

ESCUELA NACIONAL
DE
AGRICULTURA Y GANADERIA

EFFECTO DE LA VARIACION DE 7 NIVELES DE
NITROGENO EN LA PRODUCCION DE GRANO DE MAIZ

TESIS

LUIS RENE MEZA SILVA

MANAGUA

1966

NICARAGUA

ESCUELA NACIONAL
DE
AGRICULTURA Y GANADERIA

EFFECTO DE LA VARIACION DE 7 NIVELES DE
NITROGENO EN LA PRODUCCION DE GRANO DE MAIZ

TESIS

LUIS RENE MEZA SILVA

MANAGUA

1966

NICARAGUA

EFFECTO DE LA VARIACION DE 7 NIVELES DE
NITROGENO EN LA PRODUCCION DE GRANO DE MAIZ

POR

LUIS RENE MEZA SILVA

TESIS

Presentada a la consideración del Honorable
Tribunal Examinador, como requisito
parcial para obtener el Título de

INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

1966

EFFECTO DE LA VARIACION DE 7 NIVELES DE
NITROGENO EN LA PRODUCCION DE GRANO DE MAIZ

POR

LUIS RENE MEZA SILVA

TESIS

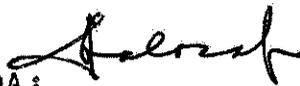
Presentada a la consideración del Honorable
Tribunal Examinador, como requisito
parcial para obtener el Título

INGENIERO AGRONOMO

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

1966

APROBADA :



FECHA :

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES:

Sr. Gustavo Meza M. y Sra. Estela Silva
de Meza.

A MIS HERMANOS.

A MI ASESOR TECNICO:

Ing. Angel Salazar B.

A MI ESCUELA Y PROFESORES.

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO.

A MIS AMIGOS.

A G R A D E C I M I E N T O

El autor agradece sinceramente al Ing. Angel Salazar B. por haber colaborado en el desarrollo de esta Tesis.

También al Centro Experimental Agropecuario La Calera por haber contribuído con los materiales y labores para concluir este experimento.

C O N T E N I D O

	Página
LISTA DE CUADROS.....	vi
INTRODUCCION Y OBJETIVOS.....	1
LITERATURA REVISADA.....	2
a) Ensayos con niveles de nitrógeno en Nicaragua....	3
b) Ensayos de fertilización de maíz en Centro América.....	5
MATERIALES Y METODOS.....	7
a) Análisis del suelo .	
1) Químico.....	7
2) Mecánico.....	7
b) Caracteres medidos en este ensayo.....	10
1) Porcentaje de germinación.....	10
2) Respuestas vegetativas.....	10
3) Días de la floración.....	10
4) Altura de planta y mazorca.....	10
5) Grosor del tallo.....	10
6) Tamaño de la mazorca.....	11
7) Porcentaje de humedad del grano.....	11
8) Rendimiento.....	11
RESULTADOS Y DISCUSION.....	12
RESUMEN.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	28

LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS

	Página	
CUADRO No.1	Resumen de los datos promedio de los caracteres medidos en un ensayo de niveles de <u>n</u> itrógeno en maíz realizado en la Estación <u>Ex</u> perimental Agropecuaria, La Calera del M.A.G., siembra 1965.....	13
CUADRO No.2	Resumen de los cuadrados medios calculados en el análisis de varianza de cada uno de los caracteres medidos en un ensayo de niveles de nitrógeno en maíz, La Calera siembra de primera de 1965.....	15
CUADRO No.3	Altura en pies de la inserción de la mazorca en la planta.....	16
CUADRO No.4	Análisis de las diferencias <u>m</u> ínimas significantes de la altura de inserción de la mazorca en pies.....	18
CUADRO No.5	Resultados del grosor del tallo en centímetros.....	19
CUADRO No.6	Análisis de la diferencia <u>m</u> ínima significativa del grosor del tallo en centímetros...	20
CUADRO No.7	Resultados del tamaño de mazorca en centímetros.....	22
CUADRO No.8	Diferencias <u>m</u> ínimas significativas entre <u>t</u> amaños promedio de mazorca al nivel de <u>proba</u> bilidades de 5%.....	23
GRAFICA I	Tendencia de las respuestas de tres <u>caracte</u> res medidos en un ensayo de niveles de <u>n</u> itrógeno realizados en siembra de primera en La Calera, Departamento de Agronomía del M. A. G. 1965.....	14

INTRODUCCION

Un número considerable de experimentos realizados en Nicaragua con la aplicación de fertilizantes al maíz respalda la recomendación, del Ministerio de Agricultura y Ganadería, de que el maíz responde a la aplicación de 50 a 100 libras de Nitrógeno por manzana. Aunque se ha informado de casos en los que se encontró respuesta del maíz a niveles de 150 y 200 libras de Nitrógeno por manzana, en general no se recomendaron estas cantidades por que no hay aún suficiente información sobre este particular y por que aún encontrándose respuesta, no se encuentra información sobre el valor económico a estas aplicaciones.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería en cooperación con otros organismos está obteniendo la información necesaria para determinar los patrones de respuesta del maíz a la fertilización con los elementos nutrientes mayores así como sobre los niveles más económicos de estos elementos en las condiciones de cultivo de las diferentes zonas de producción de maíz de Nicaragua. Mientras se adquiere esta información es conveniente tener una idea sobre la mayor cantidad de Nitrógeno que se puede aplicar al terreno y aún obtener aumentos de cosecha con maíz en las condiciones de clima y suelo de la Estación Experimental Agropecuaria La Calera.

En este trabajo se presentan los resultados de un ensayo hecho para adquirir información y evidencia estadística sobre el efecto de 7 niveles de Nitrógeno en la producción de grano de maíz durante el invierno de 1965 en la Estación Experimental Agropecuaria La Calera. Además se presentan los datos obtenidos con niveles de nitrógeno en la producción de maíz en otros ensayos realizados en La Calera y fuera de ella.

