

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE NIVELES DE NITRÓGENO Y GALLINAZA  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO EN DOS CULTIVARES DE MAÍZ  
(*Zea mays* L.), EN LA ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN”.**

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

**HÉCTOR LEONEL GUTIERREZ BARILLAS**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

*Guatemala, noviembre de 2,000*

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ
VOCAL CUARTO	Br. JACOBO BOLVITO RAMOS
VOCAL QUINTO:	BR. JOSÉ BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA
SECRETARIO	Ing. Agr. EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

Guatemala, Noviembre de 2000.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores miembros:

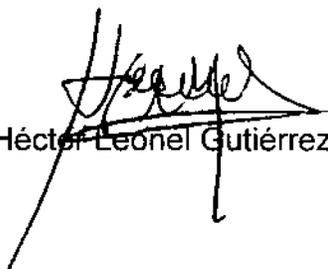
De acuerdo con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DEL EFECTO DE NIVELES DE NITROGENO Y GALLINAZA SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO EN DOS CULTIVARES DE MAIZ (Zea mays L.), EN LA ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN."

Como requisito previo a obter el titulo de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación, me suscribo.

Respetuosamente,

  
Héctor Leonel Gutiérrez Barillas

TESIS QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA

DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO

CASERIO QUIAQUIXAC, SAN LORENZO, HUEHUETENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA

INSTITUTO NORMAL MIXTO HUEHUETECO ALEJANDRO CRODOVA

ESCUELA RURAL MIXTA "SUNUL", SAN LORENZO HUEHUETENANGO

## ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS Padre Supremo que da la vida y la sabiduría, y por sus múltiples bendiciones.
- MIS PADRES Isidro Gutiérrez González y María Julia Barillas de Gutiérrez
- MI ABUELITA Modesta González Hernández (Q.E.P.D.)
- MI ESPOSA Rosa Castillo Galindo de Gutiérrez  
Por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de mi carrera  
(Que Dios te bendiga mi amor)
- MIS HIJAS Karin Francisca, Yeny Mishell, Rosita Ivonne y Mayra Virginia
- MIS SUEGROS Adalberto Castillo Castillo y en especial a Francisca Galindo  
Por el gran apoyo brindado en el desarrollo de mi carrera
- MIS HERMANOS Todos, en especial a Juan de Dios Gutiérrez Barillas por su apoyo (Que Dios te bendiga hermano)
- MIS CUÑADOS Todos, en especial a Víctor Castillo y J. Adalberto Castillo  
Por el apoyo brindado en todo momento
- MIS SOBRINOS Todos, especialmente a Wender Castillo
- MIS COMPAÑEROS: Juan Alberto Herrera Ardón, José Pablo Prado, José Ricardo Calderón, Jorge Emilio Alvisuriz, Salvador Rodríguez
- LOS AGRICULTORES DE LAS TROJES. En especial a Elías Orellana, Jorge Orellana, Pablo Ruiz y Alfonso Palacios. Por el apoyo y colaboración brindada en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- MIS AMIGOS EN GENERAL.
- LOS ESTUDIANTES Y PROFESIONALES QUE CONSULTEN ESTE DOCUMENTO

## AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES:           INGENIEROS AGRONOMOS JOSE JESUS CHONAY P. Y  
                                  EFRAIN MEDINA GUERRA

MIS COMPAÑEROS:       INGENIEROS AGRONOMOS RONALD GOMEZ ANZUETO,  
                                  JUAN ALBERTO HERRERA ARDON Y JOSE RICARDO  
                                  CALDERON

LOS DOCTORES:           ARIEL ORTIZ Y HUGO CARDONA

LOS INGENIEROS:        MAMERTO REYES, MARINO BARRIENTOS Y LUIS REYES

EN ESPECIAL A LOS AGRICULTORES DE LA ALDEA LAS TROJES

DON ALFONSO PALACIOS Y FAMILIA

DOÑA SALVADORA COLOP Y FAMILIA

A TODOS POR SU VALIOSA ASESORÍA Y APOYO EN LA REALIZACIÓN DEL  
PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN Y ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL

# INDICE

CONTENIDO	Pagina
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
I INTRODUCCION	1
II. DEFINICION DEL PROBLEMA	2
III. MARCO TEORICO	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1. Origen del maíz ( <u>Zea mays</u> L.)	4
3.1.2. Morfología del maíz	4
3.1.3. Condiciones agroecológicas del maíz	5
3.1.4. Variedades e híbridos de maíz sembrados en Guatemala	5
3.1.5. Siembra	6
3.1.6. Fertilización del maíz	7
3.1.7. Control de malezas	8
3.1.7.1. Control mecánico	8
3.1.7.2. Control químico	8
3.1.8. Plagas y enfermedades del maíz	8
3.1.8.1. Plagas del suelo y su control	8
3.1.8.2. Plagas de insectos chupadores del follaje	9
3.1.8.3. Plagas de insectos masticadores del follaje	9
3.1.8.4. Enfermedades en el cultivo de maíz	10
3.1.9. Cosecha del maíz	11
3.1.10. La materia orgánica en el suelo	12
3.1.11. El fertilizante en combinación con el estiércol	15
3.1.12. Experimentos relevantes	16
3.1.13. Fertilización de maíz con abono orgánico	19
3.1.14. Fertilización química del maíz con Nitrógeno	20
3.2. MARCO REFERENCIAL	22
3.2.1. Descripción general del lugar de la investigación	22
3.2.2. Material experimental	23
3.2.2.1. Cultivar de maíz criollo Las Trojes	23
3.2.2.2. Cultivar de maíz mejorado ICTA V-301	23
3.2.2.3. Gallinaza	24
3.2.2.4. Nitrógeno	24
IV. OBJETIVOS	25
V. HIPOTESIS	26
VI. METODOLOGIA	27
6.1. Analisis del suelo	27
6.2. Factores estudiados	27
6.3. Descripción de los tratamientos	27
6.4. Diseño experimental	28
6.5. Unidad experimental	28
6.6. Variables medidas	39
6.7. Descripción de las variables medidas	39
6.7.1. Rendimiento de grano	39

