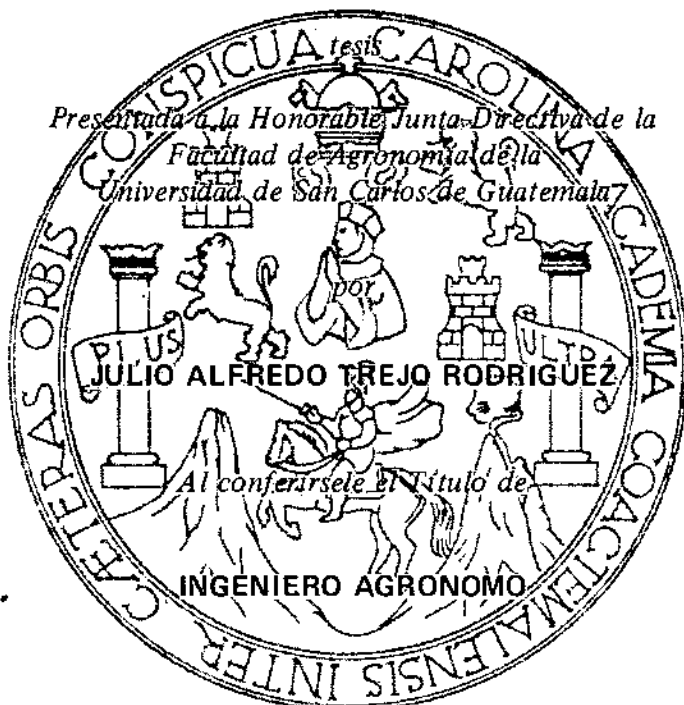


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE NITROGENO
CON CUATRO FORMAS DE DISTRIBUCION DE LAS
PLANTAS EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays L.*)



En el grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, febrero de 1978

01
T (328)
03

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Roberto Valdeavellano P.

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| Decano: | Ing. Agr. Rodolfo Estrada G. |
| Vocal 2o.: | Dr. Antonio Sandoval S. |
| Vocal 3o.: | Ing. Agr. Sergio Mollinedo B. |
| Vocal 4o.: | P.A. Laureano Figueroa |
| Vocal 5o.: | P.A. Carlos Leonardo |
| Secretario: | Ing. Agr. Leonel Coronado C. |

**TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| Decano: | Ing. Agr. Rodolfo Estrada G. |
| Examinador: | Ing. Agr. Baltazar Arévalo |
| Examinador: | Ing. Agr. Sergio Mollinedo |
| Examinador: | Ing. Agr. Salvador Castillo |
| Secretario: | Ing. Agr. Leonel Coronado C. |

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

Guatemala, febrero de 1978

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Ciudad Universitaria.

Señor Decano:

Por solicitud de esa Decanatura he asesorado al universitario Julio Alfredo Trejo Rodríguez en su tesis "EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE NITROGENO CON CUATRO FORMAS DE DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays L.*) EN EL PARCELAMIENTO NUEVA CONCEPCION" como requisito final para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Finalmente ⁴concluida la asesoría requerida, informo a usted que considero la tesis calificada para merecer la aprobación de la Honorable Junta Directiva de la Facultad, y creo que constituye una contribución muy útil al esfuerzo por mejorar la tecnología disponible sobre el cultivo de maíz en Guatemala.

Sin otro particular, reitero al Señor Decano las muestras de toda mi consideración.

Horacio Juárez Arellano
Ingeniero Agrónomo
Director de la Región IV
I.C.T.A.

Guatemala, febrero de 1978

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con lo que establece la Ley Organica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en el grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis "EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE NITROGENO CON CUATRO FORMAS DE DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays L.*) EN EL PARCELAMIENTO NUEVA CONCEPCION".

Esperando que el presente trabajo merezca vuestra aprobación,

Respetuosamente.

Julio Alfredo Trejo Rodríguez

ACTO QUE DEDICO

A MI MADRE:

Zoila E. Rodríguez M. (Q.E.P.D.)

A MI ABUELITA:

Hortensia M. vda. de Rodríguez

A MI TIA:

Mirtala Rodríguez Montalvo

A MI ESPOSA:

Patricia Cabrera de Trejo

A MI HERMANO:

Eduardo Trejo R. y Familia

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

EN ESPECIAL A LA FAMILIA:

Cabrera Molina

DEDICO ESTA TESIS

*A mis compañeros de trabajo en I.C.T.A.
de la región IV y amigos de Facultad.*

AGRADECIMIENTO

A MI ASESOR

*Ingeniero Agrónomo Horacio Juárez
Arellano, por su valiosa orientación y contribución
prestada en la finalización del presente estudio.*

A la Facultad de Agronomía

*Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
(ICTA)*

Los datos que se presentan en este estudio, se obtuvieron durante el período que presté mis servicios como técnico en el parcelamiento Nueva Concepción, región IV del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas; agradeciendo el haberme permitido realizar y publicar este trabajo.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| PRESENTACION | |
| DEDICATORIAS | |
| AGRADECIMIENTO | |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| III. REVISION DE LITERATURA | 5 |
| III.1 Estudios de Fertilización a nivel Centroamericano | 5 |
| III.2 Estudios de Distribución de plantas y Densidades de población | 8 |
| IV. MATERIALES Y METODOS | 13 |
| IV.1 Descripción de las Condiciones Ecológicas | 13 |
| IV.2 Metodología | 15 |
| IV.2.1 Diseño Experimental | 15 |
| IV.2.2 Tratamientos Seleccionados | 15 |
| IV.2.3 Manejo del Experimento | 16 |
| V. RESULTADOS Y DISCUSION | 19 |
| VI. CONCLUSIONES | 25 |
| VII. BIBLIOGRAFIA | 35 |

I INTRODUCCION

En la mayoría de los países en desarrollo se están haciendo grandes esfuerzos para incrementar la producción agrícola, debido a las presiones cada vez mayores de una población en constante crecimiento y una baja disponibilidad de alimentos, principalmente de granos básicos.

El maíz, continúa siendo el cereal más importante que se cultiva en Guatemala; y la mayoría de la superficie sembrada está en manos de los pequeños y medianos agricultores.