LITERATURA REVISADA

Existe abundante información sobre la importancia del Nitrógeno y el papel que desempeña en el desarrollo y producción del maíz, en las diferentes condiciones de cultivo, clima y suelo en que se siembra este cereal. En Nicaragua se ha encontrado que la deficiencia de nutrientes más frecuente en los análisis de suelo es la del Nitrógeno.

Salazar A. (8) presenta un cuadro con 1783 análisis de suelos hechos en muestras de terreno de cultivo de todo el país, y en el se ve que el 72% de los casos indican deficiencia de Nitrógeno.

El Departamento de Agronomía del Ministerio de Agricultura y Ganadería (M.A.G.) ha conducido un número de ensayos con fertilizantes químicos en maíz con el fin de determinar la cantidad y la clase de elementos nutrientes del suelo que el maíz necesita en las condiciones de cultivo del maíz en Nicaragua. Los resultados obtenidos fueron divulgados en varias publicaciones (11, 12 y 13) y en ellas se recomienda aplicar al terreno cultivado con maíz 50 a 100 libras de Nitrógeno por manzana en los casos en que solo este elemento está deficiente en el suelo.

En un resumen, no publicado, sobre los trabajos con fertilizantes en maíz hechos por el Departamento de Agronomía del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua, Salazar A.B. (10) concluye que, en base a 30 ensayos realizados entre 1953 y 1964, la respuesta más frecuente del maíz es a la aplicación de 50 a 100 libras de Nitrógeno con excepción de los suelos pesados cuya aplicación fue 100 lbs. de N-P, en la zona baja de la Costa del Pacífico de Nicaragua (0-500 mt.). En la zona alta (500 a 1000 mt.). La respuesta más frecuente del maíz fue a la aplicación de 100 libras por manzana de Nitrógeno y Fósforo. En pocos casos se encontró respuesta del maíz a la aplicación de Potasio solo.

Durante 1964, en cooperación entre el Departamento de Agronomía del M.A.G. y el Departamento de Crédito Rural del Banco Nacional de Nicaragua, se realizaron 17 pruebas extensivas con fertilizantes en maíz. Los resultados obtenidos en estas pruebas fueron resumidos por Salazar A. B. (9), quien concluye que en el 82% de las pruebas se obtuvo respuesta positiva a la aplicación de nitrógeno; en 41% a la aplicación de nitrógeno y fósforo juntos y en 12% a la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio.

Díaz J.Z. (1) en 1965 presentó los resultados de un proyecto de siembra de parcelas con maíz en las que se aplicaron las fórmulas de fertilización siguientes: 100-0-0; 100-100-0; 100-100-50; y 150-150-150 libras de NPK. En base a 142 parcelas cosechadas y en el promedio de todas las parcelas, en el 75% hubo respuesta económica a la aplicación de nitrógeno; en el 61% al nitrógeno-fósforo; en el 63% al nitrógeno-fósforo y potasio y en el 36% no hubo respuesta a ninguna fórmula.

Con relación a la influencia sobre la respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno procedente de diferentes fuentes de este elemento, en el Departamento de Agronomía del MAG se realizaron 3 ensayos: 2 en La Calera (1954 y 1955) y uno en Chinandega (1956). El resumen de los resultados obtenidos fue hecho por Salazar A.B. (10) en el sentido de que no se encontró diferencias significativas de rendimiento de maíz debido a la aplicación de 100 libras de nitrógeno provenientes de: nitrato de sodio, sulfato de amonio, urea, nitrosulfato de amonio, y de una mezcla de las anteriores fuentes de nitrógeno.

Ensayos con niveles de nitrógeno en Nicaragua

El primer experimento realizado para determinar el efecto de diferentes niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de grano de maíz en Nicaragua se encuentra en el Informe Anual del Departamento de Agronomía del STAN de

1954 (6). En este ensayo realizado en la siembra de primera en la Estación Experimental de La Calera se estudió el efecto sobre el rendimiento del maíz híbrido Cuba M-11 y de 3 niveles de nitrógeno: 200, 400 y 600 libras por manzana, en combinación con 3 poblaciones de plantas: 25.208, 37.812 y 50.416 por manzana. Los resultados obtenidos indicaron que en este ensayo los mayores rendimientos de grano correspondieron a la población de 37.812 y 50.416 y al nivel de 200 libras de nitrógeno.

Durante 1957 en el Departamento de Agronomía del MAG se realizaron experimentos con diferentes niveles de nitrógeno; uno de estos experimentos fue sembrado en La Calera (7) y en él se probó el efecto, sobre el rendimiento de grano de la variedad PD (MS) 6, con 40 y 65 libras de nitrógeno por manzana. Los resultados obtenidos en este experimento no enseñaron efecto de ninguno de los niveles de nitrógeno aplicados, debido a la gran deficiencia de humedad que ocurrió en la época de cultivo del maíz en La Calera.

Lizárraga H. (5) en 1958 realizó, dentro del Programa de Fertilizantes del Departamento de Agronomía del MAG, dos experimentos con niveles de nitrógeno y forma de aplicación usando el maíz Rocamex H-503. El primer experimento se sembró en La Calera y el segundo en Chinandega; en ambas localidades se probaron los niveles 50, 100 y 200 libras de nitrógeno por manzana. Las modalidades de aplicación del nitrógeno fueron: a) Todo el nitrógeno al momento de sembrar; b) la mitad en la siembra y la otra mitad 10 días después; c) el tratamiento de 100 libras de nitrógeno por manzana se aplicó dividido en 4 partes; 25 libras por manzana a la siembra y 25 libras por manzana a los 11, 24 y 39 días después. Los resultados obtenidos en Chinandega mostraron que el nivel de nitrógeno que permitió el mayor rendimiento fue el

de 100 libras por manzana; siendo la aplicación dividida en dos partes la mejor para este nivel. En La Calera las respuestas a los niveles de nitrógeno fueron de menos magnitud que en Chinandega pero indicaron nuevamente que el tratamiento 100 libras por manzana fue la cantidad de nitrógeno que permitió el mayor rendimiento. En La Calera no se encontró efecto notable de la forma de aplicación de nitrógeno.