6.7.2. Altura de mazorca	30
6.7.3. Largo de mazorca	30
6.7.4. Diámetro de mazorca	30
6.7.5. Número de granos por mazorca	30
6.7.6. Número de hileras por mazorcas	31
6.7.7. Número de granos por hilera	31
6.7.8. Peso de grano	31
6.8. Manejo del experimento	31
6.8.1. Preparación del terreno	31
6.8.2. Siembra	31
6.8.3. Fertilización	32
6.8.4. Manejo fitosanitario	33
6.8.5. Manejo cultural	34
6.8.6. Cosecha	34
6.9. Análisis de la información	34
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
7.1. Análisis comparativo de acuerdo al ANDEVA de las variables evaluadas	36
7.1.1. Rendimiento	36
7.1.2. Altura posicional de la mazorca	40
7.1.3. Largo de mazorca	40
7.1.4. Número de granos por mazorca	41
7.1.5. Número de granos por hilera	42
7.1.6. Peso de 1000 granos	43
7.2. Análisis comparativo de medias	44
7.3. Análisis económico	49
7.3.1. Análisis marginal	49
7.3.2. Análisis múltiple de regresión	50
VIII. CONCLUSIONES	52
IX. RECOMENDACIONES	53
X. BIBLIOGRAFIA	54
XI. APENDICE	59

## INDICE DE CUADROS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pagina</b>
Cuadro 1. Características de las principales variedades e híbridos de maíz en Guatemala.	6
Cuadro 2. Tipos de fertilización para el cultivo de maíz ( <u>Zea mays</u> L.).	7
Cuadro 3. Resumen de factores, niveles y tratamientos evaluados en el experimento.	28
Cuadro 4. Análisis de varianza para rendimiento de grano, altura posesional de mazorca, largo de mazorca, diámetro de mazorca, número de granos por mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y peso de 1000 granos, en la aldea Las Trojes del municipio de Amatitlán, Guatemala. 1997.	37
Cuadro 5. Comparación de medias para el efecto de los niveles de Nitrógeno, en el trabajo realizado en Las Trojes, Amatitlán.	45
Cuadro 6. Comparación de medias para el efecto de los niveles de gallinaza evaluados en Las Trojes, Amatitlán.	47
Cuadro 7: Tasa de retorno marginal (TMR) para los niveles de Nitrógeno evaluados en el experimento realizado en la región de Las Trojes Amatitlán.	50
Cuadro 8. Tasa de retorno marginal (TMR) para los niveles de gallinaza evaluados en el experimento realizado en la región de Las Trojes Amatitlán.	50
Cuadro 9. Modelos y coeficiente de regresión, aplicados a los niveles de Nitrógeno y Gallinaza evaluados en Las Trojes Amatitlán.	51
Cuadro 10. Rendimiento de grano de maíz para cada tratamiento en la evaluación de niveles de Nitrógeno-gallinaza en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.	59
Cuadro 11. Altura promedio de mazorca en los tratamientos de la evaluación de niveles de Nitrógeno-gallinaza en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán	59
Cuadro 12. Largo de mazorca obtenido en los tratamientos de la evaluación de niveles de Nitrógeno y gallinaza en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.	60
Cuadro 13. Diámetro de mazorca, obtenido en los tratamientos de la evaluación de niveles de Nitrógeno y gallinaza en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.	60

