

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA SOBRE LOS RENDIMIENTOS
DE GRANO DE DIEZ GENOTIPOS DE MAIZ (Zea mays L.)
EN EL PARCELAMIENTO LA MAQUINA, SUCHITEPEQUEZ

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ALFONSO ARMANDO VELASQUEZ RECINOS

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, ENERO DE 1985

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

D. . .
01
T(824)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda S.
VOCAL I	Ing. Agr. Oscar R. Leiva R.
VOCAL II	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
VOCAL III	Ing. Agr. Rolando Lara A.
VOCAL IV	Prof. Héber Arana
VOCAL V	Prof. Leonel A. Gómez
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. Edgar L. Ibarra
EXAMINADOR	Ing. Agr. Salvador Sánchez
EXAMINADOR	Ing. Agr. Marco Antonio Curley
EXAMINADOR	Ing. Agr. Jorge Del Valle
SECRETARIO	Ing. Agr. Oswaldo Porres

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda S.
VOCAL I	Ing. Agr. Oscar R. Leiva R.
VOCAL II	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
VOCAL III	Ing. Agr. Rolando Lara A.
VOCAL IV	Prof. Héber Arana
VOCAL V	Prof. Leonel A. Gómez
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez

TRIBUNAL QUE REALIZO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. Edgar L. Ibarra
EXAMINADOR	Ing. Agr. Salvador Sánchez
EXAMINADOR	Ing. Agr. Marco Antonio Curley
EXAMINADOR	Ing. Agr. Jorge Del Valle
SECRETARIO	Ing. Agr. Oswaldo Porres

Guatemala, 16 de Noviembre de 1984.

Ingeniero Agrónomo
César Augusto Castañeda Sandoval
Decano de la
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad de Guatemala.

Respetable Señor Decano:

En cumplimiento a la designación que se me hizo para asesorar la tesis de grado del universitario Alfonso Armando Velásquez Recinos, me complace informarle que el P.A. Velásquez Recinos ha presentado un trabajo de investigación altamente meritorio titulado " Efecto de la Fertilización Nitrogenada sobre los Rendimientos de Granos de Genotipos de Maíz (Zea mays L.) en el Parcelamiento La Máquina, Suchitepequez!"

Por lo tanto, espero que el valioso trabajo del Señor Velásquez Recinos merezca la aprobación correspondiente de esa Decanatura a su digno cargo.

Deferentemente,



Ing. Agr. Danilo A. González A.
Asesor
Colegiado 279.

Guatemala, Noviembre de 1,984

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

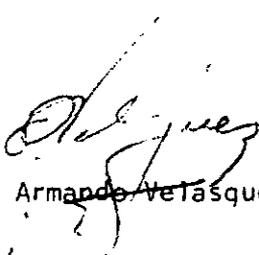
Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "Efecto de la Fertilización Nitrogenada sobre los Rendimientos de Grano de Diez Genotipos de Maíz (Zea mays L.), en el Parcelamiento La Máquina, Suchitepequez".

Como requisito previo para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando sea aceptado, me es grato suscribirme de ustedes.

Deferentemente,


Alfonso Armando Velásquez Recinos.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

**Enriqueta R. de Velásquez
J. Emilio Velásquez P.**

A MIS HERMANOS EN GENERAL

A MIS SOBRINOS EN GENERAL

A MIS CUÑADOS Y CUÑADAS

A MIS FAMILIARES EN GENERAL

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE PROMOCION

A MIS AMIGOS EN GENERAL

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA

AGRADECIMIENTO

- A) AL INGENIERO AGRONOMO M. C. DANILO GONZALEZ**

- B) AL INGENIERO AGRONOMO M.C. MARCO A. MALDONADO**

- C) AL INGENIERO AGRONOMO AMILCAR DAVILA**

- D) AL INGENIERO AGRONOMO M.C. HUGO CORDOVA**

- E) AL P.C. GUSTAVO HERRERA**

Se agradece profundamente su valiosa colaboración y orientación para la realización del presente trabajo de tesis. En especial a mi Asesor Ingeniero Agrónomo M. C. Danilo González.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
I.1 Antecedentes	1
I.2 Objetivos	2
I.3 Hipótesis	2
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
II.1 El Nitrógeno en la planta y en el suelo	3
II.2 Fuentes de nitrógeno	4
II.3 Respuestas a fertilización nitrogenada	5
III. MATERIALES Y METODOS	7
III.1 Localización y características del área experimental	7
III.2 Características de los suelos	7
III.3 Material Experimental	9
III.4 Metodología Experimental	12
III.4.1 Análisis Estadístico	12
a) Diseño Experimental	12
b) Análisis de varianza	13
c) Pruebas de medias de rendimiento	13
d) Análisis de regresión	14
III.4.2 Variables Estudiadas	14
1. Rendimiento	14
2. Altura Planta	14
3. Altura Mazorca	14
4. Días a Flor	14
III.4.3 Análisis foliar	14
III.4.4 Manejo del Experimento	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	16
IV.1 Análisis de Varianza	16
IV.2 Análisis de la Mínima Diferencia significativa	16
IV.3 Análisis de Regresión de la interacción material-nivel de nitrógeno	20
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VII. BIBLIOGRAFIA	34

RESUMEN

La agricultura tradicional del pequeño y mediano productor en Guatemala, incluye baja inversión en insumos agrícolas, produciendo rendimientos que no satisfacen las necesidades de grano de maíz para el país. Investigaciones recientes han demostrado que sustituyendo los materiales criollos que el agricultor siembra, por materiales mejorados y con el uso de fuentes nitrogenada, se obtienen rendimientos que hacen la producción de maíz económicamente rentable.

El objetivo de esta investigación fue determinar que materiales de maíz y que nivel de nitrógeno debe aplicarse para obtener rendimientos aceptables bajo condiciones del parcelamiento "La Máquina", en siembras de segunda.

En el presente estudio fueron utilizados diez materiales de maíz en el que se incluyen el criollo de la zona, variedades mejoradas e híbridos comerciales. Además se utilizaron cuatro niveles de nitrógeno, usando como fuente la urea (46 o/o de N).

Para determinar los resultados que aquí se presentan se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas en bloques al azar, con 4 repeticiones. Las parcelas correspondieron a los materiales de maíz, y las sub-parcelas a los niveles de nitrógenos. El análisis estadístico se efectuó en base a un análisis de varianza para bloques al azar, ajustando las respuestas de los niveles de nitrógeno a una curva de regresión lineal. Las variables estudiadas fueron rendimiento, altura de planta y mazorca, días a flor y análisis foliar.

En base a los resultados se concluye que los híbridos de maíz amarillos X-304A y X-306B fueron superiores al resto de materiales evaluados en todos los niveles de nitrógeno. La respuesta al nitrógeno fue lineal con valores predichos por la ecuación $Y = 1.27 + 0.0088X$, a 30 kgs. de nitrógeno por Ha. se obtuvo los valores más altos de tasas de incremento. El análisis foliar efectuado en la etapa de floración reveló contenidos de nitrógeno con una tendencia lineal similar al rendimiento.

I. INTRODUCCION

I.1 JUSTIFICACION

En Guatemala, la agricultura se practica con sistemas tradicionales de cultivo, los que incluyen semillas criollas, poco uso de fertilizantes y deficiente control de plagas y malezas. Con esta Tecnología el país tiene rendimientos muy bajos, lo que ha motivado que no exista un balance entre la producción de alimentos y el crecimiento de la población por lo que anualmente tiene que recurrirse a la importación de alimentos, principalmente de granos básicos para mantener el equilibrio.

El problema tiene que ser resuelto en un futuro muy cercano y la solución es aumentar la producción por unidad de superficie, lo que es muy factible si se mejora la tecnología actual y se aprovecha al máximo las condiciones ecológicas envidiables que posee el país, que permiten obtener dos cosechas al año.

Tanto en área cultivada, como en la alimentación de la población, principalmente rural, el grano más importante de Guatemala es el maíz, el que proporciona a la dieta diaria el 63 o/o de calorías, 65 o/o de proteína, 65 o/o de grasa, 94 o/o de calcio y 60 o/o de fósforo. El consumo medio percapita se ha estimado en 119.3 Kg/año (6). Para satisfacer esta demanda el país produjo en 1976 14,920 miles de quintales de un área de 736.6 miles de manzana con un rendimiento medio de 20.3 qq/Mz. (6), el déficit fue completado con importaciones.