Zelaya R. (14) en 1959 condujo dos ensayos de niveles de nitrógeno, fechas de siembra y variedades de maíz, dentro del Programa de Fertilizantes del Departamento de Agronomía del MAG. Uno de los ensayos se realizó en La Calera y el otro en Chinandega. En la primera localidad se aplicó al suelo, 100 y 200 libras de nitrógeno en las variedades Sintético Nicaragua 1 y Rocamex H-503 en las fechas: 8, 18 y 30 de Junio. En este ensayo no se encontró respuesta positiva a los niveles de nitrógeno aplicados en ninguna variedad ni fecha de siembra. En Chinandega se usaron los mismos niveles de nitrógeno en las variedades criollo de Chinandega y Rocamex H-503 en las fechas de siembra: 16 y 26 de Junio; 8 de Julio y 3, 18 y 23 de Septiembre. En este ensayo tampoco se encontró efecto de los niveles de nitrógeno usados. La causa mencionada para la falta de respuesta a cualquier nivel de nitrógeno fue la deficiente humedad.

Ensayos de fertilización de maíz en Centroamérica

Dentro del Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios (PCCMCA) se realizaron entre 1960 y 1963, 46 experimentos de fertilización de maíz en los que se incluyeron, entre otros tratamientos, diferentes niveles de nitrógeno. El resumen de los resultados obtenidos en estos experimentos fue hecho por Laird R.J. (3) quien concluye que en base a los datos obtenidos

el aumento medio de rendimiento de maíz debido a la aplicación de 62.2 libras de nitrógeno por manzana (40 Kg/Ha) fue de aproximadamente 7.7 quintales por manzana (500 Kg/Ha) en 44 de los 46 experimentos realizados. Este mismo autor concluye que se encuentra baja correlación entre los resultados de los análisis químicos de los suelos y la respuesta a los fertilizantes aplicados y menciona el valor limitado del procedimiento analítico actualmente usado para el nitrógeno, así como la necesidad de desarrollar procedimientos analíticos altamente calibrados.

Laird R.J. en un trabajo presentado en la 6a. Reunión Centroamericana del Proyecto Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento del Maíz (4), discute las razones por las que en general 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. La primera razón es que en los suelos tropicales la cantidad de nitrógeno total es mayor que en los suelos de climas templados. Otra razón consiste en que los maíces de las zonas tropicales son de potencial de rendimiento inferior a las de las zonas templadas. La tercera razón es aquella de que los factores limitantes de la producción de maíz, como, competencia de malezas, plagas, enfermedades y exceso de humedad en el suelo son generalmente más frecuentes y de mayor intensidad en las zonas tropicales que en las templadas.

C.H.H. ter Kuile (2) del Programa de Fertilizantes de FAO en Centroamérica presentó un informe sobre los resultados obtenidos en demostraciones sobre el efecto en el maíz de la aplicación de varias fórmulas de fertilizantes, entre los que se usaron los niveles de 70, 117, 124, 140 y 210 libras de nitrógeno por manzana (45, 75, 80, 90 y 135 Kg/Ha), en las zonas tropicales de Guatemala, Honduras, El Salvador y Costa Rica. Los resultados obtenidos en estas siembras indicaron que las respuestas del maíz, especialmente el mejorado, a los fertilizantes pueden alcanzar entre un 80 a 100% de aumento con relación al maíz no fertilizado.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo cuyos resultados se presentan en este trabajo fue sembrado en el lote de terreno conocido como Santa Rosa, de la Estación Experimental Agropecuaria de La Calera. Este lote fue escogido para la siembra de este ensayo por que el año anterior estuvo sembrado con sorgo durante primera y postrera, lo que supuestamente lo haría un lote de terreno con bajo nivel de nitrógeno. Evidentemente el análisis químico del terreno indicó un bajo contenido de nitrógeno como puede verse en el cuadro que sigue:

Análisis químico de una muestra de suelo obtenida en el terreno sembrado con un experimento de niveles de nitrógeno, Sta. Rosa, La Calera, 1965

Carbono.....	1.704 %
Materia orgánica.....	2.99 %
Nitrógeno.....	.15 %
Relación C/N.....	11.36 %
Nitratos.....	70 lbs/Mzs.
Fósforo asimilable (P2O5)....	Trazas
Potasio asimilable (K2O).....	50 lbs/Mzs.
Reacción pH.....	6.8

Análisis Mecánico:

Arena.....	52.40 %
Limo.....	23.28 %
Arcilla.....	24.32 %
Denominación:	Franco-Arenoso

El análisis mecánico del terreno indicó una textura franca-arenosa para el lugar que se sembró el experimento.

El clima en la zona de La Calera se caracteriza por una precipitación media anual de (1028.3 mm.) y la temperatura media anual es de 28°C. Durante la época de culti

vos de 1965 sin embargo en toda la zona del Pacífico de Nicaragua ocurrió una sequía que afectó en mayor o menor grado todos los cultivos. La precipitación pluvial registrada en La Calera durante los meses en que se desarrolló el experimento en cuestión fue: de 441.7 mm. repartidos en Junio 129.2 mm. Julio 85.3 mm. Agosto 97.0 mm. Septiembre 130.2 mm. Los anteriores datos demuestran la deficiente cantidad y distribución de la lluvia en el área de La Calera.

El maíz usado en este experimento fue el híbrido doble, Rocamex H-503, que ha demostrado mayor potencial de rendimiento en la Costa del Pacífico de Nicaragua. Este híbrido de grano blanco es tardío, 120 días a la madurez, y de gran desarrollo vegetativo; es el maíz recomendado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería para obtener los mayores rendimientos de grano.