Cuadro 14. Número de granos por mazorca, obtenido en los tratamientos de la evaluación de niveles de Nitrógeno-gallinaza en dos cultivares de maíz, Las Trojes, Amatitlán.	61
Cuadro 15. Número de hileras por mazorca, obtenido en los tratamientos de la evaluación de niveles de Nitrógeno-gallinaza en dos cultivares de maíz, Las Trojes, Amatitlán.	61
Cuadro 16. Número de granos por hilera, obtenido en los tratamientos de la evaluación de niveles de Nitrógeno-gallinaza en dos cultivares de maíz, Las Trojes, Amatitlán.	62
Cuadro 17. Peso de 1,000 granos obtenido en los tratamientos de la evaluación de niveles de Nitrógeno-gallinaza en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.	62
Cuadro 18. ANDEVA del rendimiento de grano de maíz del experimento realizado en la aldea Las Trojes, Amatitlán.	63
Cuadro 19. ANDEVA de la altura de mazorca experimento realizado en la aldea Las Trojes, Amatitlán.	63
Cuadro 20. ANDEVA de la longitud de mazorca del experimento realizado en la aldea Las Trojes, Amatitlán.	63
Cuadro 21. ANDEVA para diámetro de mazorca del experimento realizado en la aldea Las Trojes, Amatitlán.	64
Cuadro 22. ANDEVA del número de granos por mazorca del experimento realizado en la aldea Las Trojes, Amatitlán.	64
Cuadro 23. ANDEVA para el número de hileras por mazorca del experimento realizado en la aldea Las Trojes, Amatitlán.	64
Cuadro 24. ANDEVA para el número de granos por hilera, aldea Las Trojes, Amatitlán.	65
Cuadro 25. ANDEVA para el peso de 1000 de granos, aldea Las Trojes, Amatitlán.	65
Cuadro 26. Costo de producción por hectárea de maíz, cultivo no mecanizado.	66
Cuadro 27. Costo parcial respecto a los niveles de Nitrógeno y gallinaza en el cultivar criollo, aldea Las Trojes Amatitlán.	67
Cuadro 28. Análisis químico del suelo del área experimental, aldea Las Trojes, Amatitlán.	67
Cuadro 29. Análisis químico de gallinaza utilizada, Las Trojes, Amatitlán.	67
Cuadro 30. Composición química de la gallinaza temperizada y deshidratada.	67

Cuadro 31. Contenido de nutrientes en la gallinaza.	68
Cuadro 32. Dosis recomendable de gallinaza diferentes cultivos.	68
Cuadro 33. Resultados de las entrevistas realizadas a un grupo de agricultores respecto al uso de abonos y fertilizantes en el cultivo de maíz ( <u>Zea mays L.</u> ) en la comunidad de la Aldea Las Trojes, Amatitlán.	68

## INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pagina
<b>Figura 1.</b> Efecto de los niveles de Nitrógeno (kg/ha) en los cultivares de maíz evaluados en la comunidad Las Trojes, Amatitlán.	38
<b>Figura 2.</b> Comparación de los rendimientos obtenidos en los cultivares de maíz, criollo Las Trojes e ICTA V-301 ante los efectos producidos por la aplicación de los niveles de gallinaza. LasTrojes, Amatitlán.	40
<b>Figura 3.</b> Efecto de la interacción de los niveles de Nitrógeno-Gallinaza en la longitud de mazorca. Las Trojes, Amatitlán.	41
<b>Figura 4.</b> Efecto de la interacción de los niveles de gallinaza con los niveles de Nitrógeno con relación al número de granos por mazorca. Comunidad Las Trojes, Amatitlán.	42
<b>Figura 5.</b> Efecto de la interacción de los niveles de gallinaza con los niveles de Nitrógeno con relación al número de granos por hilera en el estudio realizado en la Comunidad LasTrojes, Amatitlán.	42
<b>Figura 6.</b> Efecto de la interacción de los niveles de gallinaza con los niveles de Nitrógeno con relación al peso de 1,000 granos, Las Trojes Amatitlán.	43
<b>Figura 7.</b> Efecto de la interacción de los niveles de Nitrógeno sobre el peso de 1,000 granos y los cultivares Criollo Las Trojes e ICTA V-301, en la comunidad Las Trojes Amatitlán.	44

## RESUMEN

### **EVALUACION DEL EFECTO DE NIVELES DE NITRÓGENO Y GALLINAZA SOBRE EL RENDIMIENTO EN DOS VARIEDADES DE VARIEDADES DE MAÍZ (Zea mays L.), EN LA ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN.**

### **YIELD EVALUATION OF TWO CORN VARIETIES (Zea mays L.), UNDER LEVELS OF NITROGEN AND POULTRY'S MANURE, IN THE VILLAGE OF LAS TROJES, AMATITLAN.**

Guatemala es un país que económicamente depende de la agricultura, ya que un 54% de la población se dedica a la actividad agrícola y generan el 25% del producto interno bruto. De los granos básicos que se producen en el país, el maíz (Zea mays L.) constituye parte fundamental en la dieta alimenticia para la población, especialmente la ubicada en el área rural.

De acuerdo con el Banco de Guatemala (20), en 1,992-97, el área cosechada y los rendimientos se redujeron en forma considerable. En el año agrícola 1992/93 se cosecharon 724,895.10 ha, en las que se obtuvo una producción de 954,364,973 kg. En la temporada de 1,996/97, se cosecharon 575,594.41 ha, con una producción de 683,972,132.50 kg siendo el rendimiento promedio de 1,915.18 kg/ha, para ambas temporadas. Con los niveles de producción que se obtienen en Guatemala, no se tiene la capacidad de satisfacer la demanda interna, ya que las importaciones durante 1,993, fueron 144,109,372 kg., a un costo de Q.139,949,000.00. En la temporada de 1,996, Guatemala importó 214,006,390 kg, a un costo de Q.262,370,000.

