
Examinador	Ing. Francisco Badilla S.
Examinador	Ing. Rodolfo Estrada G.
Secretario	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo

Jutiapa, 4 noviembre de 1980

Dr. Antonio A. Sandoval S.
Decano Facultad de Agronomía
Universidad San Carlos de Guatemala
Presente.

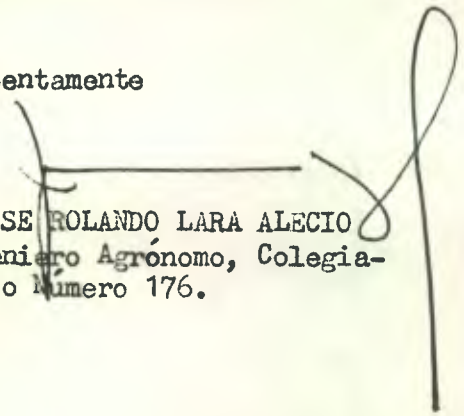
Señor Decano:

De conformidad a la referencia 01264, he procedido al asesoramiento del estudio de tesis titulado "EFECTOS DE LA FERTILIZACION NITROGENADA, Y DIFERENTES FORMAS DE RIEGO APLICADOS AL CULTIVO DE SORGO EN UN SUELO CHICAJ DEL VALLE DE LA FRAGUA", del universitario Pedro -- David Hernández Díaz.

El trabajo fue desarrollado de acuerdo a los lineamientos del proyecto respectivo, por lo que habiéndose alcanzado los objetivos planteados, me permito aprobarlo y recomendarlo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente


JOSE ROLANDO LARA ALECIO
Ingeniero Agrónomo, Colegiado
Número 176.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De acuerdo a las normas que establece la Universidad de San Carlos de -
Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo
de tesis titulado;

"EFECTOS DE LA FERTILIZACION NITROGENADA Y DIFERENTES FORMAS
DE RIEGO APLICADOS AL CULTIVO DE SORGO, EN UN SUELO CHICAJ
DEL VALLE DE LA FRAGUA"

Al presentarlo como último requisito para optar al título de Ingeniero
Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, es
pero que merezca vuestra aprobación.

Respetuosamente,

Pedro David Hernández Díaz.

ACTO QUE DEDICO

A mis Padres:

Pedro Hernández Silvestre
Juana Díaz de Hernández

A mis Hermanos:

Antonio Olivio
Candelario
Ana María

TESIS QUE DEDICO

- A Instituto de Educación Básica Jacalteco
- A Facultad de Agronomía de la Universidad de
San Carlos de Guatemala
- A Región VII del Instituto de Ciencia y Tecnología
Agrícolas.

Los datos de éste trabajo, se obtuvieron en el tiempo que el autor prestó sus servicios como técnico del Programa de Prueba de Tecnología de la Región VII del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Los resultados son propiedad de dicho Instituto y se publican con la debida autorización.

C O N T E N I D O

	Página No.
I. INTRODUCCION	1
Justificación	2
Hipótesis	2
Objetivos	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
Agua	3
Lixiviación de Nitrógeno	4
Volatilización del Nitrógeno	4
Formas de Aplicación	5
Fuentes de Nitrógeno	6
II.1 CARACTERISTICAS DEL SUELO DE LA SERIE CHICAJ	6
II.2 ABSORCION Y DISTRIBUCION DEL NITROGENO	7
II.3 EFICIENCIA DE ABSORCION DE NUTRIENTES	7
II.4 NIVELES DE FERTILIZACION EN SORGO	8
II.5 VARIACIONES EN LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE SORGO	9
II.6 REQUERIMIENTO DE AGUA POR SORGO	9
III. MATERIALES Y METODOS	10
Descripción del Area	10
Características del Suelo	12
Epoca de Ejecución	12
Metodología	12
Muestreo del Suelo	12
Preparación del Suelo	12
Siembra	12
Control de Malezas	12
Niveles de Fertilización	15

Niveles de Nitrógeno	15
Epocas de Aplicación	15
Formas de Riego	15
Diseño Experimental	16
Datos que se Tomaron	19
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	22
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES	28
VII. RESUMEN	29
VIII. BIBLIOGRAFIA	33

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pagina No.
1	Datos Meteorológicos registrados durante 5 años (1975-1979) Medias Mensuales	11
2	Análisis de Caracterización Físico-Químico del Suelo en Estudio	13
3	Contenidos de Humedad del Suelo Expresados en Porcentaje en Base a Peso Seco, correspondientes a los Estratos Muestreados	18
4	Registros de Días a Floración, Madurez Fisiológica y Porcentaje de Acame	20
5	Registro de Datos Climáticos en el Desarrollo del Cultivo	21
6	Rendimiento de Grano en Kilogramos por Hectareas al 13% de Humedad, de Acuerdo a los Tratamientos Ensayados.	23
7	Análisis de Varianza del Rendimiento de Grano	24
8	Comparación de Medias de Rendimiento por efecto de Nitrógeno Método Tuckey al 0.05%	26
9	Análisis de los Efectos de Regresión por Medio de Contrastes Ortogonales Aplicados a Datos de Rendimiento de Grano	27

INDICE DE FIGURAS

Figura No.

Página No.

I Diseño de Campo

17

INTRODUCCION

Un total de 7,200 manzanas divididas en cuatro distritos de riego constituyen el Proyecto de Riego del Valle de la Fragua, Zacapa. Desde hace algún tiempo el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), han venido generando y estimulando el uso de tecnología para la producción de hortalizas exportables y de consumo interno. Dentro de la tecnología desarrollada se le ha dado importancia al manejo de agua. (8).

Sin embargo, a pesar de que la prioridad del gobierno para este Proyecto de Riego esta enfocada hacia la producción de hortalizas, los agricultores deberán contar con otras alternativas que puedan coadyuvar, a un mayor ingreso por unidad de superficie sembrada a la vez que se promueva la rotación de cultivos.

La rotación de cultivos juega un papel importante entre las prácticas del agricultor desde el punto de vista de: Fertilidad del suelo, control de plagas y enfermedades, así como con el consumo de agua. También la rotación de cultivos establece una relación muy estrecha con el ganado pues este consume los residuos de cosecha de ciertos cultivos, como maíz y sorgo.

Investigación realizada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), hace ver que la presencia de ganado para trabajo, producción de leche y carne requiere sus fuentes de alimentación. Así se observan grandes extensiones de monte natural dentro del Proyecto de Riego y además, muchos terrenos en descanso que no son cultivados intensivamente como se espera de un Proyecto de Riego. (8).

El cultivo de sorgo en el área esta limitado a alimento de ganado en la época de sequía. Actualmente el Programa de Sorgo del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), ofrece variedades é hibridos con buenas características para el consumo humano y forrage. Debido a ello, el cultivo del sorgo puede jugar en el futuro, papel importante en el Valle de la Fragua como

cultivo de rotación, ya que puede ayudar a resolver problemas de alimentación humana y forrage.

JUSTIFICACION

En los distritos de riego del Valle de la Fragua, la escasez del agua se presenta durante el período de noviembre a mayo principalmente, ya que aún durante el período de lluvias, la precipitación pluvial es relativamente baja.