Los tratamientos en este ensayo consistieron en 6 niveles de nitrógeno más el nivel natural del suelo. Los 6 niveles de nitrógeno aplicados al suelo fueron en las proporciones de 50, 100, 150, 200, 250 y 300 libras por manzana. Estas cantidades de nitrógeno se aplicaron junto con 100 y ~~50~~ libras de fósforo y potasio por manzana. La fuente de los elementos fertilizantes fue el sulfato de amonio para el nitrógeno, el triple superfosfato para el fósforo y el muriato potásico para el potasio.

El diseño experimental usado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas individuales consistieron en 4 surcos de 20 pies de largo, separados a 3 pies entre sí.

La distribución de las plantas sobre el surco fue de una planta cada pies. Esta distribución dió origen a una población de aproximadamente 27.000 plantas por manzana que es la población que se recomienda en Nicaragua para obtener altos rendimientos con maíz. Para conseguir esta población

se sembró un exceso de semilla y luego se aclaró para dejar una planta cada pie.

La siembra del ensayo se hizo en la época de primera en terreno húmedo y al momento de la siembra se aplicó al suelo todo el fósforo y potasio más todo el nitrógeno de los tratamientos con 50 y 100 libras por manzana. En el resto de los tratamientos se aplicó el nitrógeno en forma dividida, la mitad al momento de sembrar y el resto al momento del aporque de las plantas de maíz.

El fertilizante fue distribuido al chorrillo en el fondo del surco y luego fue cubierto con tierra, la siembra se hizo depositando la semilla sobre la tierra ya fertilizada.

Durante el desarrollo de las plantas del ensayo se dieron todos los cuidados necesarios para obtener una buena cosecha de maíz. Las malezas prevalentes en el terreno no fueron controladas con tractor y a mano de modo que estas no fueron un factor que interfiriera en el desarrollo del maíz. Aún cuando la incidencia de los insectos que atacaron al maíz fue mayor que en otros años, estos fueron controlados con aplicaciones oportunas de Methil Parathión.

El factor que posiblemente influyó en forma descontrolada en los resultados obtenidos en este ensayo fue la deficiente distribución y cantidad del agua de lluvia. Las plantas se desarrollaron bajo condiciones de deficiencia de agua hasta el momento de la floración. En esta época las lluvias estuvieron ausentes y para evitar la pérdida del ensayo se recurrió al riego artificial de las plantas. El riego se hizo por surcos y debido a que no se preparó el terreno con este propósito, ya que se sembró de temporal, el riego necesariamente fue desuniforme. El número de riegos fue de 2, uno al momento de la floración otro 10 días después.

Los caracteres medidos en este ensayo con el fin de determinar el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados fueron los siguientes:

Porcentaje de germinación.- Una vez emergidas las plantas se hizo un recuento de matas y plantas germinadas. Debido a la casi ausencia de fallas en las diferentes parcelas del experimento no se presenta un cuadro con estos valores.

Respuesta vegetativa.- La presencia de respuestas vegetativas en las plantas de maíz apreciadas a través del tamaño y color del follaje fue verificada a los 45 días después de la siembra. Nuevamente no fue posible advertir diferencias notables en tamaño y color de las plantas entre los tratamientos por lo que tampoco se presentan datos de las respuestas negativas.

Días de la floración.- Cuando el 50 por ciento de las plantas de cada parcela estaban diseminando el polen se consideró la parcela como floreciendo. No fue posible encontrar diferencias apreciables para este carácter, es decir las parcelas florecieron al mismo tiempo.

Altura de planta y mazorca.- Cuando las plantas habían pasado la floración se procedió a medir el tamaño de las plantas. Para esto se midió la altura de las plantas desde el suelo hasta la punta de la panoja en una muestra al azar de 10 plantas de los 2 surcos centrales de cada parcela en las 4 repeticiones. El promedio de estas 40 plantas fue el considerado como dato de altura de planta para cada tratamiento. Lo mismo se hizo con la altura de inserción de la mazorca, medida desde el suelo hasta el punto de inserción de la mazorca sobre el tallo.

Grosor del tallo.- Después de la floración de las plantas se midió en centímetros el grosor del tercer entrenudo a partir del suelo, de una muestra al azar de 10

plantas. El promedio de 40 plantas fue anotado como el grosor del tallo.

Tamaño de la mazorca.- Al momento de la cosecha se midió con una regla graduada en centímetros el tamaño de 10 mazorcas tomadas al azar en los surcos centrales de los tratamientos.

Porcentaje de humedad del grano.- Este carácter se midió al momento de la cosecha y usando una muestra de grano obtenida de 10 mazorcas tomadas al azar de los surcos centrales de cada tratamiento.

Rendimiento.- La cosecha de las parcelas fue hecha cuando las mazorcas tenían alrededor de 32% de humedad. El rendimiento de las parcelas fue determinado en base al peso seco de todas las mazorcas de los 4 surcos de cada parcela. También se tomó nota del peso de 30 mazorcas cosechadas de los surcos centrales, corrigiendo fallas de plantas con mazorcas procedentes de los 2 surcos laterales de cada parcela.