El parcelamiento "La Máquina", es una zona muy importante en la producción de maíz, contribuyendo con 6 a 7 o/o a la oferta nacional, obteniendo este volumen de grano en las siembras de primera (Mayo-Junio) y siendo estas cosechas las que proporcionan al agricultor los ingresos necesarios para satisfacer sus necesidades durante todo el año, y casi el total de la producción lo dedican a la venta.

Las siembras de segunda (Agosto-Septiembre) sirven al agricultor como reserva para la alimentación de su familia y para seleccionar la semilla que emplearán al año siguiente. El área sembrada en esta época es un 10 o/o de la cultivada en primera, reducción debida a condiciones de baja fertilidad y menor precipitación pluvial y a plagas en el cultivo.

Trabajos realizados por ICTA durante los últimos cuatro años, sobre fertilización con nitrógeno y fósforo en siembras de primera han indicado que no existe respuesta económica al uso de estos insumos, sin embargo, en siembras de segunda si se han encontrado respuestas significativas con el nitrógeno, pero estos trabajos han sido efectuados con una sola variedad de maíz y es sumamente importante determinar el comportamiento y respuesta de algunos materiales mejorados, ya que los agricultores utilizan criollo de bajo rendimiento.

Trabajos del mismo Instituto durante 1976 y en siembras de primera determinaron a 10 materiales de maíz como los más adaptables a las condiciones del parcelamiento, sugiriéndose en futuras investigaciones, por lo que fueron seleccionados para el presente estudio, que tuvo como objetivos principales los siguientes:

1.2 OBJETIVOS

1. Determinar la respuesta a la aplicación de 4 niveles de nitrógeno de 10 materiales de maíz bajo las condiciones ecológicas del parcelamiento "La Máquina" en siembras de segunda.
2. Observar el comportamiento de 10 materiales de maíz, incluidos en el estudio bajo las condiciones del parcelamiento "La Máquina".

1.3 HIPOTESIS

Existen diferencias en el comportamiento de los materiales en estudio así como en la respuesta a los niveles de nitrógeno aplicados, en siembras de segunda.

II. REVISION DE LITERATURA

II.1 EL NITROGENO EN LA PLANTA Y EN EL SUELO

El Nitrógeno es el elemento primario de vital importancia para la nutrición de las plantas, ya que parte de su peso está constituido por compuestos nitrogenados (2); con importancia fisiológica dentro del metabolismo vegetal, tales como la clorofila, los nucleótidos, los fosfátidos, alcalóides, enzimas, hormonas y vitaminas. Está asociado a todos los procesos vitales (11) por lo que es el elemento esencial para las plantas, principalmente en épocas tempranas (5), siendo constituyente principal de todo protoplasma (27).

“La atmósfera” que rodea la tierra y penetra por los poros del suelo contiene 78 o/o de nitrógeno. El nitrógeno atmosférico es inerte y no puede ser utilizado directamente por las plantas excepto por algunos microorganismos (16) y es una de las formas por las cuales se incorpora al suelo.

La principal fuente de nitrógeno en los suelos es la materia orgánica (1), que lo contiene en un 90-99 o/o en una forma que las plantas no pueden utilizarlo en cantidades significativas (5).

Según Black (3), las raíces de las plantas absorben el nitrógeno soluble del suelo, pero esto depende del agua contenida en el mismo. El agua está relacionada directamente con el transporte del nitrógeno del suelo a los límites de la raíz, ya que sirven para movilizar el nitrógeno disponible dentro de y desde la zona radicular. La absorción del nitrógeno por la planta es efectuada; primero por el movimiento del nitrógeno del suelo hacia los límites de las raíces y segundo por la entrada de nitrógeno en la planta. A medida que la planta absorbe y transpira agua, regula el abastecimiento de nitrógeno disponible en el suelo.

Las proteínas de las células vegetales tienen una naturaleza más funcional que estructural, la mayoría de estas proteínas son enzimas y nucleoproteínas, en tales compuestos las proteínas sirven como catalizadores del metabolismo. Para realizar estas funciones, el nitrógeno del suelo es absorbido por las plantas en forma de iones de nitrato (NO_3^-), y en menor escala, como iones de amonio (NH_4^+). Ya presente en la planta este nitrógeno es reducido y elaborado en compuestos más complejos y finalmente transformado en proteína (27).

Cuando el sistema natural se altera por el laboreo de la tierra, el contenido de nitrógeno en el suelo baja gradualmente. El cultivo continuo reduce el contenido de nitrógeno debido a que las labores de arado y otras prácticas destruyen el equilibrio biológico, de tal manera que los microorganismos del suelo no trabajan en forma tan eficiente, como lo harían en condiciones naturales y las bacterias fijadoras del nitrógeno no pueden mantener el equilibrio (16) además, en la mayoría de los suelos con laboreo, el nitrógeno se pierde con facilidad por lixiviación, lo que no sucede en suelos cubiertos de vegetación natural en donde permanece constante (18).

La concentración de nitrógeno afecta el desarrollo de las plantas, así vemos que una deficiencia del mismo tiene relación directa con síntesis de enzimas, aminoácidos y nucleoproteínas (21), por lo que las proteínas celulares de las hojas inferiores de la planta se ponen en movimiento ascendente hacia las hojas superiores y nuevas, causando un amarillamiento y caducidad de las mismas (4).

II.2 FUENTES DE NITROGENO

Miller E. (16) indica que existen varias fuentes de fertilizantes nitrogenados. Según la forma en que se presente el elemento, dentro de estas fuentes menciona a:

a) Fertilizantes Nítricos

Son de fácil traslación y rápida absorción de los iones de nitratos por la planta, se adaptan fácilmente al combate de claras deficiencias de nitrógeno. La gran movilidad del ión nitrato en el suelo tiene como ventaja, permitirle alcanzar rápidamente la región radicular de la planta.

b) Fertilizantes Amoniacales

El ión amonio (NH_4^+), igual que el potasio, es absorbido por el suelo, que motiva su protección a la acción percolante, por esa razón los fertilizantes amoniacales no actúan con la rapidez que lo hacen los de tipo nítrico; sin embargo, en suelos de intensa actividad microbiana el amonio sufre una violenta transformación a nitratos.

c) Fertilizantes Amidos

En general, el nitrógeno de los fertilizantes amidos no puede ser aprovechado directamente por la planta; su absorción tiene lugar después de haber sufrido un cambio químico en el suelo. Su efecto es más lento y perdurable que el de los fertilizantes nítricos y amoniacales.

II.3 RESPUESTAS A FERTILIZACION NITROGENADA

Con aplicaciones de nitrógeno, los rendimientos de los cultivos pueden incrementarse. En el caso del maíz PERDOMO et al (18) dice que los rendimientos de este cultivo se relacionan con el contenido del nitrógeno en el suelo y cualquier reducción en los rendimientos por el uso continuo de los suelos es casi una relación lineal.

Salazar (22) realizó estudios que indican que no hay diferencias apreciables de rendimiento de maíz, debido a la aplicación de una misma cantidad de nitrógeno derivada de fuentes de urea, sulfato de amonio y nitrato de sodio, por lo cual se recomienda el uso de la fuente más barata.

Luchsing y Wilson (13), indican que los incrementos en los rendimientos de maíz en el mundo, han sido posible por el aumento de las densidades de siembra, niveles altos de fertilización y mejores híbridos, estos últimos tienen una población óptima extra de 5,000 plantas/Há., que las variedades de polinización libre. En general el comportamiento del maíz, ante el aumento de la población es diferente y se relaciona directamente con el genotipo de que se trate, los híbridos están en mejor capacidad de soportar poblaciones altas que las variedades de polinización libre (25).

Salazar J.R. (23) reporta que en once ensayos a nivel centroamericano en 1974 se encontró que el nivel óptimo de fertilización estuvo entre 60 a 120 Kg. de nitrógeno por Há. Laird R.J. citado por Ralda (20), indica que bajo las condiciones centroamericanas 60 Kg/Há. de nitrógeno aumenta el rendimiento en grano de maíz, en 0.7 TM/Há.; sin embargo, en el Salvador durante los años 1962-68 los rendimientos máximos de maíz se obtuvieron al aplicar 65 a 120 Kg/Há. de nitrógeno y de 60 a 120 de P₂O₅ (18).