Frecuentemente el agricultor protesta de la poca efectividad de los diferentes distritos de riego, con respecto al caudal de agua y este se debe a que la disponibilidad del recurso es menor a la que necesitan para regar sus cultivos. El problema es más grave en las áreas que se encuentran al final de los canales de riego.

Los investigadores del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), consideran que la deficiencia en el manejo del agua de riego esta intimamente ligada a las prácticas de riego que aplica el agricultor, ya que no toma en cuenta el tipo de suelo, la utilización de caudales manejables y prácticas culturales que contribuyan al buen manejo del agua. (8).

HIPOTESIS

- 1.- La escases de nitrógeno como de agua son factores limitantes de la producción del sorgo.
- 2.- La dosis óptima económica de nitrógeno y forma de riego adecuados, se considera que se encuentran dentro del rango a explorar.

OBJETIVOS

- 1.- Comparar la producción de grano en función de los niveles de nitrógeno aplicado.

- 2.- Estimar la forma de riego en función de las pérdidas de rendimiento por castigos a la planta.
- 3.- Evaluar a través del rendimiento del grano de sorgo la interacción, niveles de nitrógeno y forma de riego.

REVISION DE LITERATURA

Batholomew, (2), indica que un cultivo generalmente recobra solamente - el 50 a 60% del nitrógeno aplicado. El 50 ó 40% restante se pierde por lixiviación o por volatilización.

Entre los factores limitantes en el uso de nitrógeno se tiene:

Agua

El grado de absorción de nitrógeno soluble del suelo por las plantas depende principalmente de la disponibilidad de agua en este. El Agua esta relacionada directamente con el transporte del nitrógeno del suelo a los límites de la raíz. (1).

Dos pasos están comprometidos en la absorción de nitrógeno del suelo por la planta. El primero, es el movimiento del nitrógeno del suelo hacia las superficies de absorción de la raíz. El segundo es la entrada del nitrógeno a la planta. En situaciones de campo, el factor más limitante para la utilización del nitrógeno por la planta es la falta de humedad del suelo para producir - transporte rápido del nutriente hacia las raíces. Cuando la humedad del suelo es adecuada, el movimiento del nitrógeno se realiza a través de los procesos de difusión y flujo de masa. Cuando falta la humedad, el flujo de masa se interrumpe debido a que el movimiento de agua en el suelo no ocurre. (2).

Cuando las condiciones de humedad son desfavorables, el transporte de nutrientes se detiene y la absorción de nitrógeno es igualmente restringida. (7).

Lixiviación del Nitrógeno

Cardona Matta, (6), al citar a Batholomew dice que el desplazamiento vertical del nitrógeno por el agua, fuera de la zona radicular del cultivo, se denomina lixiviación. Esta lixiviación transporta al nitrógeno hacia las aguas subterráneas y de drenaje. Este proceso de pérdida es probablemente la razón principal de la reducida utilización del nitrógeno por las plantas. El grado y la severidad de lixiviación vertical depende de la infiltración de agua en el suelo, de su capacidad de retención de humedad y de la capacidad de transpiración del cultivo que se encuentra en el sitio específico bajo estudio. En algunas regiones, las pérdidas de nitrógeno por lixiviación ocurren frecuentemente durante el crecimiento del cultivo. Estas pérdidas pueden ser seriamente aumentadas por la irrigación y lluvias prolongadas.

Volatilización del Nitrógeno

Los procesos de pérdida de nitrógeno del suelo por volatilización pueden ocurrir por volatilización de amoníaco y por denitrificación. (6) Volk, (20) indicó la posibilidad de que ocurrieran pérdidas gaseosas de amonio, aún en suelos que son moderadamente ácidos o muy ácidos, cuando la capacidad de intercambio es baja.

La hidrólisis de la urea aumenta al PH de los suelos, en algunos casos puede llegar hasta un PH 9. El amonio se puede volatilizar a PH mayores de 7. Parece ser que el factor más limitante que controla la pérdida de amonio de los suelos es su capacidad de intercambio de bases. Un aumento en el PH produce un aumento en las pérdidas. (6).

El proceso de denitrificación ocurre cuando el nitrógeno del suelo se convierte en óxidos gaseosos que se pierden a la atmósfera. Los Microbiólogos han considerado que la reducción del nitrógeno por procesos microbiológicos constituye la forma más importante de pérdida de nitrógeno del suelo por volatilización. La denitrificación y otros procesos volátiles de pérdida de

nitrógeno ocurren en el suelo y son responsables de la ineficiencia en la utilización de este elemento. Sin embargo, a excepción de condiciones de suelos anormales, las pérdidas por volatilización generalmente son de 5 al 15% del nitrógeno disponible en el transcurso de una estación de cultivo. (2).

Formas de Aplicación

El agricultor puede controlar hasta cierto punto la eficiencia del fertilizante a través de la utilización de métodos de aplicación adecuados. (11). Cardona Matta, (6) en su cita bibliográfica menciona que las plantas absorben nitrógeno del suelo en la zona radicular. La mayoría de las raíces de los cultivos se encuentran en los 20 centímetros superiores del suelo. Si durante el cultivo las condiciones de humedad son adecuadas y hay movimiento rápido del agua a través de la zona radicular, cualquiera de las formas de aplicación de nitrógeno sería adecuado. Es decir si se evita el deslave y lixiviación, y las condiciones de humedad son adecuadas, la colocación no es un factor crítico que afecte el rendimiento de las plantas. Siempre que los parámetros de intensidad y capacidad de población sean los adecuados para que las raíces del cultivo exploren completamente el volumen del suelo disponible.

En algunos casos se han obtenido rendimientos máximos y pérdidas mínimas de nitrógeno, cuando el fertilizante se aplica inmediatamente antes que se inicie la etapa de crecimiento acelerado de la planta, lo cual ocurre con el maíz aproximadamente al mes de emergencia. (4, 5, 9, II).

Pawson (15), encontró en Africa que el nitrógeno aplicado seis semanas después de la siembra resultaba significativamente superior al aplicado antes o al momento de la siembra. Sin embargo, es evidente que el mejor sistema dependerá de las características del suelo y del régimen de lluvias para un cultivo específico. También hay que hacer notar que la aplicación de nitrógeno no se debe retardar tanto que cause daño a la plantación por insuficiencia de este nutriente o por el equipo y/o personal que se utilice en la fertilización. Las aplicaciones tardías de nitrógeno no necesitan hacerse en bandas muy próxi

mas a las plantas pues el sorgo tiene un sistema radicular secundario bastante extenso. Generalmente, existe un abastecimiento generoso de nitrógeno en el suelo al principio de la estación lluviosa, pero a menudo ocurre una escasez cuando el cultivo se encuentra en sus etapas avanzadas de crecimiento.

Fuentes de Nitrógeno

Se puede aplicar cualquier forma de nitrógeno inorgánico al sorgo, que será transformado invariablemente a nitratos a través del proceso de nitrificación. Cuando las condiciones del suelo no son favorables a la nitrificación, las formas de fertilizantes con nitrato serán más eficientes que las que contienen compuestos amoniacales. La eficiencia de la urea es igual que la de otros fertilizantes, exceptuando aquellos casos donde las reacciones de la hidrólisis se detienen (humedad inadecuada, suelos arenosos y pobres en materia orgánica y PH desfavorables), o cuando existen condiciones que favorecen la pérdida de urea por volatilización (condiciones alcalinas, aplicaciones sobre tejido necrótico) (5).