RESULTADOS Y DISCUSION

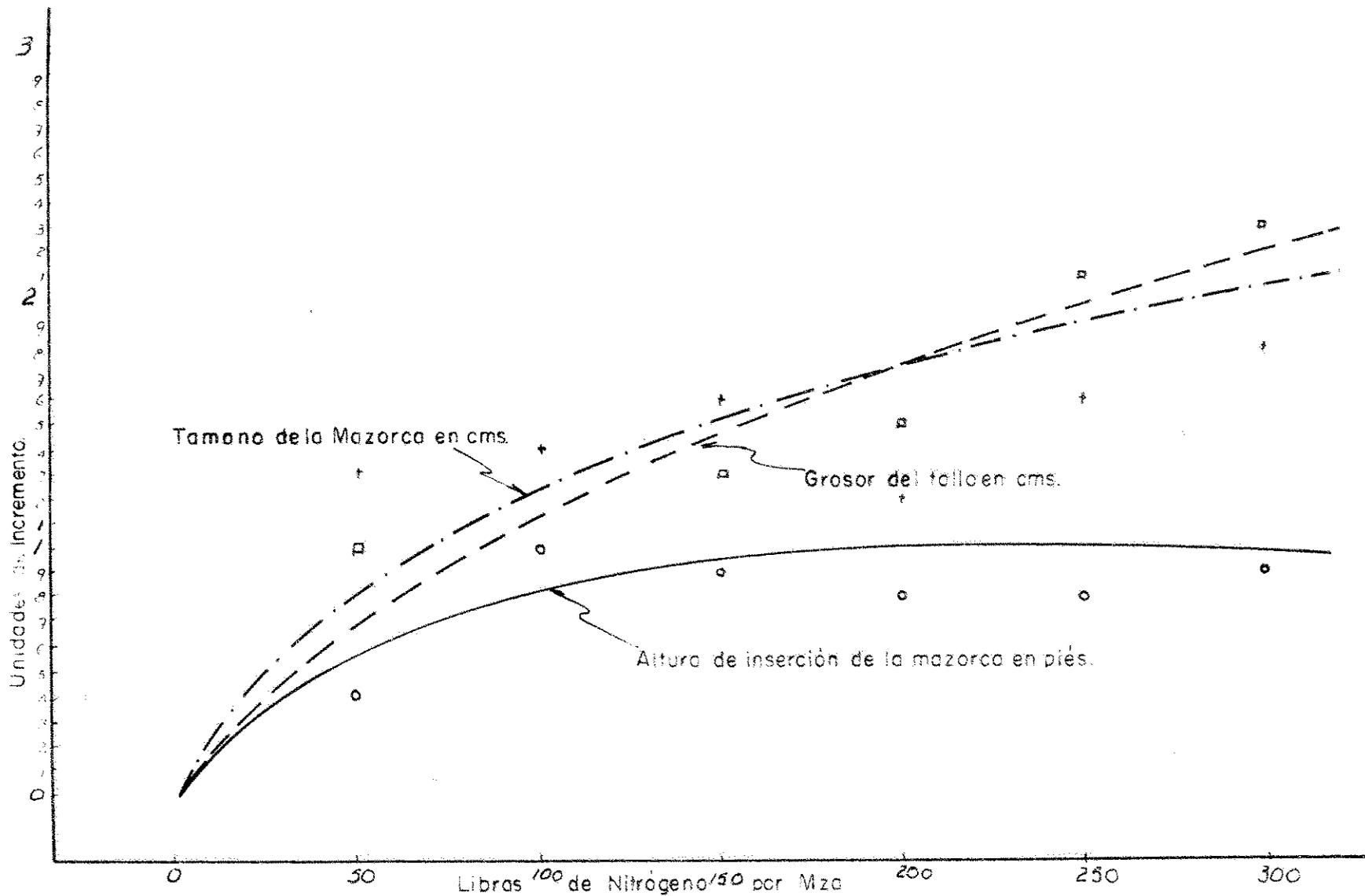
Los valores promedio de los caracteres medidos en el ensayo de niveles de nitrógeno realizado en La Calera de "primera" en 1965, se encuentran resumidos en el cuadro 1. La representación gráfica de las tendencias de las respuestas de cada uno de los caracteres medidos en este ensayo puede observarse en la gráfica 1. En el cuadro 2 se presenta el resumen de los cuadrados medios obtenidos en el análisis estadístico realizado, con cada uno de los caracteres medidos en este ensayo.

En el cuadro 1 tenemos expresados, en primer lugar, los valores de las respuestas de la altura de planta medida en pies a la aplicación de 7 niveles de nitrógeno. Como puede observarse, los valores promedio de altura de planta aumentaron a medida que aumentó la cantidad de nitrógeno aplicado, entre los niveles 0 a 150 libras por manzana. Cuando se aplicó más de 150 libras de nitrógeno la altura de planta, en este ensayo, no aumentó en forma correspondiente y más bien fue variablemente menor que la altura de planta obtenida con 150 libras de Nitrógeno por manzana. Sometidos al análisis estadístico los datos de altura de planta no exhibieron diferencias significantes. Es decir las diferencias aparentes de altura de planta encontradas en este ensayo no alcanzaron la significación estadística al nivel del 5% de probalidades.

La altura de inserción de la mazorca sobre la planta de maíz varió en la forma que se puede notar en el cuadro 1. Al igual que la altura de la planta, la altura de inserción de la mazorca aumentó con cada incremento de 50 libras de nitrógeno por manzana, entre los niveles 0 y 100. Con la aplicación de 150 hasta 300 libras de nitrógeno por manzana, la altura de la inserción de la mazorca en este ensayo, no aumentó sino que se mantuvo entre los valores

ensayo de niveles de nitrógeno en maíz realizado en la Estación Experimental Agropecuaria,
La Calera, Departamento de Agronomía del MAG., siembra de primera
1965

Altura de planta en pies	Altura de inserción de la mazorca en pies	Grosor del tallo en cms.	Tamaño de mazorca en cms.	Porcentaje de humedad del grano	Rendimiento de grano en Kg por parcela
9.0	5.2	8.6	17.5	33.4	11.7
9.3	5.6	9.6	18.8	31.9	11.7
9.7	6.2	10.0	18.9	31.0	12.7
10.0	6.1	9.9	19.12	31.8	13.6
9.6	6.0	10.1	18.7	32.0	13.1
9.8	6.0	10.7	19.1	32.1	12.1
9.5	6.1	10.9	19.3	31.8	12.9



Tendencia de las respuestas de tres caracteres medidos en un ensayo de niveles de nitrógeno realizados en siembra de Primera en La Calera, Departamento de Agronomía del M.A.G. 1965.