La producción de este grano en el país para 1974 fue de 14,540,182 quintales obtenidos en 804,009 manzanas, los rendimientos de 1975 llegaron a los 14,079,661 quintales producidos en 782,497 manzanas. El promedio de rendimiento a nivel nacional se estimó en 18.08 quintales por manzana en 1974 y 17.99 quintales por manzana en 1975. El Departamento de Escuintla, está calificado como el cuarto productor en el país, con un rendimiento promedio de 27.12 quintales por manzana en 1975. (7)

Ahora bien, puede inferirse que con la reciente expansión que ha venido teniendo el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (Institución del Sector Público Agrícola responsable de generar y promover el uso de Ciencia y Tecnología Agrícola) dentro de la mayoría de regiones de la república, con los equipos de producción, se ha venido extendiendo el uso de materiales mejorados y de tecnología validada para elevar la productividad local, sin embargo, para poder explotar al máximo el potencial de rendimiento de los materiales disponibles, es necesario complementar el uso de ciertas prácticas agronómicas que garanticen rendimientos adecuados, dado que en la actualidad, los agricultores conservan métodos tradicionales de cultivo, los que inciden negativamente en la productividad. Tomando en cuenta que los factores que más limitan la producción son la inadecuada densidad de población y deficiente distribución de la misma,

conjuntamente con el desconocimiento de niveles adecuados de fertilización; se planificó el presente estudio con los siguientes objetivos:

II. OBJETIVOS

Puede decirse que desde el punto de vista agronómico, la fertilización nitrogenada en maíz es uno de los factores más estudiados, sin embargo, la respuesta varía con el clima, el suelo y con el nivel de tecnología empleado, por lo tanto, este estudio pretende:

1. Establecer si existe respuesta a la fertilización nitrógenada, en la zona bajo estudio.
2. Determinar la forma de distribución de plantas que maximise los rendimientos.
3. Observar si la interacción de los factores anteriores, inciden directamente en la producción.

III. REVISION DE LITERATURA

III.1 ESTUDIOS DE FERTILIZACION A NIVEL CENTROAMERICANO:

La fertilización tiene como finalidad incrementar los rendimientos y mejorar las condiciones nutritivas de la planta, al aumentar las reservas de nutrientes ya existentes en los suelos. Sin embargo el uso de fertilizantes debe ir también relacionado con el tipo de tecnología aplicada que a su vez se refleja en la población y uso de semillas híbridas o mejoradas. (14)

Varios experimentos de fertilización en maíz con nitrógeno, fósforo y potasio fueron llevados a cabo por la sección de suelos del Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala. (17) La mayoría de ellos fueron iniciados en 1955; estos experimentos fueron de tipo explorativo, en la mayoría de los casos, un diseño factorial 3^3 confundido con una sola réplica. La población que se usaba era menor de 50,000 plantas por hectárea y el fertilizante era aplicado en una sola ocasión a los 15 o 20 días después de nacida la planta.

En 1959 empezaron a diseñar otro tipo de experimentos que fueran más precisos y a estudiar otros aspectos de la fertilización, con base a los resultados obtenidos anteriormente, como épocas adecuadas de aplicación, niveles de fertilización, etc.

Ortiz M. (17) indica que hasta 1959 la información que se había obtenido era bastante vaga. Factores como plagas, malezas, enfermedades habían dificultado la obtención de información precisa de los experimentos. Datos obtenidos en los suelos de las series IXTAN y TIQUISATE indicaron efectos significativos del nitrógeno sin evidencia de fósforo y potasio. Los datos en general mostraban un incremento en la producción de maíz con la adición de 40 kgs. de nitrógeno por hectárea sin mayor incremento al doblar la dosis de este elemento. Una respuesta que puede considerarse cuadrática. La poca efectividad del nitrógeno en esos

ensayos se ha atribuido a un control deficiente de malezas y a la baja densidad de población.

En 1969, en un experimento conducido sobre suelos Tiquisate, se determinó únicamente significancia en cuanto a la fertilización nitrógenada, utilizándose Sulfato de Amónio y no Urea que se había empleado en los ensayos anteriormente mencionados. Sin embargo se cree que la mayor efectividad de este elemento observada en este ensayo no se debió a alguna diferencia entre los dos materiales empleados si no a la mayor densidad de siembra, acompañado de un control de malezas y plagas.

Sigue informando Ortiz M. (18) que durante 1961 se llevaron a cabo dos ensayos sobre fertilización en el Centro Regional de Cuyuta en los cuales se estudiaron tratamientos sencillos con y sin fósforo o potasio para comprobar la falta de respuesta a la aplicación de estos elementos y a la vez se ensayaron dos épocas de aplicación. Los resultados obtenidos indicaron que de acuerdo con el análisis estadístico no hubo efecto de fósforo o potasio; que la aplicación de nitrógeno tuvo un efecto positivo bastante marcado y que la mejor época de aplicación del mismo era al momento de la siembra; con base en los resultados obtenidos se propuso una recomendación para los suelos Tiquisate, consistente en la aplicación de 100 Kgs. de nitrógeno por hectárea al momento de la siembra o próximo a ella en una época húmeda.

Dentro del PCCMCA Salazar, José (24) expuso sobre once ensayos de fertilización en maíz realizados en Centro América, reportando que los ensayos efectuados en La Calera, Nicaragua y Usulután. El Salvador no dieron ninguna respuesta, debiéndose recalcar que la aplicación de fósforo tuvo un efecto depresivo significativo al 10/o sobre el rendimiento de maíz. En Divisa, Panamá, sí se obtuvo gran respuesta a la aplicación de nitrógeno. En Macuelizo, Honduras, fueron interesantes los considerables aumentos de producción debidos a la aplicación de fósforo; no hubo respuesta a nitrógeno, ni interacción N y P_2O_5 . En Mocagua, El Salvador, sí se obtuvo una respuesta altamente significativa a la aplicación de N concentrado, al comparar la presencia y ausencia de N. De Costa Rica, se informó sobre un ensayo en la zona alta,

en suelo ligero; teniendo una gran respuesta a la aplicación de N. Indicándose al final que el nivel económico de la aplicación de nitrógeno en la fertilización de maíz, según los resultados logrados, está entre 60 y 90 Kgs./Ha.

Pineda M., L. (20) reporta para el Sur-Oriente de Guatemala, que seis ensayos conducidos durante 1975, la dosis óptima encontrada fue la de 82 Kgs. de nitrógeno por hectárea y que la dosis de 30 Kgs./Ha de nitrógeno es la que maximiza la eficiencia del trabajo.