En la región de Las Trojes del municipio de Amatitlán, entre los principales cultivos, se encuentra el maíz, cultivado característicamente en forma no mecanizada y al 100 % dependiente del consumo de fertilizantes, aunque el 72.73% de los agricultores utilizan abono orgánico. Normalmente la población acostumbra la aplicación de 147.53 kg./ha de fertilizante, lo que significa una inversión de Q. 308.34, con lo que se obtiene un rendimiento promedio de 1,989.88 kg./ha de grano de maíz (1.92 qq/cuerda de 25x25 Varas). En relación con el abono, se utilizan 2,285.50 kg./ha, lo cual significa un costo de Q. 548.52 (Q.23.98/cuerda). El alto costo de los fertilizantes en la actualidad, el empobrecimiento de la capa productiva del suelo como

consecuencia del monocultivo, el uso desmesurado de los productos químicos y el bajo conocimiento y aplicación de prácticas de conservación de los suelos, ha provocado que en los últimos años, el área cultivada y los rendimientos disminuyan en forma acelerada, favorecido por el uso de áreas potencialmente inadecuadas para cultivos limpios; además, se debe agregar que los agricultores locales desconocen el estado nutricional del suelo, por lo que el uso de fertilizantes y orgánicos se realiza en forma tradicional y a medida en lo que el factor económico lo permite.

En el presente trabajo de investigación se evaluaron niveles de Nitrógeno y gallinaza en dos cultivares de maíz con el propósito de determinar el efecto de los niveles de Nitrógeno y gallinaza sobre el rendimiento de grano de maíz en los cultivares criollo Las Trojes y mejorado ICTA V- 301 y el tratamiento que aportó la mayor tasa marginal de retorno al capital.

Los niveles de Nitrógeno que se evaluaron fueron: 0, 35 y 70 kg./ha, y los niveles de gallinaza fueron: 0, 1,500 y 3,000 kg./ha, evaluados en los dos cultivares de maíz, bajo un diseño experimental de Bloques al Azar en Arreglo Combinatorio con 18 tratamientos y 3 repeticiones. El área total del experimento fue de 1,800 m<sup>2</sup> y la unidad experimental fue de 25 m<sup>2</sup>.

Dentro de los resultados obtenidos, se encontró que, entre los cultivares de maíz Criollo Las Trojes e ICTA V-301 no se manifestó diferencia en el rendimiento de grano al 5% de probabilidad.

De acuerdo con el análisis económico, La mayor tasa marginal de retorno (TMR) fue de 10.25 (1025%) y correspondió para el tratamiento de 35 kg. de Nitrógeno/ha con 0 kilogramos de gallinaza, con lo que se obtuvo un rendimiento de 4318 kg de grano de maíz/ha.

## I. INTRODUCCION

El acelerado crecimiento poblacional, que de acuerdo con Martínez (30) será de 8,000,000,000 a nivel mundial para el año 2,000 y particularmente para Guatemala de 12,000,000, calculado sobre una tasa de crecimiento del 2.8%, donde el nivel de pobreza nacional asciende al 70% y específicamente en el área rural hasta del 80%; de la cual el 54% depende de la agricultura que genera el 25% del producto interno bruto. A nivel nacional, en la producción de alimentos, en especial la de granos básicos, el maíz constituye parte fundamental en la dieta alimenticia.

De acuerdo con el Banco de Guatemala (22) el área cosechada de maíz y los rendimientos por unidad de área, se han venido reduciendo en forma considerable año con año; ya que en la temporada 1992/93 se cosecharon 724,895.10 ha y en 1,996/97 se cosecharon 575,594.41 ha con un rendimiento promedio de 1,915.18 kg/ha, para ambas temporadas.

De acuerdo a lo anterior la producción de maíz no es suficiente para abastecer la demanda interna, lo cual se demuestra a continuación. Según el Banco de Guatemala (22) en la temporada 1,992/93 se importaron 94,272,892.75 kg de grano de maíz, lo cual significó un egreso para el país de Q. 90,051,600; y en 1996/97, se importaron 214,478,207.50 kg de grano de maíz a un costo de Q. 262,370,400. Siendo urgente e importante la búsqueda de alternativas que permitan incrementar la producción por unidad de área tales como: manejo de las condiciones climatológicas, utilización de materiales potencialmente más productivos, un efectivo control de plagas, utilización de fuentes de nutrición complementarias, épocas de siembras y prácticas de conservación de suelos entre otras.

El presente trabajo de investigación se realizó en la aldea las Trojes del municipio de Amatitlán, Guatemala; evaluándose el efecto de niveles de Nitrógeno y gallinaza sobre el rendimiento de grano de maíz Zea mays L., en los cultivares criollo Las Trojes e ICTA V-301.

## II DEFINICION DEL PROBLEMA

Guatemala sustenta su economía en la producción agrícola, actividad que se dificulta por incrementos bruscos en el precio de los insumos, lo cual incide en que los costos de producción sean elevados, haciéndola poco rentable. Actualmente debido al monocultivo, la ausencia de prácticas de conservación de suelos y el uso desmedido de agroquímicos, la capa productora del suelo se encuentra pobre nutricionalmente. FERTIPEST (16) indica que a pesar del uso de fertilizantes en la producción, se obtienen rendimientos no satisfactorios y a costos muy elevados.

Dentro de los granos básicos, al maíz se le incluye como el grano de mayor importancia en el ámbito guatemalteco, por constituir la base alimenticia de la mayoría de la población, especialmente en la comunidad Las Trojes, en donde el 100% de las familias lo incluyen en su dieta alimenticia.