G R A F I C A I

CUADRO No. 2

Resumen de los cuadrados medios calculados en el análisis de varianza de cada uno de los caracteres medidos en un ensayo de niveles de nitrógeno en maíz, La Calera, siembra de primera de 1965

fuente de variación	Altura de planta en pies	Altura de inserción de mazorca en pies	Grosor del tallo en cms.	Tamaño de mazorca en cms.	Rendimiento de grano en Kg/Parcela
tratamientos	0.3403	0.403 +	2.23 + +	1.53 + +	2.097
repeticiones	0.116	0.03	0.21	0.24	2.873
error	1.227	0.121	0.372	0.305	1.057

+ Significante al nivel de 5% de probalidades
 + + " " " " 1% " "

CUADRO No. 3

Altura en pies de inserción de
la mazorca en la planta

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S				PROMEDIO POR TRATAMIENTOS
	I	II	III	IV	
0-0-0	5	5	5.1	5.8	5.225
50-100-50	5.6	5	6.1	5.6	5.575
100-100-50	6.2	6	6.4	6.3	6.225
150-100-50	5.7	6.3	5.9	6.3	6.05
200-100-50	6.2	5.8	6.2	5.8	6.00
250-100-50	5.10	6.2	6.2	6.4	5.975
300-100-50	6	6.3	6.1	6	6.1
Promedio por repeticiones	5.69	5.51	6.0	6.03	

de 6.0 y 6.1 pies. Las diferencias aparentes observadas con relación a la altura de inserción de la mazorca fueron estadísticamente significantes, como puede observarse en el cuadro 2. En el cuadro 3 se encuentran los datos de este carácter obtenidos en cada repetición y en promedio de las 4 repeticiones, en base de las que se les realizó al análisis estadístico. En el cuadro 4 se presenta el resumen de las diferencias mínimas significantes que hay entre los tratamientos para la altura de inserción de la mazorca.

Los datos promedio del grosor del tallo medido en centímetros a la altura del tercer entrenudo, se encuentran en la tercera columna del cuadro 1. Como puede observarse en este cuadro el grosor del tallo aumentó con cada uno de los niveles de nitrógeno, con excepción del grosor correspondiente al nivel de 150 libras de nitrógeno por manzana.

Este carácter fue uno de los que más variación aparente exhibió en este ensayo, pues con el nivel de nitrógeno natural del suelo, (0-0-0), el grosor del tallo fue el menor, 8.6 cms. y con 300 libras de nitrógeno el grosor del tallo fue el mayor, 10.9 cms. La diferencia entre los valores extremos de grosor del tercer entrenudo de la planta, en este ensayo, fue de 2.3 cms. Estas diferencias aparentes en grosor del tallo alcanzaron la significancia estadística al nivel del 5% de probalidades cuando se realizó el análisis de varianza. Los valores de los cuadrados medios calculados en el análisis de varianza para este carácter se encuentran en el cuadro 2. En los cuadros 5 y 6 se presentan los valores por repeticiones y promedio así como el calculo de las diferencias mínimas significantes para el grosor del tallo. Como puede verse en el cuadro 6 el grosor del tallo correspondiente al tratamiento 0-0-0, la media 8.575, difiere significativamente de todos los demás valores. El grosor del tallo aparentemente fue ma-

CUADRO No. 4

Análisis de las diferencias mínimas significantes de la altura de inserción de la mazorca en pies

Tratamientos	Medias ordenadas de mayor a menor	X-5.225	X-5.575	X-5.975	X-6.00	X-6.05	X-6.100
100-50	6.225	!1.000 +	!0.650 +	!0.250	!0.225	!0.175	!0.125
100-50	6.100	!0.875 +	!0.525	!0.125	!0.100	!0.05	!
100-50	6.050	!0.825 +	!0.475	!0.075	!0.05	!	!
100-50	6.000	!0.775 +	!0.425	!0.025	!	!	!
100-50	5.975	!0.750 +	!0.400	!	!	!	!
00-50	5.575	!0.350	!	!	!	!	!
0	5.225	!	!	!	!	!	!

+ Indica que la diferencia es significativa al nivel del 5% de probalidades.

Calculo de las diferencias mínimas

$$D = Z \times S_{\bar{x}}$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\text{Cuadrado medio del error}}{\text{Número de repeticiones}}} = \sqrt{\frac{0.121}{4}} = 0.18$$

Número de promedios a comparar	Valores de Z tabulados al 5%	S _{̄x} Calculado	D
2	2.97	0.18	0.5346
3	3.12	0.18	0.5616
4	3.21	0.18	0.5778
5	3.27	0.18	0.5886
6	3.32	0.18	0.5976
7	3.35	0.18	0.6030

CUADRO No. 5

Resultados grosor del tallo en centímetros

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S				PROMEDIO POR TRATAMIENTOS
	I	II	III	IV	
0-0-0	9	8.5	8	8.8	8.575
50-100-50	10	9	9	10.3	9.575
100-100-50	10.5	10	9.5	10	10.000
150-100-50	9.7	9.8	10	9.9	9.850
200-100-50	9.3	10.5	10.5	10	10.075
250-100-50	9.5	10.5	11	11.6	10.650
300-100-50	10.3	11	11.5	10.6	10.850
Promedio por repeticiones	9.757	9.9	9.673	10.3	

yor para el tratamiento 300-100-50, y este valor no difiere significativamente de los valores correspondientes a 250-100-50 y 200-100-50.

Al observar los datos de tamaño promedio de la mazorca que se obtuvieron en este ensayo, como respuesta a la aplicación de niveles crecientes de nitrógeno, encontramos una tendencia de aumento correspondiente al aumento de la cantidad de nitrógeno aplicado, entre 0 y 150 libras por manzana. Como puede notarse en la columna correspondiente del cuadro 1 el tamaño de la mazorca fue mayor, 19.30 cms. con 300 libras de nitrógeno por manzana y el tamaño de la mazorca fue menor, 17.5 cms., cuando no se aplicó fertilizante nitrogenado al suelo.