Laird R.J. (12) considera que las razones por las cuales en los terrenos de cultivo en la zona tropical de México y Centroamérica, la respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno es relativamente menor que en las zonas de clima templado, son: a) En los suelos tropicales la cantidad de nitrógeno total es mayor que los suelos de clima templado; b) Los maíces tropicales tienen un potencial de rendimiento inferior a los de las zonas templadas; y c) Los factores limitantes de la producción de maíz, competencia de malezas, plagas, enfermedades y excesos de humedad del suelo, son generalmente más frecuentes y de mayor intensidad en las zonas tropicales que las templadas.

El comportamiento y adaptación de un genotipo, depende de la capacidad intrínseca de cada material (27).

En una serie de ensayos de evaluación de maíces comerciales y experimentales realizados por ICTA (8) en el parcelamiento "La Máquina" durante 1974 a 1976 indican que los materiales más prometedores fueron: X-304-A, H-5, ICTA T-101, X-306-B, ICTA B₁ C₄, La Máquina 7422, Compuesto 2, Gemiza 7421, Poza Rica 7424, Across 7432, con rendimientos que fluctuaron de 3,500 a 4,444 Kgs/Há. El mismo Instituto determinó que en el parcelamiento "La Máquina" lo que incrementa la productividad es el uso de semilla mejorada, más que las densidades y fertilización (7).

El ICTA (9), durante los años 1973-1976 realizó una serie de ensayos sobre fertilización con nitrógeno y fósforo en el cultivo del maíz en siembras de primera y en el parcelamiento "La Máquina" encontró que en un 33o/o de los ensayos ha existido respuesta en el rendimiento del maíz aunque esta respuesta no es económica. Matheu (14), en siembras de primera determinó que el rendimiento del maíz se incrementó en 875.75 Kg/Há. con un nivel de 120 Kg. de nitrógeno/Há. en relación al testigo.

III. MATERIALES Y METODOS

III.1 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL

El ensayo para evaluar la respuesta del cultivo de maíz a la fertilización nitrogenada, se encuentra ubicado en el Sector "A" del parcelamiento "La Máquina" bajo la jurisdicción del Municipio de Cuyotenango del Departamento de Suchitepéquez. Su posición geográfica es de 14° 23' latitud norte y 91° 35' longitud oeste de Greenwich.

Ecológicamente está clasificada según Holdrige (10) como zona subtropical seca en la mayor parte de su área, con altitud entre 6 y 150 mts.S.N.M. La temperatura media es de 27°C una máxima media de 35°C y una mínima media de 20°C sin mayor variación durante todo el año. La precipitación pluvial anual media es de 1,860 mm. distribuidas en los meses de Mayo a Octubre, principalmente.

III.2 CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

Los suelos donde se realizó el ensayo corresponden según Simmons (24) a la serie Ixtán Arcilla.

La descripción y análisis del suelo realizada por el Departamento de Nutrición Vegetal de ICTA del sitio experimental es la siguiente:

Análisis Físico:

Estos suelos, localmente descritos como "Canelos", están constituidos por arcillas y franco arcillosos de color café; son firmes en estado seco, plásticos y medianamente adherentes en estado húmedo. Su aireación interna y su drenaje son buenos. Parecen conservar mejor el agua en estado disponible que las arcillas rojizas. No presentan impedimento al desarrollo de las raíces.

Las capas aradas, de unos 20 ó 25 cm. de grosor son suelos arcillosos o franco arcillosos pesados de color café (7.5 YR 5/2) en estado seco y café oscuro (7.5 YR 3/2) en estado húmedo. Sus terrones en estado seco, se disgregan bastante fácilmente, y en muchos casos conservan en estado latente una estructura granular.

La capa arada descansa sobre un horizonte de color café (7.5 YR 5/2) en estado seco y café obscuro (7.5 YR 3/2) en estado húmedo que llega, en algunos casos, hasta 40 cm. de la superficie. Su consistencia es firme en estado seco y plástico y ligeramente adherente en estado húmedo; este horizonte conserva bastante la estructura granular, la porosidad y numerosos canales de raíces de su estado natural; no se muestra afectado por el peso de la maquinaria agrícola.

A partir de 30 ó 40 cm. de la superficie aparece un horizonte que, prácticamente, sólo se diferencia del anterior por ser más firme y tener una estructura de bloques Sub-angulares de 3 a 4 cm. de lado.

En todo este perfil aparecen incrustaciones pequeñas de dióxido de manganeso.

CUADRO No. 1

CARACTERISTICAS QUIMICAS Y FISICAS DE LOS SUELOS DONDE SE EFECTUO EL EXPERIMENTO

Meq/100 gr. de suelo								PPM de P recuperado del Agregado a razón de		
Límite (cm)	M.O. o/o	PH	Ca.	Mg.	K	Na.	CL.	O	150	300
0-20	3.75	7.0	13.81	2.58	1.19	0.47	18.05	12.56	49.70	88.93
20-50	2.61	7.4	13.17	2.80	0.72	0.53	17.22	1.10	20.86	65.87
Arcilla o/o	Limo o/o		Arena o/o			Clase Textural				
39.97	29.50		30.53			Franco Arcillosos				
63.00	18.23		18.77			Arcilla				

III.3 MATERIAL EXPERIMENTAL

La respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada, se evaluó utilizando como fuente Urea al 46o/o de N. Los materiales de maíz para el estudio fueron los siguientes:

1. ICTA B₁C₄

Es una variedad de maíz de zonas tropicales bajas, dentado, blanco, con follaje y tallo relativamente abundantes. Su período vegetativo es intermedio y su altura de planta se ha reducido sustancialmente en comparación con los materiales originales; muestra una tolerancia aceptable a la mayoría de enfermedades foliares. Esta variedad proviene del Onceavo ciclo de selección de Tuxpeño 1 y mejorada en ICTA por 4 ciclos más.

2. Gemiza 7421

Es una variedad de maíz formada con las diez mejores familias de Tuxpeño 1, evaluadas en la Estación Experimental de GEMIZA en 1974. Esta variedad mostró una gran estabilidad a través de todos los ensayos establecidos por CIMMYT en 25 países tropicales del mundo. Es un maíz de zonas tropicales bajas, dentado y blanco con follaje y tallos relativamente abundantes; su madurez es intermedia, baja altura de planta, con tolerancia aceptable a la mayoría de enfermedades foliares.

3. La Máquina 7422

Es una variedad de polinización libre, proveniente de las diez mejores familias de la población de maíz MEZCLA TROPICAL BLANCA, cuyo comportamiento fue superior a la Estación Experimental de La Máquina en 1974. Es una mezcla de maíces dentados y cristalinos de grano blanco, período vegetativo semitardío; de zonas tropicales bajas, es razonablemente tolerante a la mayoría de las enfermedades foliares comunes en las zonas bajas.

4. Poza Rica 7424

Es una variedad de polinización libre formada con las diez mejores familias de la población ANTIGUA Y VERACRUZ 181, cuyo comportamiento fue superior en la Esta-

ción Experimental de Poza Rica, Veracruz, México en 1974. Posee un tipo de grano amarillo semi dentado, adaptado a zonas tropicales bajas, con madurez y altura de planta intermedias, tolerante a enfermedades foliares comunes en las zonas bajas.

5. Across 7432

Es una variedad de polización libre formado con las mejores diez familias provenientes de la población de maíz TUXPEÑO CARIBE, evaluada en seis países tropicales durante 1974. La población base es una mezcla de tipos de zonas tropicales bajas con Tuxpeño blancos — dentados y Cubanos amarillos cristalinos, seleccionados con respecto a planta baja. Su período vegetativo es semiaridío y es bastante tolerante a la mayoría de las enfermedades foliares comunes.

6. Chimbo

En una variedad criolla de grano amarillo profundo y olote delgado de pocas hileras y período vegetativo corto.

7. Compuesto 2

Es una variedad de polinización abierta, de granoblanco semi-dentado; altura de planta relativamente baja. Período vegetativo intermedio; fue desarrollado en la Estación Experimental de Cuyuta.

8. Pionner X-306-B

Es un híbrido doble, de grano amarillo, de pedigree cerrado, perteneciente a la Empresa Pionner. Período vegetativo intermedio, altura de planta mediana.