El sulfato de amonio causa una reacción más ácida que la urea o el nitrato de amonio al aplicarse al suelo y por lo tanto, puede ser menos efectivo en suelos ácidos. El sulfato de amonio puede producir mayores rendimientos cuando se aplica a suelos deficientes en azufre. En general, el valor por unidad de nitrógeno favorece a los materiales más concentrados, tales como la urea - 46%. El sulfato de amonio tiene bajo contenido de nitrógeno (21%), lo cual aumenta los costos de transporte por unidad de nutrientes. (6).

ABSORCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL NITRÓGENO

Cardona Matta (6), al citar a Lane y Walker dice que estos llevaron a cabo algunos experimentos con sorgo donde investigaron acumulación y distribución de nitrógeno y otros elementos a través del ciclo vegetativo de la planta. Estos autores encontraron que el sorgo seguía el mismo patrón de acumulación y distribución que se habría reportado para otros cereales, con la excepción de que este cultivo absorbe una proporción menor de nutrientes en las primeras etapas de crecimiento, comparado con otros granos básicos. La acu-

mulación empieza a aumentar en las primeras etapas de crecimiento y continúa hasta la etapa de emergencia de la panícula. El cultivo de sorgo muestra -- este patrón de acumulación más claramente que el maíz. La Planta de sorgo -- también tiene habilidad de acumular nitrato en las hojas jóvenes en condiciones de sequía y altas dosis de aplicación de nitrógeno, sin embargo, estas -- acumulaciones raramente llegan a alcanzar niveles tóxicos.

EFICIENCIA DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

El sorgo tiene un sistema radicular extremadamente extenso en comparación con otros cultivos. Las numerosas raíces secundarias que posee le dan la habilidad de extraer humedad y nutrientes eficientemente, principalmente en las capas superficiales del suelo. Los agricultores han observado a través de su -- experiencia que el rendimiento de un cultivo que se siembra después del sorgo es más bajo, que los que se obtienen en rotación con otros cultivos. Esto se puede explicar en función de la capacidad de absorción de nutrientes y humedad por esta planta. (19).

NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN SORGO

Morales, citado por Llano (14), reporta un trabajo con sorgo en Nicaragua donde encontró como nivel óptimo de fertilización nitrogenada la aplicación de 105 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

Salazar (16), trabajando también en Nicaragua, encontró respuesta en sorgo a la aplicación de 35 a 65 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

En Guatemala, De León Prera (8), condujo ensayos de niveles de fertilización nitrogenada en el Suroriente del País, en los cuales estima que 121 kilogramos de nitrógeno por hectárea en siembras de segunda optimizan el ingreso -- neto que se puede obtener en la aplicación del fertilizante.

Cardona Matta (6), estudió también en el Suroriente de Guatemala, el efecto del nitrógeno y su interacción en la clase de suelo en sorgo. Encontró que las diferencias observadas en los rendimientos entre las clases de suelos parecen estar relacionados a la textura de la capa superficial, lo cual a su vez --

estaría relacionado a la capacidad del suelo para la retención de humedad. Los rendimientos más bajos se obtuvieron en los suelos de textura franca. Los niveles óptimos de fertilización nitrogenada obtenidos en este estudio variaron de 90 a 100 kilogramos de nitrógeno por hectarea de acuerdo al tipo de suelo.

Estrada y Orellana (1), condujeron un ensayo para evaluar el efecto del nitrógeno en sorgo, en el valle de la Fragua. Determinaron que una dosis de 130 kilogramos de nitrógeno por hectarea fue la más adecuada bajo condiciones de irrigación.

VARIACIONES EN LA RESPUESTA DEL CULTIVO DE SORGO

Batholomew (3), indica que en la mayoría de situaciones en el campo, el uso y necesidad de nitrógeno por los cultivos varía de lugar a lugar, de estación a estación y entre sistemas de manejo. En vista de las grandes variaciones que existen entre sitios y estaciones, tanto en los rendimientos de los testigos como los óptimos, deberían hacerse evaluaciones cuidadosas de los patrones de variabilidad.

Batholomew (2), dice que como consecuencia de las grandes variaciones que existen entre suelos, las variaciones estacionales, de la necesidad de nitrógeno y por las bajas cantidades de este nutriente aportados por los procesos naturales de abastecimiento, los especialistas en suelos y los asesores agrícolas se basan principalmente en las experiencias obtenidas a través de la investigación, para obtener datos sobre las necesidades de nitrógeno, poniendo menos énfasis en los análisis de suelos.

REQUERIMIENTO DE AGUA POR SORGO

Salter y Goode (7), tiene evidencias sumariadas que demuestran que el monto de reducción en los rendimientos del sorgo por deficiencia del agua depende de la magnitud del déficit como también del estado de crecimiento de la planta.

Inuya, et al (13), encontraron que un período de 16 días de déficit de agua durante el período de crecimiento vegetativo redujo los rendimientos en un 16%. Cuando el período de sequía fue continuado por un total de 28 días, los rendimientos se redujeron 35%. También, con un período de déficit de 12 días durante el estado -

previo a la formación manoja, redujo los rendimientos 36 por ciento.

La zona radicular efectiva para absorción de agua y nutrientes en el sorgo se extiende hasta una profundidad de 50 a 60 centímetros. El requerimiento de agua para el sorgo granífero es máximo en la etapa de hoja bandera. Sin embargo, su necesidad de agua aumenta rápidamente a partir de la emergencia de la séptima hoja, que ocurre generalmente a los 20-30 días después de la germinación; antes de otra etapa, el requerimiento diario es menor de 2.5 milímetros y después de ella, se incrementa hasta 7.5 milímetros en aproximadamente 20-30 días, que es lo que tarda la planta en llegar a su etapa de antesis (18, 19).

CARACTERISTICAS DEL SUELO DE LA SERIE CHICAJ

Wyld y Lara A. (21), en su caracterización de suelos de los llanos de la Fragua, dicen que, con la demanda cada día mayor de los recursos hidráulicos para fines agrícolas, lo cual plantea la necesidad de su economía, resulta impostergable la generación de tecnología que permita aumentar la eficiencia del aprovechamiento del agua, La selección de un método de riego debe estar acorde a las características físicas del suelo, condiciones de crenaje y salinidad, disponibilidad y calidad del agua, así como requerimiento de los cultivos.

Según el reconocimiento de Wyld y Lara, (21), los suelos Chicaj ocupan amplias áreas casi planas, de una extensión total de 1,708.2 hectareas, distribuidas sobre la sección interna del valle principal del río Motagua. Se describen como suelos de crenaje lento con aireación interna muy deficiente, constituidos por horizontes superficiales franco arcillosos con subsuelos de arcillas gris muy oscuro, muy adherente y expansibles y substratos de ceniza volcánica cementada.

Dentro de sus principales características físicas se determinó que la velocidad de infiltración promedio para estos suelos es de 1.2 cms/hora y que el porcentaje de agua disponible en base a volumen es 21%, lo cual comparativamente al resto de suelos es el que más humedad retiene.