Esta diferencia aparente de tamaño de mazorca resultó estadísticamente significativa en el análisis de varianza realizado, como puede verse en el cuadro 2. El cálculo de las diferencias mínimas significativas entre los promedios del tamaño de la mazorca se encuentra resumido en los cuadros 7 y 8. En el cuadro 8 se ve que solamente el tamaño de mazorca obtenido con el tratamiento, 0-0-0, difiere significativamente de los demás tratamientos al nivel de 5% de probabilidades.

Los valores de tamaño de mazorca obtenidos con los seis niveles de nitrógeno aplicados en este ensayo no difirieron significativamente entre sí; pero todos fueron significativamente superiores al tamaño de mazorca del tratamiento testigo.

El porcentaje de humedad del grano medido al momento de la cosecha exhibe variaciones pequeñas, entre 33.4 y 31.0 y no se puede notar en estos datos ninguna tendencia definida. Aparentemente la humedad del grano al momento de cosechar fue similar en todos los tratamientos y en consecuencia la precocidad de las plantas en todos los

CUADRO No. 7

Resultados del tamaño de mazorca en centímetros

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S				PROMEDIO POR TRATAMIENTOS
	I	II	III	IV	
0-0-0	18.40	17.90	16.70	16.80	17.45
50-100-50	18.90	18.50	19.40	18.5	18.83
100-100-50	18.80	18.60	18.90	19.4	18.93
150-100-50	19.00	18.60	19.70	19.20	19.12
200-100-50	18.80	18.80	19.20	17.90	18.70
250-100-50	18.90	19.50	19.60	18.40	19.10
300-100-50	19.00	18.80	19.50	19.90	19.30
Promedio por repeticiones	18.83	18.67	19.00	18.6	

CUADRO No. 8

Diferencias mínimas significativas entre tamaños promedio de mazorca, al nivel de probalidades de 5%

tratamientos	Medias ordenadas de mayor a menor	$\bar{X}-17.45$	$\bar{X}-18.70$	$\bar{X}-18.83$	$\bar{X}-18.93$	$\bar{X}-19.10$	$\bar{X}-19.12$
0-100-50	19.30	1.85 +	0.60	0.47	0.37	0.20	0.18
0-100-50	19.12	1.67 +	0.42	0.29	0.19	0.02	
0-100-50	19.10	1.65 +	0.40	0.27	0.17		
0-100-50	18.93	1.48 +	0.23	0.10			
0-100-50	18.83	1.38 +	0.13				
0-100-50	18.70	1.25 +					
0-0	17.45						

+ Indica que la diferencia es significativa al nivel del 5% de probalidades.

Calculo de las diferencias mínimas

$$D = Z \times S\bar{x}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{\text{Cuadrado medio del error}}{\text{Numero de repeticiones}}} = \sqrt{\frac{0.305}{4}} = 0.276$$

Número de promedios a comparar	Valores de Z tabulados al 5%	S \bar{x} Calculado	D
2	2.97	0.276	0.81
3	3.12	0.276	0.86
4	3.21	0.276	0.88
5	3.27	0.276	0.90
6	3.32	0.276	0.91
7	3.35	0.276	0.92

tratamientos no fue alterada notablemente con los diferentes niveles de nitrógeno aplicados en este ensayo.

El rendimiento de grano medido en kilos por parcela se presenta en la última columna del cuadro 1. Este carácter exhibió una variación que indica una tendencia del rendimiento a ser mayor con el aumento de la cantidad de nitrógeno. El rendimiento más alto registrado en este ensayo fue de 13.6 kilos por parcela cuando se aplicó 150-100-50 libras de nitrógeno, fósforo y potasio. Cantidades de nitrógeno mayores o menores que 150 libras por manzana resultaron en rendimiento distintamente inferiores. Los tratamientos 0-0-0 y 50-100-50 resultaron en rendimiento semejantes en este ensayo, 11.7 kilos por parcela, pero con 100 libras de nitrógeno el rendimiento aumentó a 12.7 y con 150 libras de nitrógeno, el rendimiento subió hasta 13.6 kilos por parcela. El análisis estadístico de las diferencias aparentes en rendimiento de grano con 0% de humedad por parcela no arrojó significancia.

Aún cuando 5 de los 6 caracteres medidos en este ensayo enseñaron una tendencia a variar de acuerdo con el aumento de la cantidad de nitrógeno aplicada al suelo, siendo significantes las diferencias observadas en 3 caracteres, el rendimiento que es el carácter medido más importante no enseñó un efecto significativo de los tratamientos probados. Los valores más altos alcanzados con la altura de planta, tamaño de mazorca y rendimiento, fueron aquellos conseguidos con 150 libras de nitrógeno por manzana. La altura de inserción de la mazorca no fue mayor con cantidades de nitrógeno mayores que 150 libras por manzana. Solamente el diámetro del tallo aumentó casi en forma continua con cada aumento de 50 libras de nitrógeno por manzana, hasta el nivel de 300 libras por manzana. En este ensayo los niveles superiores a 150 libras de nitrógeno por manzana no tuvieron efecto en modificar los caracteres.

teres medidos en el híbrido H-503. Este resultado está en general de acuerdo a lo encontrado con los ensayos de niveles de nitrógeno realizados en Nicaragua, pues en ninguno de estos se obtuvo respuesta positiva de rendimiento de maíz con más de 200 libras de nitrógeno por manzana, siendo los niveles de 100 y 150 los que con más frecuencia provocaron respuestas positivas.