Se considera que las causas principales del bajo rendimiento por unidad de área son: condiciones climáticas adversas, empobrecimiento nutricional del suelo, elevado costo de insumos (especialmente fertilizantes, según Cuadro 36 el costo promedio del fertilizante es de Q. 95.04 por 45.399 kg) y pérdida del vigor híbrido del material genético.

Las estadísticas del Banco de Guatemala(22) describen que el costo de producción por hectárea de maíz es de Q 5,393.28 y la inversión por fertilizantes constituye el 23.93%.

En la comunidad Las Trojes, Cuadro 36, el 63.40% de los agricultores aplican abono, en el cultivo del maíz y el 100% de los mismos aplican fertilizantes en las siguientes formulaciones: 15-15-15 y 46-0-0, en mayor cantidad y 16-20-0, 20-20-0 y 12-24-12, en menor cantidad.

Los agricultores en mención, utilizan en promedio 150.04 kg./ha de fertilizante y 2,773.06 kg de abono, siendo la principal fuente la gallinaza deshidratada, además aplican estiércol vacuno y

que es de 1,915.18 kg/ha, se observa que son muy similares. Es importante resaltar que de acuerdo con las prácticas modernas mundiales de agricultura, este rendimiento promedio nacional es muy bajo.

Los agricultores de la comunidad las Trojes no realizan análisis de suelos, desconocen el estado nutricional del suelo y los requerimientos nutricionales del mismo, aunado al analfabetismo de la región, no les es posible establecer dosis de fertilizantes o abonos, fuentes y fórmulas a utilizar. En tal sentido aplican fertilizantes y abonos en forma empírica, utilizando cantidades muy variadas, por lo que la mayoría de veces aplican más o menos fertilizante de lo que normalmente requiere el cultivo.

Por lo anteriormente expuesto, se hace necesario estudiar las alternativas para la producción de maíz, dentro de las cuales se pueden mencionar la utilización de técnicas de la agricultura orgánica, que permiten la recuperación de las propiedades físicas de los suelos y facultan los mejores rendimientos que a través de la agricultura convencional se han ido degradando, cuyos efectos se hacen evidentes por la pérdida de la capacidad productiva.

En respuesta a la problemática de la región objeto de estudio en el presente trabajo se evaluaron diferentes niveles de fertilizante nitrogenado en combinación con niveles de gallinaza en los cultivares de maíz criollo Las Trojes e ICTA V-301, ambos de grano de color blanco, con el propósito de determinar el cultivar potencialmente más rendidor y el nivel de fertilizante combinado con abono, que permita obtener rendimientos altos a un costo favorable dentro de la economía campesina.

### III MARCO TEORICO

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1. Origen del maíz (Zea mays L.)

De acuerdo con Dowswell (14), Gudiel (21), y Spargue (52) las características principales de la planta de maíz son como se describen a continuación: existen versiones que hablan que los Aztecas ya manejaban las cruces de las diferentes clases de maíz (hibridación). La teoría más aceptada sobre el origen del maíz es que proviene de mejoras, cruces y selecciones hechas por la naturaleza y por los indígenas Aztecas, Maya/Quiché o peruanos, teniendo como progenitor el Teocinte (Euchlaena mexicana) y del maíz Tunicata. Otro ancestro del maíz, puede ser el Tripsacum dactiloides, originario de México. La planta de maíz no se menciona en la Biblia ni en el libro de los Vedas, no constituye vocablo de los idiomas: Transcrito, hebreo o griego. Además, nunca se ha encontrado grano ni espiga fosilizada. No es representado en Asia, tampoco lo citan los escritores romanos como Virgilio. En tanto que en el Quetzalcoat y en el Popol Vhu se cita dicha planta. Concretamente se dice que el maíz es originario de América, considerándose el primer centro de origen en México y Guatemala. El segundo centro de origen se encuentra en el Perú, Ecuador y Bolivia.

##### 3.1.2. Morfología del maíz:

La planta de maíz desarrolla raíces de tipo fibroso y voluminosa y a la vez puede desarrollar raíces adventicias que le sirven de sostén a la planta; estas son escasas gruesas y nacen a partir del tercer nudo hacia arriba del tallo. La planta de maíz presenta tallo primario y en algunas

150 cm y en la planta se les encuentra en número de 12 a 18. En lo que respecta a la inflorescencia, la planta de maíz es monoica, las flores son de color amarillo, el fruto (semillas) es de forma ovoide con ápice agudo obtuso, redondeado y comprimido, siendo este variable en color y el tamaño va de 0.50 hasta 2.5 cm de largo y de 0.5 a 1 cm de ancho (14, 21, 52).

### **3.1.3. Condiciones agroecológicas del maíz:**

El maíz es un cultivo que se adapta a cualquier clima, a alturas comprendidas entre los 0 y 2,745 msnm. Existen materiales específicos para clima cálido y frío. Las temperaturas deben oscilar entre 18-25 °C. En cuanto a los requerimientos del suelo, el maíz es una planta muy cosmopolita, vegeta bien en cualquier clase de suelo, no obstante, prefiere los suelos de clase textural francos, fértiles, profundos, drenados y con un pH de 6 a 7.5. Se adapta muy bien bajo condiciones de precipitación pluvial de 800 a 3,000 mm distribuidos durante todo el año (14, 21, 52).