Este mismo autor (20) indica que Sánchez, P. informó que muchos de los experimentos llevados a través de la región tropical, señalan que el cultivo de maíz responde positivamente a dosis de nitrógeno entre 60 y 150 Kgs./Ha. (26)

Matheu C., Raúl (16) concluye en su tesis efectuada en el Parcelamiento La Máquina que la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de nitrógeno se observó al 10/o de probabilidad, habiéndose obtenido un incremento en el rendimiento de 835.78 Kgs./Ha. con una adición de 120 Kgs./Ha de N. en relación al observado con 0 Kgs. de nitrógeno por hectárea de aplicación.

En los suelos Tiquisate (17) se observó que el efecto del nitrógeno era más pronunciado cuando mayor era la densidad de población, con los niveles de nitrógeno de 0, 30, 60, 90, 120 y 150 Kgs. por hectárea de N. y las densidades de 30,000 y 60,000 plantas por hectárea; los resultados indicaron que hubo un efecto altamente significativo en cuanto al nitrógeno y no hubo respuesta para densidades de población; y la interacción entre aplicaciones de nitrógeno y densidades no fue significativa, indicando que el efecto de este elemento fue similar en las dos densidades.

Figuroa S., B. citado por Velásquez M. y Fuentes A. (27) mencionó que se esperaba que con el aumento de la densidad de población respuestas diferentes en los rendimientos dependiendo del nivel de fertilidad del suelo y cantidades de fertilizante aplicado. Esperando consecuentemente mayor respuesta a poblaciones altas en suelos con buenos niveles de fertilidad o con aplicaciones

adecuadas de fertilizante, sin embargo, existen respuestas contrarias presentándose una disminución de rendimiento con el aumento de la fertilización nitrogenada.

Laird R., J. citado por Ralda C. (23) reporta que en 10 experimentos llevados a cabo en 1963 en Centro América, la aplicación de nitrógeno aumentó los rendimientos en 7 localidades y el efecto medio de la aplicación de 60 Kgs./Ha de nitrógeno causó un aumento de 0.70 Ton./Ha. Un segundo incremento de 60 Kgs./Ha. de nitrógeno aumentó el rendimiento medio de grano en 0.31 Ton./Ha.

Durante 1975, el equipo de Producción "C" del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas con sede en el parcelamiento La Máquina y con participación directa de los agricultores, estableció dentro de uno de sus objetivos evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento del maíz, se concluyó que la fertilización solo era rentable para los híbridos X-304 A y X-306B pues usando otras variedades se aumentó la inversión en un 38o/o, reduciendo la rentabilidad en un 29o/o. (8)

Con base en los resultados del año 1975 se programó la ejecución de una nueva serie de parcelas de prueba y otro tipo de ensayos para 1976 y los resultados preliminares publicados indicaron que el uso de semilla mejorada es el factor que más incide en elevar la productividad y la producción en general y así mismo nuevamente se comprobó el hecho de que la fertilización nitrogenada a pesar de incrementar ligeramente la producción tiende a disminuir la rentabilidad del cultivo.

III.2 ESTUDIOS DE DISTRIBUCION DE PLANTAS Y DENSIDADES DE POBLACION:

Hernández B. dice que la densidad de siembra en maíz es muy variable en diferentes zonas de un país, aún en una misma zona la distancia entre hileras y golpes es muy variable, así como el número de plantas por postura; indicando que la distribución dentro de la hilera de siembra es el factor más importante cuando

las distancias entre surcos oscilan entre 0.50 y 1.00 metro. La respuesta en rendimiento correspondiente a las distancias entre surcos varía de acuerdo a la distancia de golpes. (12)

En Palmira, Colombia (19) se hizo mención que una reducida población de cualquier cultivo puede ocasionar desperdicio de terreno entre plantas que de ser utilizado por otras, se podría aumentar el rendimiento y mejorar la economía del agricultor. Por otro lado, las densidades excesivas son antieconómicas y favorecen el encamado.

Miranda M., en El Salvador C. A. (15) manifiesta que el rendimiento de maíz se a incrementado año con año, debido al uso cada vez mayor de variedades mejoradas. Sin embargo, estas aún no expresan al máximo su potencial de rendimiento debido a las fallas en el manejo, siendo uno de los principales factores limitantes una inadecuada densidad de población y mala distribución de la misma, ocasionando una deficiente utilización de suelo y energía solar.

Con la generalización o tendencia al uso de los híbridos, los productores de grandes zonas de maíz han observado que algunos rinden más si se siembran a mayor densidad; indicando que se han hecho más comunes las poblaciones de 40,000 plantas/Ha considerandose como una cantidad moderada y son comunes las poblaciones finales hasta de 50,000 plantas/Ha, esto debido a la tendencia actual en los programas de mejoramiento de maíz que esta dirigida en una buena parte a la obtención de híbridos que toleran altas densidades de población sin sufrir vuelco o esterilidad, pensandose que habrán escizas mazorcas mal llenadas. (1)

En Guatemala, (9) I.C.T.A. con su equipo de producción "O" con sede en Jutiapa realizó estudios sobre densidad de población, utilizando tres como iniciales: 30,000, 40,000 y 50,000 plantas por hectárea. Los datos y respuestas obtenidas indican que la población de 40 mil plantas por hectárea dió los mejores resultados.

González A., Danilo (11) en su tesis de Licenciatura en Ciencias Agrícolas, concluyó que las diferentes densidades de

población estudiadas por él, que variaron de 43,478 plantas/Ha a 65,217 plantas no produjeron aumentos significativos en la producción de grano de maíz, aún cuando se combinaron con niveles crecientes de nitrógeno.

Por otro lado, también el programa de Trigo y Sorgo (10) trató de determinar la población de maíz y el arreglo de esa población más adecuada para utilizarse en el sistema maíz-sorgo. Para ese efecto utilizaron tres densidades de población, y los ajustes de seis formas diferentes que se hicieron en las distancias entre plantas sobre el surco; indicando que el mayor rendimiento lo obtuvo con el tratamiento de 1 planta cada 25 cms. (44, 444 plantas/Ha.). El segundo rendimiento más alto fue el de 55, 556 plantas/Ha. El tratamiento que rindió menos fue el de 31, 746 plantas/Ha. (2 plantas cada 70 centímetros). Los demás arreglos de población no presentaron diferencias en rendimiento significativo.