La falta de significancia estadística entre las diferencias de rendimiento y de la altura de planta en este ensayo debe atribuirse en gran medida al efecto de la sequía ocurrida durante el desarrollo del ensayo. El efecto de los dos riegos realizados, si bien evitó la pérdida del ensayo, no reemplazó en uniformidad la falta de agua de lluvia. Como el experimento fue planeado de temporal, no se preparó el terreno en la forma requerida para una siembra de riego, por lo que éste posiblemente se realizó desuniformemente lo que contribuyó a obscurecer el efecto de los niveles de nitrógeno aplicados.

En resumen, este ensayo a pesar de haber indicado efecto, sobre varios caracteres del maíz, de los niveles de nitrógeno hasta la cantidad de 150 libras por manzana, no aporta aún la evidencia estadística que refuerce las indicaciones de los datos obtenidos con otros ensayos, en el sentido de que en las condiciones de clima y suelo de La Galera, cantidades mayores de 150 libras de nitrógeno por manzana no resultaron en aumentos significantes de rendimiento de grano. Es necesario realizar otros experimentos que confirmen esta afirmación con datos estadísticos significativos.

RESUMEN

En el lote de terreno llamado, Sta. Rosa, de la Estación Experimental Agropecuaria La Calera, del M.A.G., se sembró de "primera" en 1965 un ensayo para determinar el efecto, sobre el rendimiento de grano y otros caracteres del maíz, de 6 niveles de fertilización nitrogenada.

Los tratamientos probados fueron: 0-0-0, 50-100-50, 100-100-50, 150-100-50, 200-100-50, 250-100-50 y 300-100-50 libras por manzana de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Estos tratamientos fueron aplicados en forma de un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. Las fuentes de elementos fertilizantes fueron el Sulfato de Amonio, Triplesuperfosfato y Muriato de Potasio. El nitrógeno fue aplicado en forma dividida en los niveles de 150 a 300 lbs/Mz. y los otros tratamientos fueron aplicados al momento de la siembra. El maíz usado fue el híbrido doble Rocamex H-503.

Durante el ciclo de desarrollo del maíz se practicaron el control de malezas e insectos nocivos para una buena cosecha. La cantidad y distribución del agua de lluvia sin embargo fue tan deficiente que fue necesario dar 2 riegos, uno al momento de la floración y otro 10 días después.

No fue posible determinar visualmente, durante el desarrollo de las plantas del maíz, efecto sobre el color, vigor y altura de las plantas, en los diferentes niveles de nitrógeno aplicados al suelo. Los caracteres medidos al momento de la cosecha fueron: altura de planta y de inserción de la mazorca, grosor del tallo, tamaño de la mazorca, porcentaje de humedad del grano y rendimiento de grano. Las diferencias aparentes encontradas en estos caracteres fueron estadísticamente significantes solo para la altura de inserción de mazorca, grosor del tallo, y ta-

maño de mazorca. El rendimiento de grano no fue afectado significativamente en este ensayo, atribuyéndose esta falla principalmente a la deficiencia de humedad.

Aunque las tendencias de respuesta de los caracteres medidos en este ensayo indicaron un efecto ascendente y correspondencia con el aumento de los niveles de nitrógeno, la falta de significación estadística para las diferencias en el rendimiento de grano no permiten concluir sobre este particular en base a este experimento.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- DIAZ J. Z. "Resultados de campo obtenidos en 142 parcelas demostrativas del uso de fertilizantes". Departamento de Agronomía del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Nicaragua. 1965. 6 P. Mimeografiado.
- 2.- KUILE, ter C. H. H. "Informe sobre resultados de demostraciones y ensayos con fertilizantes en maíz, durante el año 1963, bajo el programa de fertilizantes de FAO". 11a. Reunión del PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos alimenticios) Panamá 1965. pp. 46-49.
- 3.- LAIRD R. J. "La fertilización del maíz". Mejoramiento del maíz. Sexta Reunión Centroamericana, Managua, Nicaragua, 1960. pp. 49-50.
- 4.- LAIRD R. J. "Resumen general de los experimentos de fertilización llevados a cabo en forma cooperativa centroamericana para el mejoramiento de cultivos alimenticios durante el período 1960-1963". Mejoramiento del maíz. 10a. Reunión del PCCMCA. Guatemala. 1964. pp. 31-33.
- 5.- LIZARRAGA HECTOR. "Niveles de nitrógeno y modalidades de aplicación en Nicaragua". Mejoramiento del Maíz. 5ta. Reunión Centroamericana. Panamá, Panamá. Marzo 1959. pp.19-20.
- 6.- NICARAGUA. Ministerio de Agricultura y Ganadería. "Informe Anual del Departamento de Agronomía". 1954. 61 P.
- 7.- NICARAGUA. Ministerio de Agricultura y Ganadería. "Informe Anual del Departamento de Agronomía". 1957. 65 P.
- 8.- SALAZAR A. B. "El cultivo del maíz en Nicaragua". Tesis profesional no publicada. Departamento de Agronomía del M.A.G. (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1957. 13 P.
- 9.- SALAZAR A. B. "Informe del proyecto de pruebas extensivas con fertilizantes en maíz". No publicado. Managua, Nicaragua. 1964. 16 P.
- 10.- SALAZAR A. B. "Resumen de los trabajos realizados por el M.A.G." Ministerio de Agricultura y Ganadería. Trabajo no publicado. Departamento de Agronomía del M. A. G. Nicaragua. 1965. 22 P.
- 11.- STAN. Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. "Informe Anual del STAN". Nicaragua. 1955. 78 P.

- 12.- STAN. Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. "Recomendaciones Agronómicas para los cultivos de Nicaragua". Circular 23. Nicaragua. 1955. 16 P.
- 13.- STAN. Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. "Recomendaciones sobre fertilizantes para Nicaragua". Boletín 3. Nicaragua. 1957. 8 P.
- 14.- ZELAYA RONALD. "Efectos de niveles de Nitrógeno y fechas de siembra sobre los rendimientos del maíz". Mejoramiento del maíz. Sexta Reunión Centroamericana. Managua, Nicaragua. Febrero 1960. pp. 51-52.