9. Pionner X-304-A

Es un híbrido doble de pedigrée cerrado para zonas tropicales bajas. Altura de planta intermedia; grano de color amarillo cristalino. Pertenece también a la Empresa Pionner.

10. ICTA Tropical 101

Es un híbrido inter-varietal, cuyos progenitores son: Tuxpeño planta baja y Eto blanco, materiales introducidos de CIMMYT, México. Se caracteriza por tener una altura de planta de 2.10 a 2.30 mts. Su área de adaptación varía entre 0 y 3,000 piés sobre el nivel del mar. Su período vegetativo oscila entre 115 y 120 días de siembra a la cosecha.

III.4 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Para la evaluación en el campo, se usó el diseño experimental de Parcelas divididas distribuidas en bloques al azar, con cuatro repeticiones. Las parcelas le correspondieron a los materiales de maíz y las sub-parcelas a los niveles de 0, 30, 60 y 90 Kgs. de nitrógeno/Há.

El área experimental fue de 4,062.72 mts². La unidad experimental fue de 18.40 mts². con 4 surcos de 5 mts. de largo a 0.92 mts. de separación. La parcela neta cosechada consistió en los 2 surcos centrales, dejando como bordes los surcos laterales y 0.50 mts. al inicio y al final de cada surco.

III.4.1 ANALISIS ESTADISTICO (25)

a) Diseño Experimental

El modelo del diseño bajo el cual se realizó el análisis de varianza se describe a continuación:

$$X_{ijk} = U + M_i + B_j + E_{ij} + T_k + (MT)_{ik} + \delta_{ijk}$$

donde:

- i = 1 m Tratamientos o materiales de Maíz
- j = 1 b Bloques
- k = 1 T Tratamientos de Subparcelas ó (Niveles de N.)

- X_{ijk} = Valor Fenotípico del rendimiento del i ésimo tratamiento en el J ésimo bloque del k ésimo nivel de nitrógeno estudiado.
 U = Media general
 B_j = Efecto de bloques
 M_i = Efecto de parcela-Principal (variedades)
 T_k = Efecto de la subparcela (nivel de nitrógeno)
 $(MT)_{ik}$ = Interacción Trat. x Nivel de N.
 E_{ij} = Error experimental a
 δ_{ijk} = Error b.

b) Análisis de Varianza

CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO DE PARCELAS
SUBDIVIDIDAS EN BLOQUES AL AZAR

Fuentes de Variación	GL	CM	Relación F
Repeticiones	(b-1)		
Parcelas Principales	(m-1)	M1	M1/M2
Error A	(b-1)(m-1)	M2	
Niveles	(t-1)	M3	M3/M5
Interacción	(m-1)(t-1)	M4	M4/M5
Error B	(b-1)m(t-1)	M5	
Total	mtb - 1		

c) Comparación de Medias de rendimiento.

Para comparar las medias de rendimiento varietal en los diferentes niveles se utilizó la M.D.S. con la variante que el error Standard a utilizar se estima diferente según las medias que se comparan:

$$M.D.S. = T \alpha (gle) \sqrt{\frac{2 C M E}{R}}$$

d) Análisis de Regresión

Para medir la respuesta de las variedades a los diferentes niveles se ajustó modelos de regresión simple y cuadrática:

$$Y = a + bx \text{ (simple)}$$

$$Y = A + B_1X + B_2X^2 \text{ (cuadrática)}$$

Se determinó el nivel de eficiencia a los niveles aplicados.

III.4.2 VARIABLES ESTUDIADAS

1. Rendimiento: Esta variable (principal en el estudio), fue medida utilizando como parcela útil el peso obtenido de los 2 surcos centrales de 4 mts. de largo y ajustando al 15o/o de humedad el grano.
2. Altura de Planta: Se determinó midiendo la distancia en mts. del suelo a la hoja bandera en la base de la espiga.
3. Altura de Mazorca: Se determinó al medir la distancia en mts. del suelo a la altura de inserción de la mazorca del tallo central.
4. Días a Flor: Se determinó contando el número de días transcurridos de siembra a floración masculina en el 50o/o de la población.

III.4.3 ANALISIS FOLIAR

Para diferenciar el aprovechamiento del nitrógeno en el desarrollo de la planta, se realizaron análisis foliares en diferentes etapas del cultivo, habiéndose determinado que la más importante es a la época de floración, por esta razón solamente se muestran los resultados obtenidos en esta etapa.

III.4.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

La preparación de tierras se realizó mediante un paso de arado a una profundidad de

0.30 mts., y un paso de rastra, en el mes de Abril; la siembra de maíz de primera se efectuó en el mes de Mayo, para cosechar en Septiembre. Por las condiciones en que se manejan los cultivos de segunda (Septiembre-Diciembre), que fue la época en que se realizó el presente estudio, el acondicionamiento del suelo para la siembra de segunda consistió en una remoción de la tierra en forma manual, con el fin de controlar las malezas emergidas al final del cultivo de maíz de primera. La siembra se realizó el 2 de Septiembre, llevándose a cabo en forma manual, entre surcos de maíz. Las distancias utilizadas fueron de 0.92 mts. entre surcos y 0.50 mts. entre posturas, dejando 2 plantas por postura después de un raleo para obtener una población de 43,478 plantas por Há.

El control de malezas se efectuó con Gramoxone, a dosis de (1.5 Litros/Há. de P.C.), dirigido entre hileras de maíz y se completó con una limpia manual a los 35 días después de siembra.

El Nitrógeno se aplicó en 2 épocas: la primera parte, a los 14 días después de siembra aplicando la mitad de la dosis y la segunda parte a los 28 días después de siembra, completando así el resto de la cantidad dosificada para cada nivel

El control de plagas del follaje fue dirigido principalmente contra *SPODOPTERA SP.* y *DIATRAEA SP.*, y se llevó a cabo a través de 3 aplicaciones. 2 aplicaciones fueron hechas a los 23 y 30 días después de siembra, para el control de Spodoptera y se utilizó Volatón (phoxin) granulado al 2.50/o, a razón de 10 Kgs./Há. El tercer control se realizó a los 42 días después de siembra con el fin de combatir larvas de Diatraea, utilizando Cytrolane (Mefosfolán) granulado a razón de 10 Kgs./Há.

La dobla del maíz se hizo a los 90 D.D.S. con el fin de acelerar la pérdida de humedad del grano y a la vez prevenir daño de pájaros.

La cosecha se llevó a cabo a los 115 días después de la siembra y fue en forma manual.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

IV.1 ANALISIS DE VARIANZA

En el cuadro 2, se presenta el análisis de varianza para rendimiento en el cual se detectó diferencias altamente significativas entre materiales de maíz, entre niveles y lo que es más importante la interacción; asimismo la alta significancia obtenida para la interacción material por niveles indica la diferencia en la respuesta de los materiales a los niveles ascendentes de fertilización nitrogenada. El coeficiente de variación fue bastante aceptable lo cual apoya la confiabilidad de los datos; nótese que la fuente de variación de niveles, de gran importancia en este estudio, fue la que obtuvo el nivel de "F" más alto, lo cual indica una ascendente respuesta a la aplicación de fertilizante nitrogenado.

IV.2 ANALISIS DE LA MINIMA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

Los rendimientos de grano de maíz al 15o/o de humedad, obtenidos en el ensayo para cada material y en cada uno de los niveles de nitrógeno aplicados, se presentan en el cuadro 3; se puede observar en dicho cuadro que los rendimientos fueron variables entre material y en un mismo material en los cuatro niveles estudiados.

El análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas entre el rendimiento de materiales, niveles de nitrógeno y en la interacción de estos, por lo que se procedió a comparar las diferencias a través del método de la "Mínima Diferencia Significativa". En el cuadro 4, se presenta el resultado de la comparación del rendimiento de los materiales evaluados, apreciándose que los genotipos X-304-A y X-306-B fueron estadísticamente iguales entre sí, presentando los mejores rendimientos de grano, siendo diferentes al respecto de maíces comparados según esta prueba. Los genotipos Poza Rica 7424, ICTA-T-101 e ICTA B1C4, ocupan un segundo lugar siendo ellos entre sí iguales estadísticamente y superiores al resto de genotipos comparados.