Cantú citado por Roldán P., Gonzalo (21) concluye que para Apodaca, N. L. México, la densidad óptima en maíz es la de 20 mil plantas por hectárea la cual se consigue con surcos de 92 cms. de separación y 55 cms. entre plantas, ya que no hay ventaja significativa en usar poblaciones de 40, 60 y 80 mil plantas por hectárea, en lo que respecta a rendimiento.

Colville y Mo. Gill citados por Arias M. (3) sugieren que donde la humedad fuese limitada, la población debiera ser reducida de acuerdo a las condiciones locales. Además, Colville (4) observó que la densidad de siembra en maíz ha sido reconocida como uno de los factores más importantes que contribuyen a la formación del grano.

Arias M. (3) concluyó que la mejor distancia en lo que se refiere a rendimiento de grano y capacidad de expansión para el maíz palomero fue de 0.92 mts. entre surcos y 0.20 mts. entre surcos con 1 grano por postura (52,248 plantas/Ha).

Sánchez C., H. (25) manifiesta que la densidad de población es un carácter que altera fuertemente el comportamiento fisiológico de las plantas en una población. El rendimiento de

grano por planta manifiesta una disminución con el aumento de la densidad de población. Sin embargo, el rendimiento por unidad de superficie se incrementa debido a un mayor número de plantas, en algunos casos esta respuesta no ha sido evidente en donde no se ha manifestado un decremento en el rendimiento de las plantas individuales con el aumento de población.

Además Velásquez (27) afirma que otro carácter que es altamente modificado con el aumento de población y que se presenta en magnitudes diferentes según características fenotípicas de las variedades es el porcentaje de acame.

En México, Robles Sánchez, (22) menciona que la densidad óptima de siembra dependerá de la distancia entre surcos y la distancia entre plantas, que ambas distancias, deberán determinarse experimentalmente planeando tratamientos con diferentes combinaciones de distancias entre surcos y plantas; además que en maíz por lo general solo se usa la distancia de 92 cms. entre surcos, lo que facilitaría la determinación de la densidad óptima de siembra al considerar sólo como variable distancia entre plantas.

Delorit, R. y Ahlgren H. (5) manifiestan que la densidad de siembra es determinada por la fertilidad del suelo, la cantidad de humedad disponible en el suelo, la variedad que se cultiva y el porcentaje de germinación. La densidad de siembra se reduce cuando el maíz se cultiva en suelos pobres y secos. La densidad de siembra se aumenta hasta en un 50 a 75o/o cuando el maíz se cultiva para ensilaje o forraje.

IV. MATERIALES Y METODOS

IV.1 DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES ECOLOGICAS DE LA ZONA:

El presente estudio se realizó en la parcela número F-419 trocha 11 del parcelamiento Nueva Concepción, departamento de Escuintla; geográficamente este se encuentra ubicado entre los paralelos latitud norte 14°12' y longitud oeste de 91°12' de Greenwich; su altura sobre el nivel del mar varía de 10 a 75 metros.

Según Holdridge (13) el parcelamiento Nueva Concepción corresponde a la zona Tropical Húmeda (Húmedo Seco) donde la precipitación oscila de 1,800 a 2,300 milímetros anuales, distribuidos principalmente entre los meses de mayo a octubre, contando con una temperatura media anual de 27°C.; la temperatura mensual máxima es de 35°C. y mínima de 19°C.; en general no existen cambios bruscos de temperatura.

Existen en el parcelamiento dos tipos de suelo bien diferenciados: livianos y pesados, los suelos del área experimental corresponden a los primeros mencionados que son los que predominan en el parcelamiento, ocupando relieves casi planos en grandes extensiones con pendientes de 1 a 1.50/o en dirección al océano pacífico. Son bien drenados, profundos, las texturas varían de franco a franco-arenosas, hasta profundidad promedio de ochenta centímetros o más. (2)

En los cuadros 1, 2 y 3 pueden observarse algunas características químicas y físicas del suelo donde se efectuó el experimento.

CUADRO No. 1

**RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELO DEL
SITIO EXPERIMENTAL. NUEVA CONCEPCION 1976**

| No. de Muestra | P.H. | Microgramos/ml. | | Meq. 100 ml. de Suelo | |
|-------------------|------|-----------------|------|-----------------------|------|
| | | P | K | Ca. | Mg. |
| 1. | 7.9 | >25 | 415 | 17.00 | 2.70 |
| 2. | 7.7 | >25 | 375 | 16.20 | 2.60 |
| 3. | 8.1 | >25 | 360 | 15.20 | 2.40 |
| 4. | 8.0 | >25 | 425 | 18.00 | 2.90 |
| 5. | 7.7 | >25 | 420 | 14.00 | 2.40 |
| 6. | 7.7 | >25 | 410 | 16.00 | 2.20 |
| 7. | 8.1 | >25 | >500 | 16.80 | 3.00 |
| 8. | 7.8 | >25 | 425 | 17.20 | 3.00 |

Fuente: Laboratorio de suelos de I.C.T.A.

> Mayor de.

CUADRO No. 2

**CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO ESTUDIADO.
NUEVA CONCEPCION 1976**

| Profun- didad | o/o N. Total | o/o C. O. | o/o M. O. | C/N |
|------------------|-----------------|--------------|--------------|------|
| 0-20 | 0.20 | 1.64 | 2.83 | 8.20 |
| 20-50 | 0.09 | 0.76 | 1.32 | 8.49 |

Fuente: Laboratorio de suelos. Facultad de de Agronomía. USC.

CUADRO No. 3

**CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO ESTUDIADO.
NUEVA CONCEPCION 1976**

| Profundi- dad | o/o Arcilla | o/o Limo | o/o Arena | Clase Tex - tural |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------------|
| 0-20 | 11.29 | 46.46 | 42.25 | FRANCO |
| 20-50 | 10.54 | 36.50 | 52.96 | FRANCO- ARENOSA |

IV.2 METODOLOGIA

IV.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL:

Se empleó el diseño de Parcelas Divididas con distribución en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. El área total del experimento fue de 2,060 mts² (32.44 m. por 63.50 m.)