En cuanto a sus características químicas, la reacción de estos suelos es moderadamente alcalina. su contenido de nutrientes, especialmente el fosforo y potacia, la concentración varía de un suelo a otro seguramente debido al uso de los suelos. La capacidad total de intercambio en promedio es mayor a los 20 -- miliequivalentes por 100 gramos de suelo. Los suelos Chicaj están asociados -- con los suelos de las series Tempisque y Chirrum.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Area

El presente trabajo se efectuó en el Centro de Producción del Insituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA); localizado en la Finca el Oasis, Municipio de Estanduela y Departamento de Zacapa. De acuerdo a la Zonificación Ecológica de Guatemala (8), ésta región corresponde a la Zona Tropical muy Seca, ubicada en la latitud $14^{\circ}57'$, longitud $89^{\circ}35' 04'$ con una elevación de 210 metros sobre el nivel del mar.

En el cuadro 1, puede verse los datos de medias mensuales de temperatura, y humedad relativa del medio ambiente. También la cantidad de mm de lluvia - y días de lluvia por cada mes (datos 1975-1979).

CUADRO No 1
 DATOS METEOROLOGICOS REGISTRADOS
 DURANTE 5 AÑOS (1975-1979) MEDIAS MENSUALES

MES	Temperatura en °C					Precipitación en m.m.					Días de lluvia					Humedad relativa en porcentaje				
	1975	1976	1977	1978	1979	1975	1976	1977	1978	1979	1975	1976	1977	1978	1979	1975	1976	1977	1978	1979
Enero	24.8	22.8	25.6	25.4	25.3	0.7	---	---	---	---	1	---	---	---	---	70	72	60	58	64
Febrero	26.0	26.0	25.4	25.7	26.2	---	2.1	---	---	---	---	1	---	---	---	64	67	61	59	57
Marzo	28.2	26.7	28.5	27.5	27.5	1.4	1.0	---	3.0	---	1	1	---	1	---	60	63	58	57	59
Abril	29.3	27.8	28.8	29.1	28.8	6.5	3.0	0.9	35.7	90.0	2	1	1	3	6	63	63	63	56	58
Mayo	30.2	28.0	28.0	29.8	28.6	55.2	102.0	153.7	53.5	76.5	4	9	9	9	8	63	67	64	53	61
Junio	27.6	26.5	26.5	28.1	27.3	129.4	99.4	178.7	82.3	83.1	18	15	17	12	10	75	79	72	62	67
Julio	28.5	26.8	27.8	26.5	27.6	123.7	85.0	43.2	82.8	143.8	7	12	6	21	15	69	76	62	70	68
Agosto	27.1	27.4	27.8	27.2	27.0	129.0	20.1	116.1	84.1	139.3	13	6	11	10	11	72	69	66	69	83
Septiembre	25.7	27.2	28.2	26.6	26.3	107.6	44.6	70.7	98.5	188.8	13	10	10	14	17	80	70	70	75	84
Octubre	25.8	26.7	27.9	26.3	27.5	66.7	57.9	14.7	36.1	28.8	9	5	3	10	4	74	69	63	70	78
Noviembre	24.5	25.4	26.6	26.2	26.8	22.1	4.8	33.8	9.6	6.0	1	2	3	3	2	74	66	64	70	63
Diciembre	24.1	25.2	25.7	25.9	25.2	---	---	18.3	4.4	11.1	---	---	2	2	2	72	65	64	68	59

Fuente: Estación Meteorológica La Fragua, Zacapa

y humedad relativa del medio ambiente, también la cantidad de mm de lluvia - y días de lluvia por cada mes. (Datos de 1,975 - 1,979).

Características del Suelo

Este suelo se clasificó en la serie Chicaj, y puede verse su descripción dentro de la revisión de literatura en este trabajo.

Epoca de Ejecución

Este experimento se efectuó en la estación seca, (febrero-mayo) en condiciones de riego.

Metodología

1.- Muestreo del Suelo

Se muestreo el suelo para análisis físico-químico. El resultado puede verse en el cuadro 2.

2.- Preparación del Suelo

Esta consitió en un paso de arado y dos pasos de rastra, luego se procedió a trazar curvas con desnivel constante a 0.30%. Siguiendo las - curvas se trazaron los surcos de riego.

3.- Siembra

Se empleo el sistema de siembra al chorro con densidad de 12 plantas - por metro lineal, usandose como semilla el híbrido blanco 777.

4.- Control de Malezas

El primer control fue manual y se hizo 10 días después de la siembra. -

C U A D R O No. 2

ANALISIS DE CARACTERIZACION FISICO-QUIMICO
DEL SUELO EN ESTUDIO

Muestras: Suelos
Procedencia: La Fragua, Zacapa
Interesado: Pedro Hernández

No. Ingreso	Profund. cms.	Microgramos/ml			Meq/100 m de suelo		----- % -----			Clase Textual	%											
		PH	P	K	Ca	Mg	Archilla	Limo	Arena		M.O.	CIT	Ca.	Mg.	Na.	K.	H.*	S.B.	Fe	Cu	Mn	Zn
1448	0.40	7.1	50.00	230	16.00	3.00	43.10	19.52	37.38	Arcilla	1.81	36.32	31.21	5.06	0.72	1.17	--	100.00	4.2	0.8	52.7	1.1

* Por diferencia con respecto a CTI.
Fe, Cu, Mn y Zn extraídos con CH1 0.1 Normal.
Resultados expresados en % en a suelo secado al 100°C a 105°C.

DATOS DE LABORATORIO DE LA DISCIPLINA DE SUELOS DEL
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

Muestras: Suelos
Procedencia: La Fragua, Zacapa
Interesado: Pedro Hernández

No. Ingreso	Profun- didad cms.	----- % -----			Clase Textual	% M.O.	----- me/100 Gr -----						% S.B.	----- ppm -----			
		Arcilla	Limo	Arena			CTI	Ca	Mg	Na	K	H*		Fe	Cu	Mn	Zn
1447	-----	14.05	22.79	63.16	Franco Arenoso	1.81	11.23	8.10	1.62	0.16	0.43	0.92	91.81	8.1	1.2	46.5	2.2
1448	0.40	43.10	19.52	37.38	Arcilla	1.81	36.32	31.21	5.06	0.72	1.17	---	100.00	4.2	0.8	52.7	1.1

* Por diferencia con respecto a CTI.
Fe, Cu, Mn y Zn extraídos con HCl 0.1 Normal
Resultados expresados en base a suelo secado al horno a 105°C

El segundo control de malezas se llevo a cabo, en forma mecanizada con escardillos, 20 días después de la siembra, é inmediatamente se utilizan surqueadores para formar los surcos de riego definitivo.

5.- Niveles de Fertilización

En base a los resultados del análisis de suelo, se usó como fuente nitrogenada urea al 46%. Fósforo y potasio no se empleó pues los niveles reportados por el laboratorio estan encima de los puntos críticos establecidos experimentalmente. (7 ppm para fósforo y 60 ppm para potasio, para granos básicos).