Al medir las diferencias que presentan los cuatro niveles de fertilización nitrogenada, bajo el mismo método, se tiene que son diferentes entre sí y presentándose como superior el nivel de 90 Kgs./Há. como se aprecia en el cuadro 5.

CUADRO 2
ANALISIS DE VARIANZA

FUENTES DE VARIACION	G.L.	C.M.	F.C.	F. Tab. 1 o/o
Parcela Grande	29	0.313		
Bloques	2	0.090	1.36 (N.S.)	6.01
Genotipos	9	0.855	12.95 (xx)	3.61
Error a	18	0.066		
Niveles	3	14.487	172.46 (xx)	4.13
GxN	27	0.227	2.70 (xx)	2.03
Error b	60	0.084		
Total	119			

Coefficiente de variación 14.81o/o

N.S. No Significativo

(xx) Significativo al 1o/o de probabilidad.

CUADRO 3

MEDIA DE RENDIMIENTO DE GRANO EN T.M./Há. (15o/o de Humedad) DE
LOS MATERIALES ESTUDIADOS A LOS CUATRO NIVELES DE NITROGENO

0 Kgs. de N./Há.	30 Kgs. de N/Há.	60 Kgs. de N/Há.	90 Kgs. de N/Há.
X-306-B	1.10	X-306-B	2.06
		Poza Rica	X-304-A
		6424	3.28
ICTA T-101	0.93	X-304-A	1.94
Compuesto 2	0.92	ICTA B1C4	2.40
Chimbo	0.88	X-304-A	2.36
		Gemiza 7421	2.48
		Across 7432	1.68
		X-306-B	2.19
		ICTA T-101	2.37
X-304A	0.88	Poza Rica	2.36
Gemiza 7421	0.60	ICTA T-101	2.11
Across 7432	0.60	Gemiza 7421	1.84
La Máquina		Compuesto 2	2.27
7422	0.55	ICTA T-101	2.13
Poza Rica	0.55	La Máquina	
7424		La Máquina	
ICTA B1C4	0.51	7422	1.74
		Chimbo	1.62
		Across 7432	1.99
		7424	
		Compuesto 2	1.12
		Compuesto 2	1.52
		Chimbo	1.61

CUADRO 4

COMPARACION DEL RENDIMIENTO POR EL METODO DE LA MINIMA
DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE MATERIALES

MATERIAL	RENDIMIENTO DE GRANO (15o/o Hum.) en T.M.
X-4304-A	2.11 a
X-306-B	2.07 a
Poza Rica 7424	1.80 b
ICTA T-101	1.70 bc
ICTA B 1 C 4	1.68 bcd
Gemiza 7432	1.57 cde
Across 7421	1.50 cdef
Compuesto 2	1.46 def
La Máquina 7422	1.41 ef
Chimbo	1.32 f

Los materiales designados con la misma letra, son iguales estadísticamente.

M.D.S. = 0.22

Siguiendo el mismo método, se procedió a comparar las diferencias en rendimiento de grano, de la interacción de los materiales por cada nivel de nitrógeno aplicado. En el cuadro 6 se estableció que bajo el efecto de 0 Kgs. de nitrógeno/Há. los materiales X-306-B, ICTA-T-101, Compuesto 2, Chimbo y X-304-A son superiores al resto e iguales entre sí.

Cuando se comparó el nivel de 30 Kgs./Há. se puede apreciar que es menor el número de materiales que se presentan como superiores, siendo ellos: X-306-B, X-304-A y Across 7421 que estadísticamente son iguales, ocupando un lugar importante ICTA B₁C₄ e ICTA-T-101.

Al nivel de 60 Kgs./Há. los materiales Poza Rica 7424, ICTA B₁C₄ y X-304-A son iguales estadísticamente, pero diferente al resto, siguiendo en rendimientos X-306-B e ICTA T-101, como se aprecia en el cuadro 6.

El nivel de nitrógeno más alto evaluado fue de 90 Kgs./Há. y bajo este nivel se presentan como superiores en rendimiento e iguales entre sí, los materiales X-304-A y X-306-B, siendo diferentes estadísticamente a los demás.

IV.3 ANALISIS DE REGRESION DE LA INTERACCION MATERIAL-NIVEL DE NITROGENO

Para determinar la respuesta de rendimiento bajo los cuatro niveles de nitrógeno estudiados de cada uno de los materiales, se utilizó el METODO DE MINIMOS CUADRADOS a fin de determinar la tendencia de respuesta y la ecuación de polinomio.

En base al comportamiento general de todos los materiales a los niveles de nitrógeno aplicados se estableció una respuesta LINEAL, con un coeficiente de determinación de 0.89 que explica el resultado; y los valores pueden ser predichos por la ecuación $\hat{y} = 1.27 + 0.0088X$, en promedio como se observa en la gráfica 1.

Hubo diferencias en el comportamiento de los materiales, determinando tendencia de respuesta para los Híbridos X-304-A y X-306-B como los mejores y para el criollo Chimbo que fue el de más bajo rendimiento (gráfica 2).

El resto de los materiales también tuvo una respuesta lineal, comprendida entre la

regresión de los materiales con más rendimiento y el de menor estando definidos por la ecuación lineal $\hat{y} = 1.194 + 0.006X$, como lo demuestra el cuadro 7.

CUADRO 5

COMPARACION DE RENDIMIENTO POR LA MINIMA DIFERENCIA
SIGNIFICATIVA ENTRE NIVELES DE NITROGENO APLICADO

NIVEL DE NITROGENO Kgs./Há.	RENDIMIENTO MEDIO DE CADA NIVEL TM.
90	2.35 a
60	2.02 b
30	1.53 c
0	0.75 d

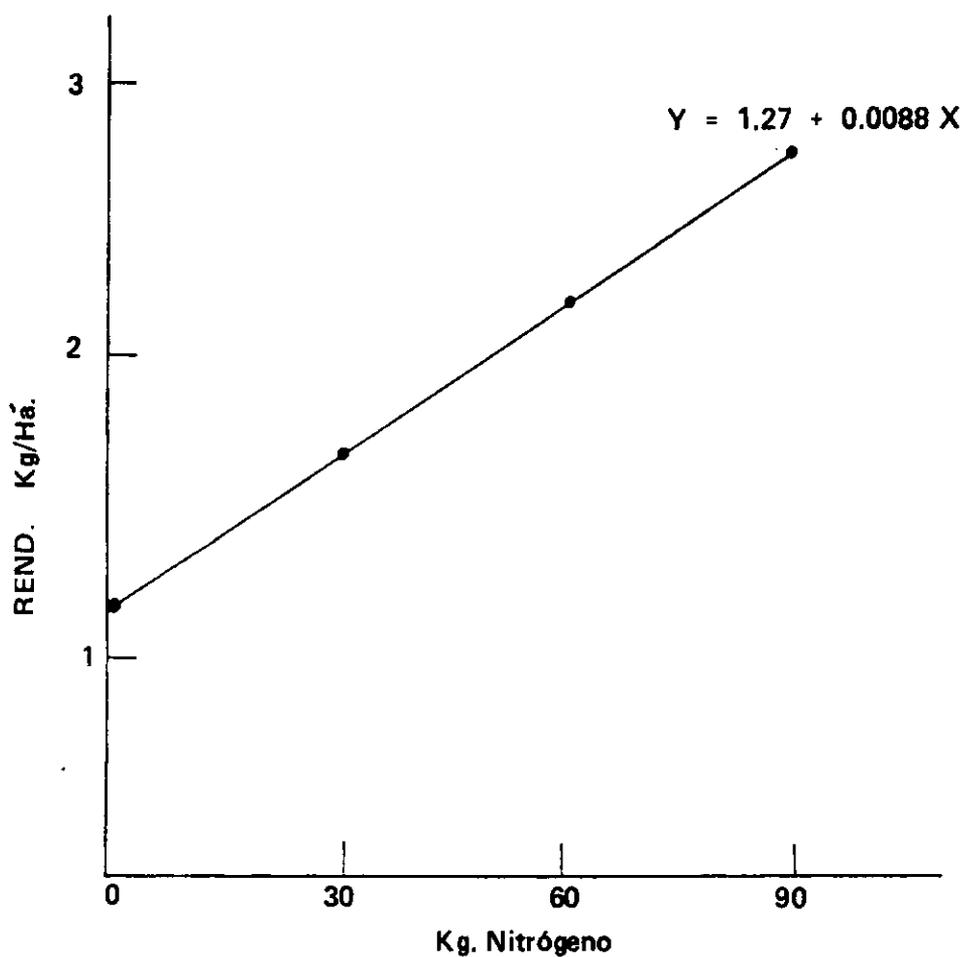
M.D.S. = 0.15

CUADRO 6

COMPARACION DEL RENDIMIENTO POR LA MINIMA DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
ENTRE LA INTERACCION MATERIAL POR NIVEL DE NITROGENO