IV.2.2 TRATAMIENTOS SELECCIONADOS:

Se consideró como parcela principal cuatro diferentes formas de distribución de plantas y como sub-parcela cuatro niveles de nitrógeno por hectárea. Los tratamientos seleccionados fueron los siguientes:

**A. PARCELAMIENTO PRINCIPAL.
DISTRIBUCION DE PLANTAS.**

| No. | Distancia del Surco | Distancia entre Posturas | No. de Plantas | Densi- dad por Ha. |
|-----|------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1. | 0.92 | 1.00 mt. | 4 | 43,478 |
| 2. | 0.92 | 0.50 mt. | 2 | 43,478 |
| 3. | 0.92 | 0.50 mt. | 3 | 65,217 |
| 4. | 0.92 | 0.20 mt. | 1 | 54,347 |

**B. SUB-PARCELA
NIVELES DE NITROGENO POR HECTAREA.**

| No. | Kgs/Ha de Nitrógeno |
|-----|---------------------|
| 1. | 0 |
| 2. | 30 |
| 3. | 60 |
| 4. | 90 |

IV.2.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

La preparación del terreno se hizo por parte del agricultor en su forma acostumbrada, consistente en 2 pasos de *rome-plow* y uno de rastra. Antes de la siembra se realizó la desinfestación preventiva del suelo mediante la aplicación de 0.91 kgs de i.a. de phoxin/ha. aplicandolo al voleo e incorporandose con el paso de rastra.

La siembra se realizó a mano, utilizandose como guía cintas marcadas a las distancias requeridas, empleandose para la misma semilla de maíz ICTA TROPICAL 101 (hibrido blanco) colocandose dos granos adicionales por postura, asegurandose así la población adecuada y el ajuste de la misma se efectuó mediante el raleo a los 14 días después de la siembra.

La fuente de nitrógeno, en los niveles de fertilización, fué Urea al 46o/o aplicada en dos parcialidades, el 50o/o a los 14 días y el resto a los 28 días después de la siembra.

El área de la sub-parcela fué de 25.76 mts² en la cual se sembraron cuatro surcos de 7 mts. de largo y como parcela útil se tomó un área de 9.2 mts², equivalente a los dos surcos centrales, dejando 1 mts. de borde.

El control de malezas se realizó en forma manual, en dos ocasiones. Para el control de plagas del follaje, principalmente

gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se utilizó 0.33 kgs/Ha de i.a. de phoxin aplicado en las primeras etapas de crecimiento de las plantas; posteriormente se efectuó un segundo control con 0.24 Kgs/Ha del mismo ingrediente activo aplicado directamente al cogollo.

La cosecha se realizó manualmente; inmediatamente después se determinó la humedad del grano para expresar los rendimientos en base a una humedad constante del 15o/o. Se utilizó un determinador electrónico marca Dole-400. También se determinaron los componentes del rendimiento para estudiar cómo éstos fueron afectados por las variables estudiadas.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro No. 4 se presentan los rendimientos obtenidos en el presente estudio y a la vez el promedio de las cuatro repeticiones; estos corresponden al rendimiento de grano por hectárea ajustado al 15o/o de humedad.

Los rendimientos oscilan desde 2.63 Tm./Ha. para la distribución de 4 plantas cada 100 cms. con un nivel de 90 Kgs. de nitrógeno por Ha., hasta 3.85 Tm/Ha que se obtuvieron cuando se colocaron 3 plantas cada 50 cms. y se aplicaron 60 Kgs. de N por hectárea.

Con base a los datos reportados se realizó el análisis de varianza, con el fin de detectar las diferencias que podrían darse, por el efecto de distribución de plantas, por los niveles de nitrógeno o bien por la interacción de ambos.

Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro No. 5, donde puede apreciarse que no existen diferencias entre los distintos tratamientos, cuando los datos se consideran al 5o/o de probabilidad de error. Sin embargo, al ser menos estricto y someter los resultados a un máximo de 10o/o de margen de error, únicamente se observan diferencias en lo que ha distribución de plantas respecta. Al analizar por separado el efecto de este factor, puede notarse, tal como se muestra en el cuadro No. 6, que estadísticamente los rendimientos son iguales, excepto para la distribución de 4 plantas cada 100 cms. Estos resultados estan estrechamente ligados con la densidad de población, ya que se observan incrementos en el rendimiento para aquellos casos en que la densidad es mayor.

Al igual que con los datos anteriores, se prestó especial atención a los diferentes componentes de rendimiento y a la influencia de cada uno de ellos en la producción. En el cuadro No. 7 se presenta para cada tratamiento el dato respectivo, el cual es el promedio de una serie de datos obtenidos en el transcurso del

trabajo de campo. Para facilitar su interpretación todos los datos fueron ajustados en función de la unidad, bajo el siguiente procedimiento:

CUADRO No. 4

**RENDIMIENTOS DE MAIZ POR HECTARIA AL
15o/o DE HUMEDAD. EVALUACION DE CUATRO
NIVELES DE NITROGENO CON CUATRO FORMAS DE
DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS.
NUEVA CONCEPCION 1976**

| Tratamientos | | I | II | III | IV | \bar{X} |
|-------------------------|--------------------|------|------|------|------|-----------|
| Distribución de Plantas | Niveles/ Ha. de N. | | | | | |
| 4/100 | 0 | 3.47 | 2.89 | 2.20 | 2.35 | 2.73 |
| | 30 | 2.53 | 3.07 | 3.61 | 2.54 | 2.94 |
| | 60 | 2.45 | 3.72 | 2.27 | 3.15 | 2.90 |
| | 90 | 2.77 | 2.84 | 2.36 | 2.54 | 2.63 |
| 2/50 | 0 | 3.73 | 3.10 | 2.74 | 2.60 | 3.04 |
| | 30 | 3.59 | 3.06 | 3.01 | 3.63 | 3.32 |
| | 60 | 3.72 | 2.99 | 3.08 | 3.66 | 3.36 |
| | 90 | 3.25 | 2.11 | 3.42 | 3.76 | 2.88 |
| 3/50 | 0 | 3.76 | 4.24 | 3.49 | 2.00 | 3.37 |
| | 30 | 4.44 | 3.01 | 3.02 | 3.04 | 3.38 |
| | 60 | 4.57 | 3.71 | 3.78 | 3.33 | 3.85 |
| | 90 | 3.26 | 3.67 | 3.67 | 3.24 | 3.46 |
| 1/20 | 0 | 3.56 | 3.27 | 3.74 | 3.49 | 3.51 |
| | 30 | 3.25 | 3.03 | 3.16 | 3.13 | 3.14 |
| | 60 | 2.98 | 3.92 | 2.82 | 3.60 | 3.33 |
| | 90 | 2.10 | 3.26 | 3.96 | 3.33 | 3.16 |