Niveles de Nitrogeno

- a.- 0 kilogramos de nitrógeno por hectarea
- b.- 40 kilogramos de nitrógeno por hectarea
- c.- 80 kilogramos de nitrógeno por hectarea
- d.- 120 kilogramos de nitrogeno por hectarea

Epocas de Aplicación

La primera fertilización 7 días después de la siembra. Se aplicó el chorro, 50% de la fuente nitrogenada. En la segunda aplicación se uso el 50% restante de la fuente nitrogenada, 27 días después de la siembra.

6.- Formas de Riego

- a.- Forma A
- b.- Forma B
- c.- Forma C
- d.- Forma D

Forma A

En este tratamiento se riega en todos los surcos y en total se efectuarón seis riegos de la manera siguiente:

Primer riego en la siembra

Segundo riego en la primera fertilización (7 días después de la siembra)

Tercer riego 28 días después de la siembra

Cuarto riego 48 días después de la siembra

Quinto riego 56 días después de la siembra

Sexto riego 60 días después de la siembra

Forma B

Del primer riego (en la siembra), al tercer riego (28 días después de la siembra), el agua se aplica en todos los surcos de riego. A partir del cuarto riego (56 días después de la siembra) el agua se aplica a cada dos surcos, hasta el sexto riego.

Forma C

Del primer riego (en la siembra), al tercer riego (28 días después de la siembra), el agua se aplica en todos los surcos. A partir del cuarto riego (56 días después de la siembra), el agua se aplica a cada tres surcos hasta el sexto riego.

Forma D

Del primer riego (en la siembra) al tercer riego (28 días después de la siembra) se riegan todos los surcos. El cuarto (último riego), se aplicó al momento de la floración. Esta forma es variante de la "A", por su menor número de riegos.

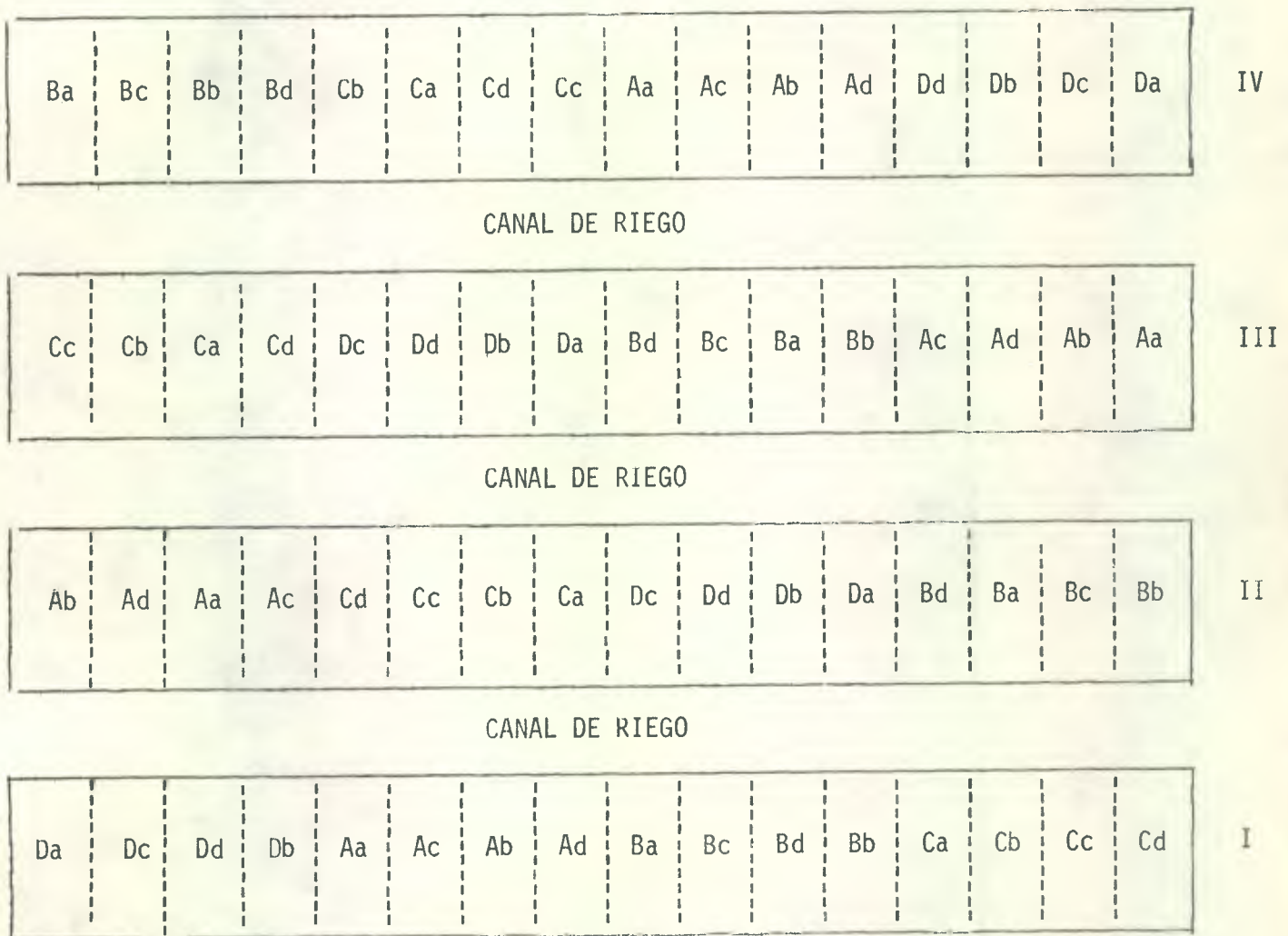
7.- Diseño Experimental

El diseño estadístico aplicado es Arreglo en Parcelas Divididas, distribuido en Bloques al Azar.

Las parcelas grandes corresponden a las formas de riego, mientras que -

FIGURA I
DISEÑO DE CAMPO

Arreglo: Parcelas Divididas
Distribución: Bloques al Azar



Parcela Grande

- A Forma de riego
- B Forma de riego
- C Forma de riego
- D Forma de riego

Subparcelas

- a Nivel de nitrógeno
- b Nivel de nitrógeno
- c Nivel de nitrógeno
- d Nivel de nitrógeno

CUADRO No. 3

CONTENIDOS DE HUMEDAD DEL SUELO
EXPRESADOS EN PORCENTAJE EN BASE
A PESO SECO, CORRESPONDIENTES A
LOS ESTRATOS MUESTREADOS