NIVEL 0		NIVEL 30		NIVEL 60		NIVEL 90	
X-306	B 1.10 a	X.306-B	2.05 a	Poza Rica	2.66 a	X-304-A	3.28 a
ICTA T-101	0.93 ab	X-304-A	1.94 ab	ICTA B1C4	2.39 ab	X-306-B	2.92 a
Compuesto 2	0.92 abc	Across 7432	1.68 abc	X-304-A	2.36 abc	Gemiza 7432	2.48 b
Chimbo	0.88 abc	Poza Rica 7424	1.63 bc	X-306-B	2.19 bcd	ICTA B1C4	2.36 bc
X-304-A	0.87 abcd	ICTA T-101	1.64 bcd	ICTA T-101	2.11 bcd	Poza Rica 7424	2.36 bc
Gemiza 7422	0.60 bcd	ICTA B1C4	1.43 cde	Gemiza 7432	1.84 de	Compuesto 2	2.28 bcde
Across 7421	0.59 bcd	Gemiza 7421	1.37 cdef	Across 7421	1.75 ef	ICTA T-101	2.13 bcde
La Máquina 7422	0.55 cd	La Máquina 7422	1.28 def	La Máquina 7422	1.73 ef	La Máquina 7422	2.09 cde
Poza Rica 7424	0.55 cd	Chimbo	1.19 ef	Chimbo	1.62 f	Across 7421	1.98 de
ICTA B1C4	0.50 d	Compuesto 2	1.18 f	Compuesto 2	1.51 f	Chimbo	1.61 e

GRAFICA 1
REGRESION LINEAL DEL RENDIMIENTO DEL MAIZ
A 4 NIVELES DE NITROGENO APLICADOS.



$$Y = 1.27 + 0.0088 X$$

$$0 = 1.27$$

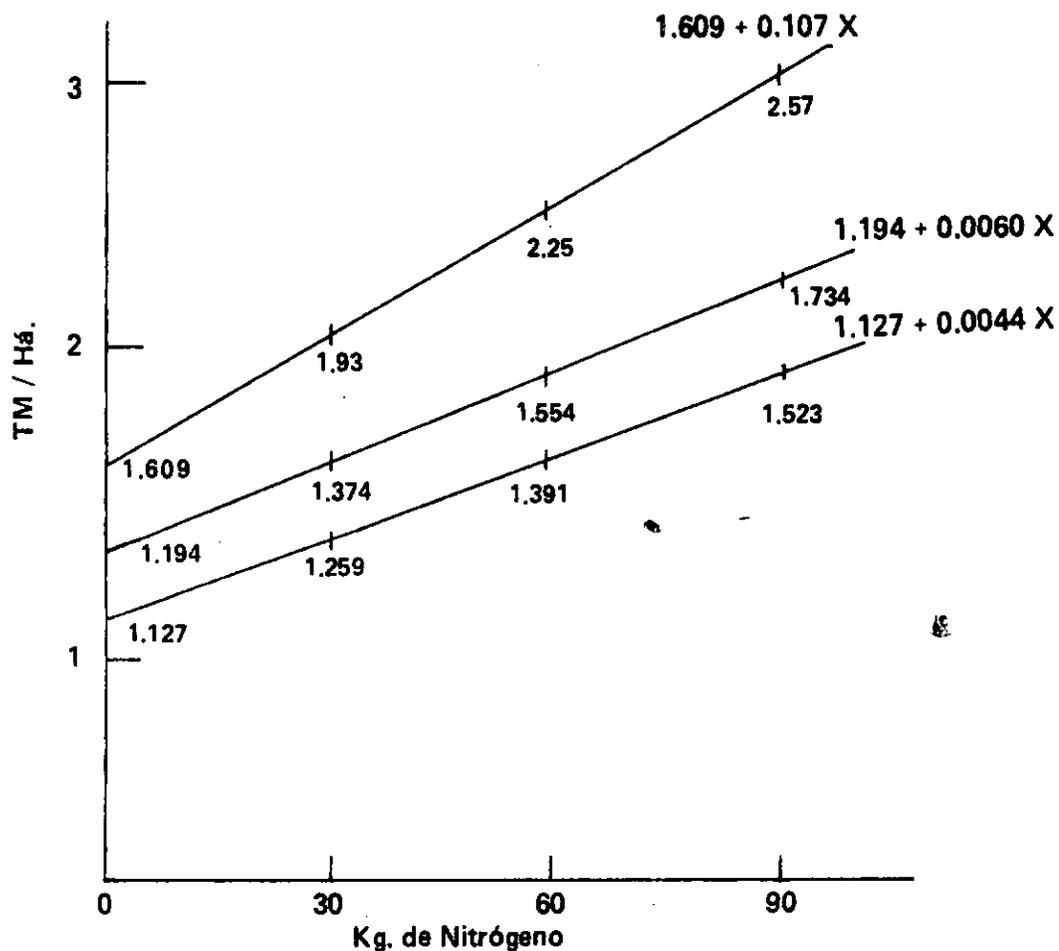
$$30 = 1.53$$

$$60 = 1.798$$

$$90 = 2.062$$

GRAFICA 2

REGRESION LINEAL DEL RENDIMIENTO DE MATERIALES
DE MAIZ (2 HIBRIDOS, PROMEDIO DE 7 RESTANTES Y
CRIOLLO CHIMBO), A 4 NIVELES DE NITROGENO



$$1.609 + 0.107 X \quad (\bar{X} \text{ de } x-304-A \text{ y } x-306-B)$$

$$1.194 + 0.0060 X \quad (\bar{X} \text{ de } 7 \text{ restantes})$$

$$1.127 + 0.0044 X \quad (\bar{X} \text{ del Chimbo})$$

CUADRO 7

REGRESION LINEAL, COEFICIENTE DE DETERMINACION Y MEDIAS DE RENDIMIENTO DE 10 MATERIALES DE MAIZ ESTUDIADOS

Material	Regresión Lineal	Coefficiente Determinación	Media de Rend.
X-304-A	1.543 +0.0127 X	0.97	2.116
X-306-B	1.675 +0.0087 X	0.82	2.068
Poza Rica 7424	1.321 +0.0011 X	0.79	1.806
ICTA T-101	1.397 +0.0068 X	0.87	1.703
ICTA B1C4	1.185 +0.0011 X 0.88	0.88	1.676
Gemiza 7432	1.114 +0.0102 X	0.99	1.572
Across 7421	1.186 +0.0071 X	0.78	1.504
Compuesto 2	1.125 +0.0075 X	0.96	1.462
La Máquina 7422	1.033 +0.0085 X	0.97	1.416
Chimbo	1.127 +0.0044 X	0.89	1.324
	1.270 +0.0088 X	0.89	1.664

Al tomar el promedio de los niveles de nitrógeno (45 Kgs.Há/N), y sustituirlo en cada una de las ecuaciones de los materiales o en la ecuación promedio, el valor medio predicho es similar con el promedio real obtenido, que demuestra una respuesta lineal de todos los materiales estudiados.

EFICIENCIA DE LA FERTILIZACION NITROGENADA

El cuadro 8 resume la eficiencia del fertilizante nitrogenado aplicado para los Híbridos X-304-A y X-306-B que fueron superiores al resto de materiales estudiados, así como el promedio de los 7 materiales que le siguieron en rendimiento y del criollo Chimbo que sirvió de testigo local. Es evidente la respuesta diferencial de los Híbridos comparándolos con materiales de polinización libre y el criollo local. La eficiencia del nitrógeno aplicado se mide por la tasa de incremento en rendimiento de grano, por cada Kg. de nitrógeno adicionado, tomando como base la producción obtenida en el nivel 0 de N. aplicado.