CUADRO No. 5

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE NITROGENO CON CUATRO FORMAS DE DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS EN EL CULTIVO DEL MAIZ. NUEVA CONCEPCION 1976

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Cuadrado Medio | "F" Calculada | |
|--------------------------|--------------------|----------------|---------------|------|
| Bloques | 3 | 0.29 | 0.64 | N.S. |
| Distribución | 3 | 1.45 | 3.22 | N.S. |
| Error "a" | 9 | 0.45 | | |
| Parcela Grande | 15 | | | |
| Niveles | 3 | 0.29 | 1.16 | N.S. |
| Distribuciones x Niveles | 9 | 0.11 | 0.44 | N.S. |
| Error "b" | 36 | 0.25 | | |
| Total | 63 | | | |
| Coeficiente de variación | | 18.52a/o | | |

N.S. Respuesta no significativa.

CUADRO No. 6

DIFERENCIAS DE MEDIDAS A TRAVES DE LA PRUEBA DE "t". EVALUACION DE CUATRO NIVELES DE NITROGENO CON CUATRO FORMAS DE DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS EN EL CULTIVO DEL MAIZ. NUEVA CONCEPCION 1976

| Distribución de Plantas | Densidad | Rendimiento TM/HA | | |
|-------------------------|----------|-------------------|---|---|
| 3/50 | 65,217 | 3.51 | a | |
| 1/20 | 54,347 | 3.29 | a | b |
| 2/50 | 43,478 | 3.15 | a | b |
| 4/100 | 43,478 | 2.80 | | b |

Peso de Mazorca = Número de granos/mazorca X Peso de un grano

Número de Mazorcas/Ha = Número de Plantas/Ha X Número de Mazorcas/Planta

Producción Total = Número de Mazorcas/Ha X Peso de Mazorca

| | | | | |
|----|------------------------------|---|--------|-----------|
| 1. | Plantas/Ha | = | 43,478 | igual a 1 |
| 2. | Mazorcas por planta | = | 1 | igual a 1 |
| 3. | Peso de un grano | = | 0.30 | igual a 1 |
| 4. | Número de granos por mazorca | = | 600 | igual a 1 |

Se realizaron diagramas de dispersión, para observar la tendencia de cada componente, en función de los rendimientos obtenidos. Posteriormente, se ejecutó un análisis de correlación lineal con el fin de detectar cual o cuales de los componentes de rendimiento influyeron positivamente en los rendimientos a medida que se incrementaron.

En la figura No. 1 se marca claramente la influencia positiva del número de plantas, pues a medida que éstas se incrementan, también se incrementa el rendimiento. El coeficiente de correlación (r) para este componente es de + 0.72 el cual se considera altamente significativo, de acuerdo a las pruebas efectuadas.

El efecto del número de mazorcas por planta no manifestó influencia en el rendimiento; esta situación puede apreciarse en la figura No. 2 donde la mayoría de puntos se encierran en un semicírculo sin ninguna tendencia definida. Lo anterior se corrobora con el coeficiente de correlación (r) igual a -0.19 y de efecto no significativo.

Existe alta correlación negativa para el efecto número de granos por mazorca, su coeficiente (r) es de -0.85 y su influencia es altamente significativa. La tendencia general, tal como se observa en la figura No. 3 es de que a medida que se incrementa el rendimiento, el número de granos por mazorca tiende a disminuir.

Esta situación probablemente se deba, al efecto de competencia entre plantas, ya que éstas están estrechamente correlacionadas con el rendimiento.

Aunque la tendencia general del efecto del peso de grano indica que puede obtenerse correlación positiva figura No. 4 al realizar el análisis se demuestra que el incremento en rendimiento no depende del incremento de peso del grano; el coeficiente de correlación para este caso es de $+ 0.46$ y su efecto no tiene significancia.

CUADRO No. 7

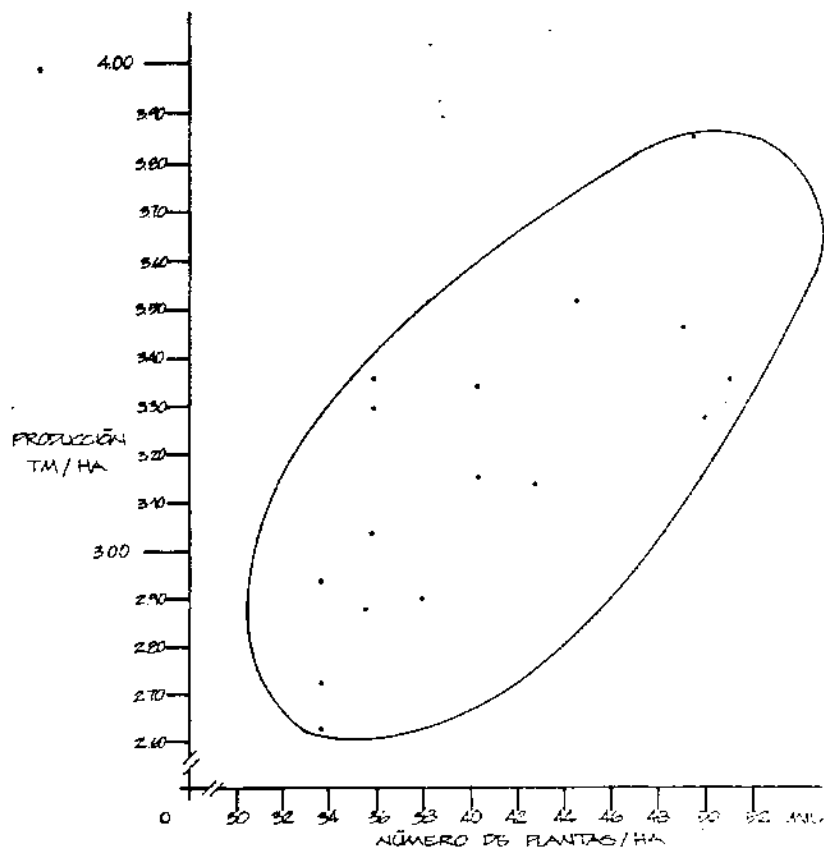
COMPONENTES DEL RENDIMIENTO. CUATRO NIVELES DE NITROGENO CON CUATRO FORMAS DE DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS EN EL CULTIVO DEL MAIZ. NUEVA CONCEPCION 1976