Epoca Aplicación	Profundidad en cms.	A				B				C				D				
		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
AR - 1	0 - 20	34.5	34.7	34.9	33.1	31.0	31.1	31.2	31.1	31.1	31.1	31.5	31.4	31.0	33.0	33.5	33.8	31.8
	20 - 40	35.2	35.6	35.2	33.5	33.5	34.1	33.9	32.1	32.3	32.0	33.8	31.5	32.8	34.5	33.9	33.1	
AR - 2	0 - 20	34.0	31.0	31.3	31.8	32.0	30.0	31.8	31.0	30.3	33.0	31.4	32.1	31.5	33.0	31.8	32.1	
	20 - 40	34.1	33.0	32.8	33.4	33.3	31.2	33.1	31.3	31.8	32.0	32.9	33.8	32.4	35.8	32.9	33.4	
AR - 3	0 - 20	33.0	32.0	30.3	31.5	31.5	32.0	31.4	31.8	30.0	33.0	33.2	31.5	33.0	32.1	32.7	31.5	
	20 - 40	34.0	33.8	32.1	32.8	32.4	33.1	32.3	32.1	30.1	34.0	33.4	32.7	33.4	32.5	33.1	31.8	
AR - 4	0 - 20	35.5	31.0	31.3	32.0	33.0	31.2	31.5	31.8	31.0	32.0	31.8	33.1	29.2	28.5	30.8	29.4	
	20 - 40	35.0	32.0	33.1	33.0	34.0	31.9	32.3	32.3	32.0	32.5	32.3	34.5	30.0	31.2	31.4	31.5	
AR - 5	0 - 40	32.0	33.0	32.3	33.0	32.0	32.0	32.0	31.8	30.3	32.0	31.9	31.3					
	20 - 40	32.0	33.2	34.2	34.0	32.5	32.8	33.1	32.5	30.2	31.5	32.8	33.1					
	0 - 20	33.0	30.0	32.0	31.5	32.0	31.3	31.4	31.4	31.0	32.0	31.5	31.4					
	20 - 40	34.2	32.3	33.2	32.3	33.8	32.4	32.0	32.5	32.0	32.9	32.7	32.7					

AR= Antes de Riego
A, B, C, D = Formas de Riego
a, b, c, d = Niveles de Nitrógeno

las parcelas pequeñas corresponden a los niveles de fertilización nitrogenada. El número de repeticiones fue cuatro y tratamientos 16. Surcos por parcela pequeña; 6. Longitud de cada curso seis metros. Distancia entre surcos 0.75 metros. Distancia entre bloques 5 metros (para construcción de canales de riego). Area neta del experimento 2,808 metros cuadrados. Diseño de campo en figura 1.

8.- Datos que se Tomaron

- a) Humedad del suelo por medio del método gravimétrico, antes de cada riego. La muestra para humedad se tomo de los surcos castigados, a las profundidades de 0 - 0.20 m y 0.20 - 0.40 m.
- b) Fecha de floración (cuadro 4)
- c) Fecha de madurez fisiológica (cuadro 4)
- d) Plantas con acame (cuadro 4)
- e) Datos meteorológicos en el ciclo del cultivo (cuadro 5)
- f) Cosecha

f_1 - Se cosechó la parcela útil (3.75 m^2), compuesta por los dos surcos centrales. Largo de parcela neta es 5 metros (eliminando 0.50 metros en ambos extremos).

f_2 - Peso del grano al 13% de humedad, por parcela neta para determinar el rendimiento, luego se llevó el rendimiento a kilogramos por hectarea (cuadro 6).

Anexo

1.- La lámina de agua aplicada fue de 10 centímetros de agua común para las

C U A D R O No. 4

REGISTROS DE DIAS A FLORACION, MADUREZ FISIOLÓGICA
Y PORCENTAJE DE ACAME

Tratamiento	Días a Floración	Días a Madurez Fisiológica	% de Acame
Aa	63	88	0.00
Ab	59	83	0.00
Ac	59	83	0.00
Ad	59	83	0.00
Ba	63	88	0.00
Bb	59	83	0.00
Bc	59	83	0.00
Bd	59	83	0.00
Ca	63	88	0.00
Cb	59	83	0.00
Cc	59	83	0.00
Cd	59	83	0.00
Da	63	88	0.00
Db	59	83	0.00
Dc	59	83	0.00
Db	59	83	0.00

A,B,C y D = Forma de Riego

a,b,c y d = Niveles de Nitrógeno

C U A D R O No. 5

REGISTRO DE DATOS CLIMATICOS
EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO

Mes	Temperatura Promedio °C	Precipitación Total en mm	Días de Lluvia	Humedad Relativa Promedio en %
Febrero	27.4	0.00	0	55.00
Marzo	29.4	0.00	0	53.00
Abril	27.1	18.1	2	58.00
Mayo	27.8	0.0	0	62.00

El ciclo del cultivo finalizo hasta el 6 de mayo

Fuente: Estación Meteorológica La Fragua, Zacapa.

formas de riego ensayadas. El criterio que se tomó para seleccionar la mencionada lámina está basado en los trabajos de investigación que la Disciplina de Manejo de Agua del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ha establecido para suelos de la serie Chicaj.

- 2.- Las formas de riego fueron seleccionadas en base a las características físicas de los suelos Chicaj. Así mismo, por las características del cultivo de sorgo, bajo condiciones del Valle de la Fragua, donde las frecuencias de riego oscilan entre 15 a 30 días.

RESULTADOS Y DISCUSION

Una vez cosechado el experimento se tomaron los pesos y se llevaron a kilogramos por hectarea (cuadro 6).

Se procedio a hacer el análisis de varianza del rendimiento del grano (cuadro 7).

El Análisis de Variancia en el cuadro 7, indica que no existe diferencia significativa al 0.05% entre las Formas de Riego.

Al analizar el cuadro 3, donde se encuentran los registros de humedad del suelo a las profundidades muestreadas se ve que la variación es mínima para las formas de riego ensayadas. Esto se relaciona con lo citado por Wyld y Lara en el sentido que estos suelos poseen alta capacidad de retención de humedad, y que por lo tanto el intervalo entre riegos es entre ciertos límites prolongado.

Por otro lado, entre las características de un suelo Chicaj se menciona que la distribución del agua en el perfil del suelo es sobre todo horizontal, (mayor resistencia al desplazamiento vertical del agua). Esto relacionado a los surcos que no se regaron dentro de los diferentes tratamientos del experimento, nos indica que por capilaridad se humedecieron.

C U A D R O No. 6

RENDIMIENTO DE GRANO EN KILOGRAMOS POR HECTAREAS AL 13%
DE HUMEDAD, DE ACUERDO A LOS TRATAMIENTOS ENSAYADOS

Tratamiento	I	II	III	IV	X rendimientos hectarea
Aa	3156	3956	2167	1411	2672.50
Ab	4544	4200	4200	4067	4252.75
Ac	4689	3944	4200	3678	4127.75
Ad	5000	4333	2300	3767	3850.00
Ba	3467	3144	3711	2922	3311.00
Bb	3822	3122	4189	4089	3805.50
Bc	3789	2767	3911	4356	3705.75
Bd	3211	3622	4722	3689	3811.00
Ca	3456	3489	3867	3567	3594.75
Cb	3089	3956	4000	3444	3622.25
Cc	3511	3000	3256	4000	3441.75
Cd	3400	3400	4011	3422	3572.25
Da	2144	3678	2611	1822	2563.75
Db	3456	3000	3833	2356	3161.25
Dc	3789	2200	3811	1722	2880.50
Dd	2389	2189	3689	4133	3100.00

C U A D R O No. 7

ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO

Fuentes de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Significancia 0.05 %
Bloques	3	1392338.71	464112.90	0.584	N.S.
Formas de Riego	3	6465007.71	2155002.57	2.71	N.S.
Error "A"	9	7156000.22	795111.13		
Parcelas Grandes	15	15013346.85	1000889.77		
Niveles de Fertilidad	3	4226522.58	1408840.86	3.53	*
Interacción	9	3653754.85	405972.76	1.02	N.S.
Error "B"	36	14386610.81	399628.07		
T O T A L	63	37280234.90			

CV = 10.74

Sin embargo, si bien estadísticamente no hay diferencia significativa, - el mayor rendimiento de grano se obtuvo con la forma de riego "A" que consistió en regar todos los surcos, y el menor rendimiento con la forma de riego - "D" que consistió en aplicar cuatro riegos únicamente, pero regando todos los surcos, (cuando se aplicó agua únicamente en las épocas críticas).