Nótese que los Híbridos X-304-A y X-306-B, fueron los más eficientes en aprovechar el nitrógeno, reflejándose en la producción de grano; ésto se debe a que son Híbridos dobles, cuyas líneas fueron desarrolladas para obtener un máximo potencial de rendimiento en ambientes de alta fertilidad.

Al nivel de 30 Kgs. de nitrógeno, los materiales estudiados obtuvieron las mayores tasas de incremento con 35.7, 31.7, 27.8 y 10.3 Kgs. de grano por cada Kg. de nitrógeno respectivamente, (cuadro 8). En los otros 2 niveles probados también se obtuvieron incrementos en las tasas de eficiencia, pero fueron menores que los obtenidos con 30 Kgs. de nitrógeno; estos resultados concuerdan con estudios conducidos por otros investigadores.

Al observar las tasas de incremento en el cuadro 8, se aprecia que los Híbridos dobles tienden a aprovechar mejor mayores cantidades de nitrógeno que los materiales de polinización libre, demostrando así su mayor potencial de rendimiento.

Experimentos conducidos en 1973 al 1974 por el ICTA (9), se encontró tasas de respuestas de 28 Kgs. por Kg. de nitrógeno aplicado. Pineda en 1976 (19) encontró tasas de respuesta de 28.6 Kgs. de maíz producido por cada Kg. de nitrógeno aplicado, utilizando el Híbrido H-3 en el oriente de Guatemala y en siembras bajo condiciones limitantes de humedad, lo que ocurrió también en el presente trabajo.

CUADRO 8
 RENDIMIENTOS Y EFICIENCIA
 DE NITROGENO

Kgs. de N/Ha.

	0	30	60	90
X-304-A	870	1940	2360	3280
Eficiencia		35.7*	34.8*	26.8*
X-306-B	1100	2050	2190	2920
		31.7*	18.2*	20.2*
Promedio de 7 materiales	666	1501	2004	1973
		28*	22*	15*
Chimbo	880	1190	1620	1610
		10.3*	12.3*	8.1*

Eficiencia*

Ralda (20) en 1977, reportó incrementos no significativos en el cultivo de maíz en el Parcelamiento La Máquina, en siembras de primera. En los últimos años el ICTA ha conducido en el parcelamiento La Máquina, ensayos en parcelas de agricultores de fertilización y no ha encontrado respuesta satisfactoria, a la fertilización nitrogenada bajo condiciones de siembra (Mayo-Junio); sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio en siembras de segunda (Septiembre), indican una notable respuesta a la fertilización nitrogenada.

Los resultados reportados en Costa Rica por Villena (27), en 1978 demostraron que la taza más eficiente fue 10 Kgs. de grano por Kg. de nitrógeno aplicado, habiendo obtenido a un nivel de 100 Kgs. de Nitrógeno/Há.

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS

En el cuadro 9 se presentan los datos obtenidos en cuanto a altura de planta, mazorca y días a flor de los 10 materiales de maíz, en sus 4 niveles de nitrógeno que se registraron en el presente estudio; como se puede apreciar la tendencia de la altura de planta y mazorca es de aumentar drásticamente del nivel 0 a 30 Kgs. y en los niveles de 60 y 90 Kgs. siempre mayor pero el incremento es pequeño, demostrando respuesta al nitrógeno aplicado; en cuanto a días a flor, se aprecia que en el nivel 0 tarda unos días más en aparecer la flor que en los demás niveles, demostrando así la necesidad en las plantas de prolongar el período vegetativo para nutrirse mejor.

ANALISIS FOLIAR

Los resultados del análisis foliar efectuado durante la floración (64 días) se presenta en el cuadro 10. Estos indican que el contenido de nitrógeno se incrementa con los niveles aplicados; así en 0 Kg. N/Há, el contenido fue de 1.44o/o que aumentó a 1.81o/o en el nivel 60 Kg. N/Há para disminuir a 1.71o/o en el nivel de 90 Kg. N/Há.

Esta respuesta fue similar a la obtenida en el análisis de rendimiento; al incremento de nitrógeno, la planta asimila y posee más contenido de este elemento, que contribuye al aumento de los rendimientos.

La respuesta obtenida también fue lineal con un $R = 0.70$, y los valores pueden ser predichos por la ecuación $Y = 1.37 + 0.0059 X$, que se muestra en la gráfica 3.

CUADRO 9

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS MATERIALES EVALUADOS

Materiales	Altura de la Mazorca Niveles de Nitrógeno				Altura de Planta Niveles de Nitrógeno				Floración Masculina DDS. Niveles de Nitrógeno			
	0	30	60	90	0	30	60	90	0	30	60	90
1	0.77	0.98	1.11	1.20	1.61	1.86	1.97	2.09	60	58	58	56
2	0.95	1.00	1.10	1.19	1.80	2.09	1.99	2.18	60	58	57	56
3	0.70	0.89	0.98	1.05	1.46	1.66	1.89	1.94	58	57	56	55
4	0.78	1.16	1.06	1.07	1.80	2.06	1.93	2.04	60	58	58	56
5	0.87	1.11	1.20	1.16	1.70	2.03	2.03	2.06	60	58	56	56
6	0.85	1.09	0.90	1.09	1.83	2.08	1.94	1.95	60	58	57	56
7	0.68	0.96	1.00	1.07	1.41	1.76	1.86	2.01	60	58	57	57
8	0.90	0.96	1.14	1.03	1.57	1.86	2.03	1.89	58	57	56	55
9	0.79	0.84	0.83	0.80	1.59	1.76	1.75	1.85	59	57	57	56
10	0.81	1.11	1.10	1.14	1.74	2.05	2.01	2.01	58	54	54	53