| Tratamientos | | Plantas por Ha. | No. de Mazorcas por planta | No. de Granos por Mazorca | Peso de un Grano |
|--------------|-------|-----------------|----------------------------|---------------------------|------------------|
| Distribución | Nivel | | | | |
| 4/100 | 0 | 0.76 | 0.97 | 0.78 | 0.58 |
| | 30 | 0.76 | 0.95 | 0.94 | 0.54 |
| | 60 | 0.85 | 0.84 | 0.88 | 0.58 |
| | 90 | 0.76 | 0.94 | 0.93 | 0.48 |
| 2/40 | 0 | 0.81 | 0.96 | 0.80 | 0.61 |
| | 30 | 0.81 | 0.96 | 0.85 | 0.62 |
| | 60 | 0.76 | 0.98 | 0.84 | 0.67 |
| | 90 | 0.78 | 0.95 | 0.94 | 0.51 |
| 3/50 | 0 | 1.15 | 0.88 | 0.85 | 0.52 |
| | 30 | 1.12 | 0.86 | 0.79 | 0.55 |
| | 60 | 1.07 | 0.95 | 0.79 | 0.59 |
| | 90 | 1.10 | 0.87 | 0.80 | 0.56 |
| 1/20 | 0 | 1.00 | 0.85 | 0.86 | 0.60 |
| | 30 | 0.95 | 0.83 | 0.79 | 0.63 |
| | 60 | 0.90 | 0.94 | 0.75 | 0.62 |
| | 90 | 0.90 | 0.93 | 0.85 | 0.59 |

VI. CONCLUSIONES

1. Los diferentes niveles de nitrógeno estudiados, no manifestaron incremento significativo en la producción de maíz.
2. En lo que a la distribución de plantas respecta, se demostró que estadísticamente los rendimientos son iguales, excepto para la distribución de 4 plantas cada 100 cms.; al 10o/o de probabilidad de error.
3. La interacción de las distribuciones y niveles de nitrógeno no inciden en el aumento de la producción.
4. Uno de los componentes del rendimiento que limitan la producción, es el número de granos por mazorca.

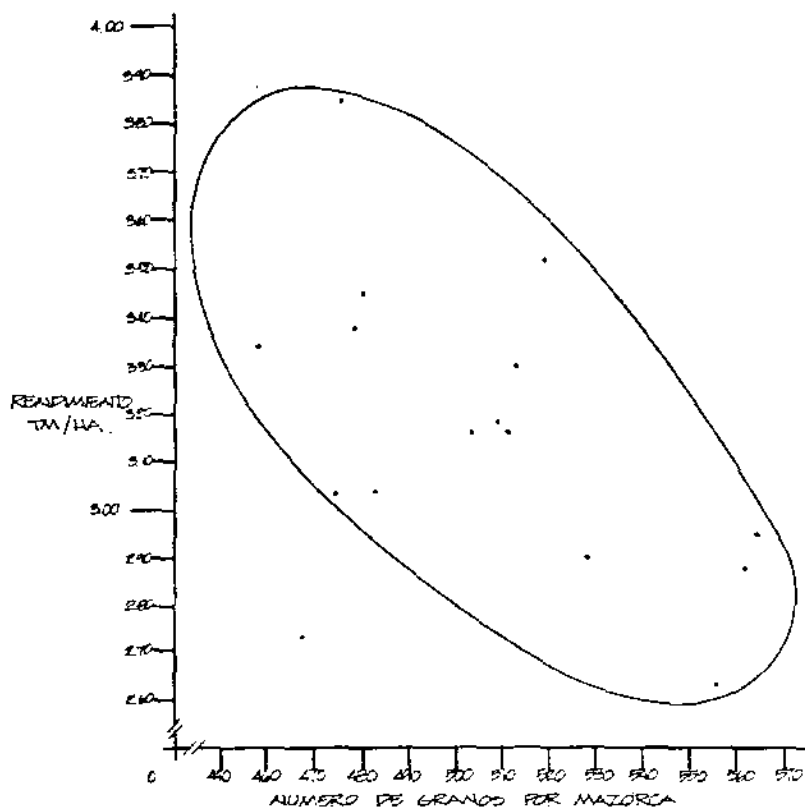
DIAGRAMA DE DISPERSION PARA EL FACTOR
 NUMERO DE PLANTAS / HA
 NUEVA CONCEPCION 1976