### **3.1.4. VARIEDADES E HIBRIDOS DE MAIZ CULTIVADAS EN GUATEMALA:**

El Cuadro 1 presenta la descripción de las características particulares de cada una de las variedades de maíz sembradas en Guatemala.

Cuadro 1. Características de las principales variedades e híbridos de maíz en Guatemala.

No.	Variedad	Altura planta (m)	Color de grano	Adaptación (msnm)	dds	Rendimiento (kg)
1	ICTA B-1	2-2.2	Blanco	0-1,500	115-120	3,904.39
2	HB-83	2.2	Blanco	0-1,500	120	4,539.99
3	Nutricia	2	Blanco	0-1,500	120	3,268.79
4	H-3	2	Blanco	0-1,500	120	4,539.99
5	H-5	2	Blanco	0-1,500	120	4,539.99
6	Chuivarreto	2.25	Amarillo	2,500-2,700	120	3,904.39
7	San Marceño	2.25	Amarillo	2,250-2,350	270	4,539.99
8	Guateian Xela	2.25	Amarillo	2,250-2,350	230	3,904.39
9	Compuesto	2.5	Blanco	2,250-2,350	270	4,857.79
10	La máquina	2.2	Blanco	0-1,000	115	3,904.39
11	HA-28	2.2	Amarillo	0-1,000	115	4,539.99
12	Ha-46	2.2	Amarillo	0-1,000	115	4,539.99
13	ICTA HA-A	2.2	Amarillo	0-1,000	95	3,904.39
14	ICTA A-6	2.2	Amarillo	0-1,000	100	3,904.39
15	Pioner X-105	2.5	Blanco	0-4,220	110	3,904.39
16	Tropical	2.14	Blanco	0-1,500	120	3,949.79
17	ICTA HA-44	2.14	Amarillo	0-1,000	115	4,539.99
18	HB-11	2.1-2.2	Blanco	0-3,000	230	4,539.99
19	HB-33	2.1-2.2	Blanco	0-3,000	230	4,539.99
20	ICTA V-301	2.7	Blanco	1,220-2,439	210-240	5,833.89
21	ICTA V-302	2.96	Amarillo	1,600-1,800	20-240	5,062.09
22	Don Marshal	2.2	Blanco	1,600-1,800	210-240	4,943.99
23	ICTA HB-85	2.2	Blanco	0-1,220	110	5,175.59
24	HBS-3	2.2	Blanco	0-1,220	110	5,175.59
25	HR-5, HR-15, HR-17, HR-93, etc.	1.7-2	Blanco	0-1,400	95-100	> de 5,000

FUENTE: Gudiel(21), ICTA(24) y Gutiérrez(26)

dds = Días después de la siembra.

### 3.1.5. Siembra:

De acuerdo con Gudiel(21) e ICTA(24) la siembra del maíz se hace manual o mecanizada y la forma de siembra puede ser en surcos o en camellones. Cuando la siembra se realiza en forma mecanizada, se puede utilizar el método rectangular en donde la distancia entre surco es mayor que la distancia entre plantas. Se aconseja una densidad de 57,200 plantas por ha como población final. Previo a la siembra es necesario un paso de chapeadora, luego pasar el arado a una profundidad de 30 cm, finalmente pasar la rastra dos veces en forma cruzada. Con el segundo paso de rastra se recomienda aplicar al voleo algún insecticida granulado para el control de las

plagas del suelo. La cantidad de semilla necesaria para sembrar una hectárea es de 16-20 kg. Si la siembra se hace manualmente se puede dar una distancia de 90-100 cm entre surcos y de 25-50 cm entre plantas, colocando de dos a tres semillas por postura enterrada a una profundidad de 5 cm en el suelo.

En la región del altiplano occidental se acostumbra sembrar a distancias de 1 m entre surcos y de 0.80-1 m entre plantas, colocando de 4-5 semillas por postura. En cuanto a la época de siembra, la mayor parte del maíz se produce en época lluviosa, pudiéndose sembrar durante todo el año donde hay posibilidad de riego.

### 3.1.6. Fertilización del maíz:

El cuadro 2 presenta el plan de fertilización para el cultivo de maíz, tomando como base el análisis de suelo realizado para tal efecto.

El Nitrógeno es indispensable para la formación del follaje y para el buen desarrollo del fruto.

El fósforo es indispensable para la floración, fructificación, formación de la semilla y para el buen desarrollo radicular.

El potasio es indispensable para la coloración y sabor del fruto, asimilación de nutrientes y proporciona resistencia de ciertas enfermedades a la planta (24).

Cuadro 2. Tipos de fertilización para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

No.	deficiencia	Requerimiento (kg/ha)	Cantidad (kg/ha)	Fórmula	Época de aplicación
1	N-P-K	104-50-59	389.54	15-15-15	S
			97.38	46-0-0	C
2	N-K	104-0-59	97.38	46-0-0	S
			324.61	0-0-60	S
			129.84	46-0-0	25-30dds
3	N-P	104-50-0	292.15	16-20-0	S
			129.84	46-0-0	C
4	N	104-0-0	104	46-0-0	10 dds
			129-0-0	129	46-0-0

FUENTE: ICTA(24) S= momento de la siembra. C= momento del candeo.