Para las Interacciones tampoco existió diferencia significativa al 0.05%, lo que quiere decir que los dos factores (formas de riego y niveles de nitrógeno) actuaron independientemente.

Entre los Niveles de Nitrógeno si se obtuvo diferencia significativa al 0.05%.

En el cuadro 8 se presentan los resultados de la Prueba de Tuckey aplicado a el tratamiento Niveles de Nitrógeno.

De acuerdo a la Prueba de Tuckey (cuadro 8), los tratamientos "b, d, c" estadísticamente son iguales entre sí, e igualmente los tratamientos "d, c, - a". En tal sentido solo hubo diferencia significativa entre el tratamiento - "b" (40 kilogramos de nitrógeno por hectarea) y el "a" (0 kilogramos de nitrógeno por hectarea).

En cuanto a días a floración (cuadro 4) los tratamientos "b- c- d-", en todas las formas de riego florecieron a los 59 días. En cambio no se aplicó nitrógeno (tratamiento) igualmente para todas las formas de riego, la floración fué a los 63 días (retardo de 4 días respecto a b- c- d-) lo que evidencia que en los tratamientos ensayados el nitrógeno más que el agua influyó en los días a floración.

La madurez fisiológica (cuadro 4) siguió igual comportamiento que los días a floración, es decir que no fue atacada por las formas de riego, pero sí con respecto a aplicaciones de nitrógeno, ya que se retardó cuando no se aplicó el nutriente en cuestión.

C U A D R O No. 8

COMPARACION DE MEDIAS DE RENDIMIENTO
POR EFECTO DE NITROGENO
METODO TUCKEY AL 0.05%

Niveles de Nitrógeno	Medias Kg de grano/Ha.	Identificación de significancia
b	3710.43	1
d	3583.31	1.2
c	3583.93	1.2
a	3035.50	2

Comparador por Tuckey = 602.13

C U A D R O No. 9

ANALISIS DE LOS EFECTOS DE REGRESION
 POR MEDIO DE CONTRASTES ORTOGONALES
 APLICADOS A DATOS DE RENDIMIENTO DE GRANO

Contrastes	a	b	c	d	Componente	(Componente) ²	D	S.C.	G.L.	Fc.	Significancia 0.05%	bi
Lineal	-3	-1	+1	+3	23551	554.649,601	320	1733280	1	4.34	*	73.60
Cuadrático	+1	-1	-1	+1	-10089	101.787,921	64	1590436	1	3.98	NS.	-157.64
Cúbico	-1	+3	-3	+1	16997	288.898,009	320	902806	1	2.26	NS.	53.1

Respecto al acame de plantas (cuadro 4), no hubo plantas dañadas en los diferentes tratamientos.

Para determinar el comportamiento del rendimiento se aplicó el Analisis de los Efectos de Regresión por medio de Contrastes Ortogonales. En el cuadro 9 se puede observar que solo el efecto lineal fue significativo, de 0-40 kilogramos de nitrógeno por hectarea.

CONCLUSIONES

- 1.- Estadísticamente no se detecto efecto de las "formas de riego" en relación a floración, madurez fisiológica y rendimiento del grano.
- 2.- Estadísticamente hubo diferencia significativa al 0.05% por efecto de los "niveles de nitrógeno". Al comparar medias el mayor rendimiento se obtuvo cuando se aplicó 40 kilogramos de nitrógeno por hectarea y el menor rendimiento en 0.00 kilogramos de nitrógeno por hectarea.
- 3.- Respecto a la floración, cuando se aplicó nitrógeno independientemente del nivel, el cultivo florecio a los 59 días. En cambio cuando no se aplicó nitrógeno, los días a floración fueron 63. Igual comportamiento sucedió para la madurez fisiológica. (más temprano en tratamientos con nitrógeno).

RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda continuar este tipo de estudios pero, para diferentes series de suelos de la región ya que podría ser una alternativa en cuanto a economía del recurso agua como también lo que respecta a niveles adecuados de fertilizante.
- 2.- Además se sugiere que valdría la pena probar el tratamiento de niveles de nitrógeno para trabajos de mejoramiento, como en el caso de cruces

cuando la floración entre la hembra y el macho no coinciden exactamente.

RESUMEN

El Proyecto de Riego del Valle de la Fragua en Zacapa, se compone de -- unas 7,200 manzanas. En esta región, instituciones del Sector Público Agrícola como el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA) vienen trabajando para mejorar la producción agrícola especialmente en hortalizas, que son las que ocupan lugar importante en el renglón de exportaciones.

Sin embargo, también se siembran granos básicos como maíz, frijol y sorgo, especialmente como cultivos de rotación.

A pesar del trabajo efectuado, se notan grandes problemas en lo que respecta a fertilización y manejo de agua. De allí deriva que en algunas áreas no se tiene el agua suficiente para efectuar los riegos necesarios a los cultivos. Además vale la pena mencionar la diversidad de suelos que existen en la región y que no existe tecnología adecuada como forma de riego, fertilidad y otros, para cada uno de ellos en cada cultivo.

En este trabajo se utilizó el sorgo por haberse detectado como un cultivo de futuro promisorio para la región especialmente por ser útil a la alimentación humana. El sorgo presenta buenas características para su industrialización en la fabricación de concentrados además de su uso como forraje.

Se escogió un suelo de la serie Chicaaj para este trabajo de experimentación por ser uno de los más representativos de la región.

Se tomaron en cuenta dos variables para este estudio: Niveles de Nitrógeno y Formas de Riego, tomando en cuenta que el nitrógeno como el agua son factores limitantes de la producción de sorgo y que una dosis óptima de nitrógeno con una forma de riego adecuada ofrecen una alternativa económica para el agricultor.

En tal virtud se propuso en el presente trabajo llevar a cabo la comparación del rendimiento del grano sorgo en función de los niveles de nitrógeno, estimar la forma de riego en función de las pérdidas de rendimiento por castigos a la planta y evaluar a través del rendimiento del grano de sorgo la interacción entre los dos factores que se estudiaron.

Para este trabajo de investigación se uso el diseño de Parcelas Divididas Distribuido en Bloques al Azar. Las parcelas grandes constituyeron los tratamientos de riego y las pequeñas los niveles de nitrógeno. Se practicaron cuatro formas de riego y cuatro niveles de nitrógeno.

Forma A

En este tratamiento se riega en todos los surcos y en total se efectuarón seis riegos de la manera siguiente:

Primer riego en la siembra

Segundo riego en la primera fertilización (7 días después de la siembra)

Tercer riego 28 días después de la siembra

Cuarto riego 48 días después de la siembra

Quinto riego 56 días después de la siembra

Sexto riego 60 días después de la siembra

Forma B

Del primer riego (en la siembra), al tercer riego (28 días después de la siembra), el agua se aplica en todos los surcos de riego. A partir del cuarto riego (56 días después de la siembra) el agua se aplica a cada dos surcos, hasta el sexto riego.