POSITIVO ALTO
 $r = +0.72 ***$

FIGURA No 1

DIAGRAMA DE DISPERSION PARA EL FACTOR:
 NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA
 NUEVA CONCEPCION 1976



NEGATIVO ALTO
 $r = -0.85 **$

FIGURA No 3

DIAGRAMA DE DISPERSION PARA EL FACTOR:
PECO DE GRANO
NUEVA CONCEPCION 1976

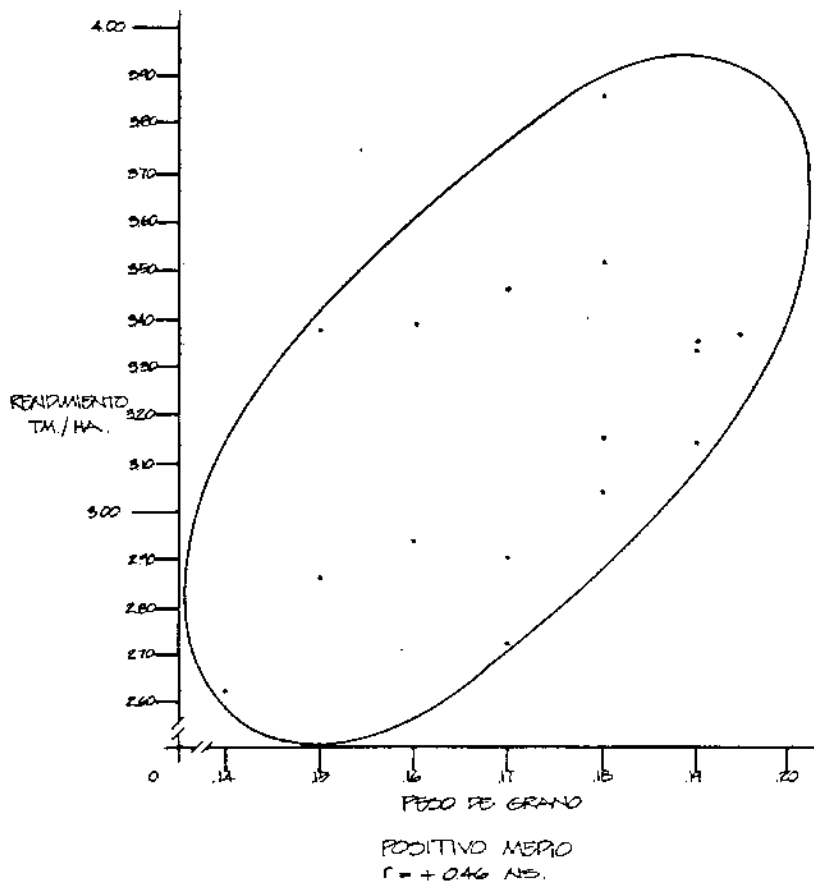


FIGURA No 4

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ALDRICH, S. R.; LEANG, E. R. Producción moderna de maíz. México, AID/Rtac, 1974. pp. 71-73.
2. ALVAREZ M., T.; CURLEY G., A. Estudio agrológico semi-detallado de suelos para riego del parcelamiento agrario Nueva Concepción, Escuintla. Guatemala; Ministerio de Agricultura; Dirección de Recursos Naturales Renovables, 1967. 27 p.
3. ARIAS MILLA, R. Efecto de la distribución de siembra sobre el rendimiento y expansión de maíz palomero. N.L. VS-100 en Apodaca, N.L. México. En XXI reunión anual, PCCMCA, El Salvador, San Salvador C. A., 7-11 de abril, 1975.
4. COLVILLE, W. L. et al: Influence of plants population, hybris an productibity level on irrigated corn producción. Agronomy Journ Vol. 48, 1963. pp. 55-332.
5. DELORIT, R. J.; AHLGREN, H. L. Producción Agrícola. 3a. ed. trad. por: Ambrosio, A. M. México, Continental S. A. 1970. pp. 83.
6. DE LA LOMA, J. L. Experimentación agrícola. 2a. ed. México, UTHEA, 1966. 378 p.
7. GUATEMALA, Dirección General de Estadística. Encuestas agrícolas de granos básicos. Guatemala, Ministerio de Economía, 1976. 57 p.
8. GUATEMALA, Ministerio de Agricultura; Sector Público Agrícola, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Resultados preliminares obtenidos en las parcelas de prueba de maíz. La Máquina 1976. Guatemala, Ministerio de Agricultura, ICTA, 1977. 12 p.

9. _____ Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Informe anual 1975-76. Equipo de Producción "O". Guatemala, ICTA, 1976. pp. 23-33.
10. _____ Programa de trigo y sorgo. Guatemala, ICTA, 1976. pp. 17-18.
11. GONZALES A., D. Evaluación de la respuesta del maíz a la aplicación de 4 niveles de nitrógeno en combinación con 6 densidades de población en el parcelamiento La Máquina. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía 1977. 48 p. (Tesis Ing. Agr.)
12. HERNANDEZ B., J. R. Comparación de 3. distancias entre surcos y 4 distancias de golpes con la variedad de maíz CENIA 10. En XXI reunión anual, PCCMCA, El Salvador, San Salvador C.A., 7-11 de abril, 1975.
13. HOLDRIGE, L. R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura. SCIDA, 1958. 19 p.
14. MAZARIEGOS A., F. J. Curso semestral de fertilización y fertilizantes. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974.
15. MIRANDA M., H. Distanciamiento y densidad de siembra. El Salvador, San Salvador C. A. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria. IICA-CIAT. 1976.
16. MATHEU C., R. A. Efecto de la materia orgánica en el aprovechamiento de fertilización con NPK en el rendimiento del cultivo de maíz. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1976. 40 p. (Tesis Ing. Agr.)
17. ORTIZ M., O. I. Algunos resultados sobre fertilización del maíz en Guatemala. En VII reunión anual, PCCMCA, Tegucigalpa, Honduras C. A. 20-23 de febrero, 1961.

18. _____ Dos ensayos de fertilización en el Centro Regional I, Cuyuta, Guatemala. En VIII reunión anual, PCCMCA, San José de Costa Rica. 12-16 de marzo, 1962.
19. PALMIRA-COLOMBIA, ICA-CIAT, Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de 6 variedades de maíz forrajero. En IV Conferencia sobre el mejoramiento de maíz en la zona Andina. Palmira Colombia, 1971. pp. 176-183.
20. PINEDA M., H. L. Efecto de niveles y frecuencias de aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de maíz, en el Sur-Oriente en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 58 p. (Tesis Ing. Agr.)
21. ROLDAN PEREZ, G. Estudio comparativo en la producción de forraje y análisis proximal en maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.), mijo perla (*Pennisetum glaucum*) y girasol (*Helianthus annuus* L.) en seis épocas de corte. Monterrey, México, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores, 1973. pp. 16-17. (Tesis Ing. Agr.)
22. ROBLES SANCHEZ, R. Producción de granos básicos y forrajes. México, ed. LIMUSA, 1975. pp. 52.
23. RALDA C., R. Estudio sobre la utilización del nitrógeno (Urea) en el sistema de cultivo maíz-ajonjolí en el parcelamiento La Máquina. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 63 p. (Tesis Ing. Agr.)
24. SALAZAR, J. R. Informe general de los ensayos de fertilización de maíz en Centro América. En XI reunión anual, PCCMCA, Panamá. 16-19 de marzo, 1965.
25. SANCHEZ C., H.; FUKUSAKY G. Influencia de la densidad de población y posición de las hojas sobre la

producción de grano de maíces de altura. En IX reunión Latinoamericana de Fitotecnia, (ALAF), 1974.

26. SANCHEZ, P. A. Fertilización con nitrógeno; un resumen de las investigaciones edafológicas en la América Latina Tropical. North Carolina Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin. 1973. 219 p.
27. VELASQUEZ M., R.; FUENTES A. Ensayo de rendimiento - en 3 densidades de población y 3 niveles de fertilidad en 2 localidades. En XXI reunión anual, PCCMCA, El Salvador, San Salvador C.A. 7-11 de abril, 1975.

PALMIRA R. de QUAN
BIBLIOTECARIA