### 3.1.7. Control de malezas:

De acuerdo con Gudiel (21) y Gutiérrez (26) existen las siguientes maneras para hacer el control de malezas en el cultivo de maíz, las que se describen a continuación:

#### 3.1.7.1. Mecánico:

La primera limpia se hace con azadón a los 25 ó 30 días después de la siembra y la segunda se hace a los 45 ó 50 días después de la siembra, coincidiendo con la calza, y a veces es necesario realizar una tercera limpia a los 70 dds.

#### 3.1.7.2. Químico:

De acuerdo con González (20) y Gruneberg (25) el control de las malezas en el cultivo del maíz se puede hacer utilizando los herbicidas que a continuación se describen:

A base de Atrazina, aplicado de preferencia antes de la siembra a razón de 2 kg/ha.

### 3.1.8. Plagas y enfermedades del maíz:

De acuerdo con Gudiel (21), ICTA (24) y Gutiérrez(26) las plagas y enfermedades que mayormente afectan el cultivo de maíz y el control de las mismas se describe a continuación:

#### 3.1.8.1. Plagas del suelo y su control:

Gallina ciega (Phyllophaga sp.) y Melolonta sp) gusano nochero o trozador (Agriotes sp), Prodenia y Feltia sp), gusano alambre (Agrotis sp) y nemátodos de los géneros Dytilenchus sp., Rhотilenchus sp y Pratylenchus sp.

Para el control se pueden utilizar plaguicidas como: Chorlpyrifos, en dosis de 98-130 kg/ha aplicado al suelo antes de la siembra. Para el control de nematodos en el cultivo de maíz, se pueden utilizar los insecticidas nematicidas: Ethoprop, Carbofurán en dosis de 60-82 kg/ha, o Phenamiphos

15 cm y con textura franco arcillo-arenoso, color café claro a oscuro, además se encuentra el subgrupo I-D, caracterizado por suelos poco profundos desarrollados sobre materiales volcánicos, en donde podemos encontrar la serie de suelos Fraijanes (Fr).

La serie de suelos Fraijanes (Fr) son suelos moderadamente profundos desarrollados sobre tobas volcánicas, en un clima húmedo seco, ocupando relieves de inclinadas a muy inclinadas; el suelo superficial a una profundidad de 25 cm, presentando una textura franco y franco arcilloso de un color café oscuro.

### **3.2.2. MATERIAL EXPERIMENTAL:**

#### **3.2.2.1 Cultivar Criollo "Las Trojes":**

Según entrevistas con los agricultores de la región de Las Trojes, éste cultivar tiene requerimientos de clima y suelo similares a los requeridos por el cultivar ICTA V-301. Este material de maíz blanco con plantas de aproximadamente 2.80 m de alto y presenta un rendimiento aproximado de 2,587.79 kg/ha.

#### **3.2.2.2 Cultivar ICTA V-301:**

Este material de maíz presenta plantas con tallos que tienen el 50% de color verde y el otro 50% de color morado, se le pueden encontrar de 15-16 nudos por planta. La longitud de los entrenudos es de 20-21 cm y la altura de planta es de 2.25 m. Las hojas presentan una longitud de 98-106 cm y un ancho de 10-11 cm. La longitud del pedúnculo de la espiga es de 9-10 centímetros y el número de ramas por espiga es de 18-21, algunas con el 70% de color morado, el 30% de color amarillo y el tipo de panoja es abierta. El 50% de las mazorcas presenta estigmas de color púrpura y el 50% de color amarillo. Presenta una altura de mazorca de 1.25 m; la mazorca es de forma cilíndrica con una longitud de 25 cm, hileras rectas en número de 18 por

#### 3.1.8.4. Enfermedades en el cultivo de maíz:

Dentro de las enfermedades causadas por hongos y que afectan al cultivo de maíz están: Mancha café o Peca (Physoderma maydis), es de importancia en regiones cálidas y húmeda, este hongo ataca tallos, vainas, hojas brácteas. El hongo en mención provoca manchas cloróticas alternadas en el tejido sano en el haz y envés de las hojas; en las nervaduras de las hojas las manchas son de color café y redondas, además ataca el entrenudo de las plantas produciendo el acame de las plantas.

Roya común (Puccinia sorghu), ataca las plantas en floración provocando pústulas pequeñas de color café oscuras en el haz y el envés de las hojas, al final de su desarrollo se tornan negro y revientan. Roya causada por polysora (Puccinia polysora), este hongo provoca manchas ovales debajo de la epidermis encontrándose al centro una mancha blanca. La roya tropical (Physopella zae), tiene importancia en regiones cálidas y húmedas, el principal síntoma es la presencia de manchas de color café y en forma de rombo. Mancha foliar (Cercospora zae), ésta es de importancia económica en zonas templadas y húmedas. Tison foliar (Helminthosporium maydis), los síntomas son característicos con manchas café que se alargan y unen quemando zonas completas de la hoja.

El tizón común (Helminthosporium furcicum) es la enfermedad más importante en el cultivo de maíz y causa manchas onduladas de color café que luego se alargan llegando a quemar completamente el follaje; el daño comienza de abajo hacia arriba, siendo de importancia en zonas templadas y húmedas. Rayado foliar por diplodia (Diplodia macrospora), a éste hongo se le encuentra en regiones cálidas y húmedas causando principalmente pudriciones de la mazorca, pero en condiciones apropiadas daña también el follaje. Los síntomas se caracterizan por lesiones necróticas paralelas a las nervaduras, semejantes a las machas producidas por algunas bacterias o por Helminthosporium turcicum pudiéndose diferenciar al observarlas a contraluz. Las

lesiones tienen un margen amarillo angosto el cual no lo produce el otro el otro patógeno. Pudrición del tallo por Phytium (Phytium apahaudermaum y Phytium sp).