Forma C

Del primer riego (en la siembra), al tercer riego (28 días después de la siembra), el agua se aplica en todos los surcos. A partir del cuarto --

riego (56 días después de la siembra), el agua se aplica a cada tres -- surcos, hasta el sexto riego.

Forma D

Del primer riego (en la siembra) al tercer riego (28 días después de la - siembra) se riegan todos los surcos. El cuarto (último riego), se aplicó al momento de la floración. Esta forma es variante de la "A", por su menor número de riegos

- a- 0 kilogramos de nitrógeno por hectarea
- b- 40 kilogramos de nitrógeno por hectarea
- c- 80 kilogramos de nitrógeno por hectarea
- d- 120 kilogramos de nitrógeno por hectarea

Epocas de Aplicación

La primera fertilización 7 días después de la siembra. Se aplicó al - chorro, 50% de la fuente nitrogenada. En la segunda aplicación se uso el 50% restante de la fuente nitrogenada, 27 días después de la siembra.

El experimento se montó en el Centro de Producción del Instituto de -- Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), en la finca el Oasis, en el Valle de la Fragua.

Se tomaron datos en el transcurso del ciclo del cultivo como: Humedad del suelo a diferentes profundidades antes de cada riego. Fechas de flora-- ción, madurez fisiológica y plantas con acame. Además se llevaron registros de clima en el ciclo del cultivo.

Para la cosecha entre otros datos se determinó el rendimiento de grano por tratamiento y se expresaron los pesos al 13% de humedad.

Al efectuar el análisis de varianza para rendimientos, se obtuvo como -

resultado que entre las "formas de riego" no existe diferencia significativa y que tampoco hay interacción entre las dos variables (niveles de nitrógeno y formas de riego) por lo tanto cada una de las dos variables actuaron independientemente. De este manera se comprobó lo que la literatura reporta en cuanto a que, un suelo Chicaj posee alta capacidad de retención de humedad y que la distribución del agua en el perfil del suelo alcanza un desplazamiento horizontal.

Entre los niveles de nitrógeno sí hubo significancia. Al aplicar el Comparador Tuckey se determinó que con el nivel de 40 kilogramos de nitrógeno por hectarea se alcanzó la mayor producción de grano.

Para determinar el comportamiento del rendimiento se aplicó el Analisis de los Efectos de Regresión por medio de Comparaciones Ortogonales y se determinó que el efecto fue lineal (de 0 a 40 kilogramos de nitrógeno por hectarea).

Lo que respecta a días a floración y madurez fisiológica se pudo observar que los tratamientos con nitrógeno, florecieron y maduraron cuatro días antes que el tratamiento sin nitrógeno. Lo que significa que floración y madurez fisiológica fue afectado por nitrógeno. El acame no se observó en ningún tratamiento.

Por las observaciones, de este trabajo se recomienda continuar este tipo de estudios en diferentes series de suelos de la región. Finalmente se sugiere que valdría la pena probar el tratamiento niveles de nitrógeno para trabajos de mejoramiento, como en casos que la floración entre la hembra y el macho no coinciden exactamente.

"BIBLIOGRAFIA"

1. BARBER, S. A. and OLSON, R. A. Changing patterns in fertilizer use. Madison, Wisconsin, L. B. Nelson SSSA, 1968. pp. 163-88.
2. BARTHOLOMEW, W. V. Soil nitrogen and organic matter. In National Academy of Sciences. Soils of the humid tropics. USA, 1972. pp. 63-81.
3. _____, El nitrógeno del suelo; proceso de abastecimiento y requerimiento de los cultivos. North Carolina State University at Raleigh. Boletín Técnico. no. 6. 1972. p. 97.
4. BRONFIED, A. R. Uptake of phosphorus and other nutrients by maize in Western Nigeria. Experimental Agriculture. no. 5:91-100. 1969.
5. BROWN, P. Maize growing in nyasaland (Malawi) II, fertilizer requirement. Experimental Agriculture. no. 2:49-60. 1966.
6. CARDONA MATTA, H. Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento y contenido de proteína del grano de sorgo y su interacción con la clase de suelo, en el sur-oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 62 p.
7. CHANDLER, W. L. et al. The intensive management of tropical forages in Puerto Rico, Universidad Puerto Rico. Agriculture Experimental Station. Bulletin 187. 1964.

8. DE LEON PRERA, C. Respuesta del cultivo del sorgo a la fertilización con nitrógeno en el sur-oriente de la Republica de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1975. p. 37.
9. ENJI , B. A. C. The efficiency of urea as fertilizer under tropical conditions. P. L. Soil, no. 23:385-96. 1965.
10. ESTRADA, L. L. y ORELLANA, S. E. Evaluación del efecto de fertilización con N-P-K sobre el rendimiento de sorgo variedad Guatecau bajo condiciones del Valle de la Fragua, Zacapa. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1979. 8 p. (mimeo).
11. FOX, R. H. Fertilización con nitrógeno en los tropicos húmedos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el desarrollo internacional, 1972. 16 p.
12. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Condiciones agro-socioeconómicas del proyecto de riego Zacapa. Guatemala, 1979. pp. 1-3 (mimeo).
13. INTUYAMA, S. et. al. Effect of plant water deficits at various growth stages on growth, grain yield and leaf water potential of irrigated grain sorghum. Proceedings Crop. Science Journal. no. 45: 298-307. 1976.

14. LLANO, A. Efecto del nitrógeno sobre la producción seca del tallo de de sorgo y causado por Macrophoia phaseolina. In Reunión anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. (PCCMCA), 21a. San Salvador, El Salvador, 1975, San Salvador, 1975. pp. 356-58.
15. PAWSON, E. The composition and fertility of maize soils in northern Rhodesia. *Journal of Experimental Agriculture*. no. 25:79-94. - 1957.
16. SALAZAR, B. A. Experimentación con sorgo en Nicaragua. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. (PCCMCA), 12a. Managua, Nicaragua, 1966. Managua, 1966. pp. 42-50.
17. SALTER, P. J. and GOODE J. E. Crop responses to water at different stages of growth. England, Commonwealth, Agriculture Bureau, 1967. p. 246.
18. SHIRPLEY, J. and REGIER C. Water response in the production of irrigated grain sorghum, high plain of Texas. Texas, Agriculture Experimental Station. Report 2829. 1969. 24 p.
19. TUCKER, B. B. and BENNETT, W. Fertilizer use on grain sorghum. In Barber, S. A. and Olson, R. A. Changing patterns in fertilizer use. Madison Wisconsin, L. B. Nelson SSSA, 1968. pp. 189-218.

20. VOLK, G. M. Efficiency of fertilizer urea as affected by method of application, soil moisture, and lime. Agronomy Journal. no. 58:- 249-52. 1966.
21. WYLD y LARA A. Caracterización de los principales suelos de los llanos de la Fragua. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), 1979. 5 p. (mimeo).

Vo. Pro.
O. Ramirez S



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 3545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA


Referencia

Asunto

MEMORIA CENTRAL
DEPOSITO LEGAL
INSTRUMENTO DE PROPIEDAD EXISTENTE

"IMPRIMASE"




DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O