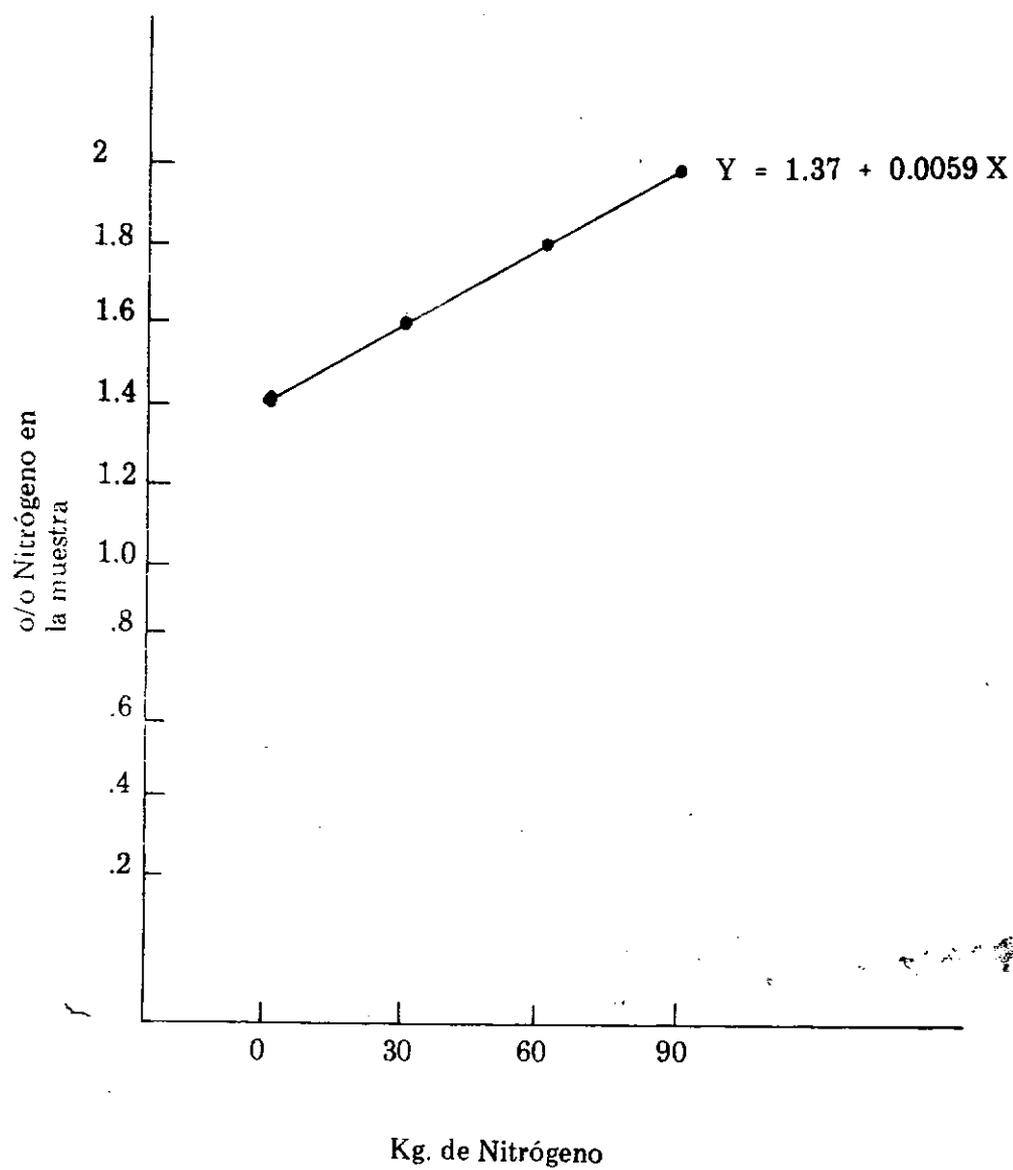
CUADRO 10

ANALISIS FOLIAR A LOS 64 DIAS DESPUES DE SIEMBRA
 PORCENTAJE DE NITROGENO EN LA MUESTRA

Materiales	ANALISIS FOLIAR A LOS 64 D.D.S. NIVELES DE NITROGENO			
	0	30	60	90
1	1.38	1.61	1.74	1.53
2	1.13	1.66	1.78	1.78
3	1.35	1.72	1.84	1.59
4	1.63	1.64	1.48	1.76
5	1.31	1.53	1.59	1.59
6	1.61	1.14	1.83	1.87
7	1.51	1.57	1.94	1.70
8	1.66	1.47	1.99	1.55
9	1.43	1.58	1.94	1.83
10	1.43	1.58	1.94	1.83

GRAFICA 3

RESPUESTA LINEAL DEL CONTENIDO DE NITROGENO EN
EL FÓLLAJE DEL MAIZ EN 4 NIVELES APLICADOS



V. CONCLUSIONES

1. El comportamiento de los 10 materiales de maíz fue diferente, observándose mayor potencial de rendimiento de los Híbridos X-304-A y X-306-B que fueron superiores al resto de los materiales evaluados, desde el nivel 0 Kg./N/Há hasta el mayor de 90 Kg./N/Há.
2. Se determinó que la respuesta del maíz a los niveles de nitrógeno aplicados tuvo una tendencia lineal con coeficiente de determinación de 0.89, cuyos valores pueden ser predichos por la ecuación lineal $Y = 1.27 + 0.0088 X$.
3. Híbridos X-304-A y X-306-B fueron los más eficientes en el uso de la fertilización nitrogenada superando a todos los materiales bajo estudio; al nivel de 30 Kg./N/Há, se obtuvieron los valores más altos de tazas de incremento con 35.7, 31.7, 27.8 y 10.3 Kgs. de grano por Kilogramo de nitrógeno aplicado para los Híbridos X-304-A, X-306-B, el promedio de 7 materiales y el criollo respectivamente.
4. De acuerdo al análisis foliar efectuado a la floración (64 días) el contenido de nitrógeno se incrementó en la planta con los niveles aplicados. Con 0 Kg./N/Há, fue de 1.44 o/o, que aumentó a 1.71 o/o al nivel de 90 Kg./N/Há. La tendencia de respuesta fue lineal, con coeficiente de determinación de 0.7, cuyos valores pueden predecirse por la ecuación lineal $Y = 1.37 + 0.0059 X$.

VI. RECOMENDACIONES

Para siembras de maíz de segunda en el Parcelamiento La Máquina se recomienda el uso de variedades mejoradas, con fertilización de 30 Kg./N/Há. Para obtener óptima respuesta económica y mayores beneficios.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, M. El nitrógeno del suelo, problemas del presente y del futuro; el uso del nitrógeno en el trópico. Medellín, Colombia, Sociedad Colombiana de Ciencias del Suelo, 1972. 9P.
2. BARTHOLOME, W.V. El nitrógeno en el suelo, procesos de abastecimiento y requerimiento de los cultivos. North Carolina. State University ad Raleigh. Boletín Técnico No. 6 1972. 97 p.
3. BLACK, C.A. Soil-plant relationships. New York, John Wiley, 1968. 792 p.
4. BONNT, J. A. La ciencia del suelo. San Juan, Puerto Rico, Colegio de Ingenieros Arquitectos y Agrimensores de Puerto Rico, 1968. 233 p.
5. BUECKMAN, H.O. y BRANDY N.S. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, ed. Montares y Simons, 1966. 590 p.
6. GONZALEZ, A.D. Evaluación de la respuesta del maíz a la aplicación de cuatro niveles de nitrógeno en combinación con seis densidades de población en el Parcelamiento de La Máquina. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 32 p.
7. GUATEMALA, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Informe anual 1976. Guatemala, 1977. 114 p.
8. ———, Informe anual 1974-75. Guatemala, 1975. 278 p.
9. ———, Informe anual de 1973. Guatemala, 1974. 36 p.
10. HOLDRIDGE, L.R. y Crus, J.R. DE LA. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. s. Esc.
11. JACOB, A. y VON VEXKULL, H. Nutrición y abandono de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. de la 4 ed. por L. López Martínez de Alva. México, Ediciones auro-americanas, 1973. pp 47-79.

12. LAIRD, R.J. Resumen general de los experimentos de fertilización, llevados a cabo en forma cooperativa. In Reunión Anual del PCCMCA. 10a. Guatemala, marzo 1964. Guatemala 1964. p. 200.
13. LUCHSNGER, A.L. Relación entre el rendimiento y sus factores en líneas e híbridos de maíz a dos densidades de siembra. Chile, Universidad de Chile. Facultad de Agronomía, Investigación Agrícola. Vol. I, enero-abril 1975. 72 P.
14. MATHEU, C.R. Efectos de la materia orgánica en el aprovechamiento, de fertilización con N P K en el rendimiento del cultivo de maíz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 41 p.
15. MEZA SILVA, L.R. Efecto de la variación de 7 niveles de nitrógeno en la producción de grano de maíz. Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, 1976. pp. 29-32.
16. MILLER, E. Fisiología vegetal. Trad. al español por Francisco Latorre. España, Unión Tipográfica Editorial Hispanoamericana, 1967 pp. 115-125.
17. OLIVIA SABORIO, W. Efectos de diferentes fuentes de nitrógeno sobre el maíz. Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, 1966. 29 p.
18. PERDOMO, R. y HAMPTON, H. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala, Universidad de San Carlos, Centro de Producción de Materiales. 1970. 345 p.
19. PINEDA, M.E. Efecto de niveles y frecuencias de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo del maíz en el Sur-oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 58 p.
20. RALDA, R.G. Estudio sobre la utilización del nitrógeno (Urea) en el sistema de cultivo maíz-ajonjolí en el parcelamiento La Máquina. Tesis Ing. Agr. Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 19 p.
21. RICTER, G. Fisiología del metabolismo de las plantas. México, AID, 1975. pp. 265-270.

22. SALAZAR, S.R. Estudios de fertilización en maíz. Sra. Tecla, El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico No. 50. 1970. 78 p.
23. ———. Informe anual de ensayos de fertilización de maíz en Centro América. In Reunión anual del PCCMCA 17a. Reunión, Guatemala, marzo 1971. Guatemala 1971. p. 71.
24. SIMMONS, CH. S., TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado. Guatemala, José Pineda Ibarra, 1959. 1,000 pp.
25. SNEDECOR, W. G. y COCHRAN, G.W. Métodos estadísticos. México, CECSA, 1975. 703. p.
26. TISDALE, S.L. y NELSON, W.L. Soil Fertility and fertilizers. New York, McMillan, 1966. 694 p.
27. VILLENA, D.W. Resultados Preliminares 1975. In PCCMCA. San José Costa Rica. Marzo 1976. p. 300.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
Ciudad Universitaria, Zona 12.
Apartado Postal No. 1549
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

" I M P R I M A S E "

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'C.A. Castañeda S.'.

Ing. Agr. César A. Castañeda S.
D E C A N O