Estas especies de hongos pueden causar pudriciones de tallo, de la semilla o plántulas poco después de la siembra. Normalmente los entrenudos superiores se suavizan y oscurecen tomando un aspecto acuoso, lo cual provoca acame de las plantas. Las plantas dañadas pueden permanecer vivas hasta que todo el tejido vascular sea dañado. Pudrición de la mazorca por Giberella zeae esta enfermedad es más común en localidades frías y húmedas. El síntoma común es que se produce una coloración rojiza en los granos principiando por la punta de la mazorca, siendo visible la formación de un micelio rojo que crece sobre los granos. Pudrición de la mazorca (Gibberella fujikoroj), a esta enfermedad se le conoce como pudrición de granos por fusarium. Este hongo se le cataloga como el más común en las pudriciones de la mazorca en todo el mundo, principalmente en clima cálido húmedo o seco, el daño se presenta en granos individuales o en áreas pequeñas afectando varios granos en la mazorca.

Los granos infectados también desarrollan un micelio algodonoso y pueden llegar a germinar aun en el raquis, si la infección de los granos es tardía, estos presentan un rayado en el pericarpio. Cuando existe daño en el grano por barrenador es común encontrar daño asociado con Gibberella fujikoroj. Para el control de estas enfermedades, se recomienda: a) Uso de variedades o híbridos resistentes, b) Tratamiento de semillas previo a la siembra, c) Uso de variedades transgénicas d) aplicación de fungicidas protectantes y sistémicos tomando en consideración la especie de hongo que aparezca en el cultivo ya establecido (21, 24 y 26).

### **3.1.9. Cosecha del maíz:**

De acuerdo con el ICTA (24) la cosecha del maíz se realiza entre los 100, 120 y 270 dds, según la zona del cultivo. Normalmente la cosecha se realiza de los 100-120 días, para variedades que se establecen de los 0 a los 1,000 msnm. Generalmente la cosecha en nuestro

medio se realiza de manera manual. La cosecha se inicia con la dobla 10-15 días antes del corte de las mazorcas cuyo propósito es paralizar la actividad vegetativa para que la mazorca reduzca su contenido de humedad. El corte de las mazorcas se realiza cuando el maíz contiene como máximo un 20% de humedad. En el ámbito comercial, la cosecha se realiza por medio de cosechadoras acopladas a tractor o combinadas.

### **3.1.10. La Materia Orgánica en el suelo:**

Según Bornemiza (4) la materia orgánica es la fracción que incluye residuos vegetales, células orgánicas que viven en el suelo, sustancias producidas por los habitantes del suelo. La materia orgánica juega un papel importante en la mayoría de las características físicas del suelo y es el centro de toda actividad biológica; incluye la microflora y las raíces de plantas superiores. Además, la materia orgánica interviene en: a) Suministro de elementos esenciales y compuestos orgánicos; b) mineralización; c) estabilización de la reacción por su poder amortiguador; d) Aumento de la capacidad de intercambio catiónico y e) Regulación de los niveles de disponibilidad de los nutrientes, formando sustancias orgánicas solubles.

De acuerdo con Fassbender (15) Tysdale y Nelson (54) las transformaciones más importantes en los procesos de mineralización y humificación son de naturaleza bioquímica. Luego de la destrucción mecánica y física de los restos vegetales y animales, se produce el ataque por parte de los microorganismos que a partir de jugos gástricos y enzimas, realizan la destrucción de los compuestos orgánicos y la liberación de los minerales. La mineralización de los compuestos nitrogenados orgánicos se realiza en tres etapas: a) Aminización, b) Amonización y c) Nitrificación. Las primeras se realizan por medio de microorganismos heterótrofos y la tercera etapa la realizan bacterias autótrofas. Estos procesos dependen de la disponibilidad relativa del material alimenticio, carbono y Nitrógeno para los organismos. Si en la materia orgánica se encuentra demasiado material carbonoso, el Nitrógeno se inmoviliza.

De acuerdo con Tisdale y Nelson (54) la proporción del porcentaje de Carbono (C) respecto al Nitrógeno se denomina relación C/N, la cual define las cantidades de éstos elementos. La relación C/N de la materia orgánica estable en el suelo es de aproximadamente 10:1 y cuando la relación es mayor de 30:1, existe una inmovilización del Nitrógeno durante el proceso de descomposición inicial. Para la relación 20:1 a 30:1 puede que no se dé la inmovilización inicial ni la liberación mineral del Nitrógeno.

Sacabajá (45) menciona también que el Nitrógeno de compensación, es la cantidad que hay que adicionar a los materiales orgánicos con alta relación C/N, con el propósito de reducir el tiempo de mineralización e inmovilización. El mismo autor en su trabajo de investigación titulado, "Evaluación de tres fuentes materia orgánica con diferentes relaciones de C/N, con cuatro niveles de Nitrógeno de compensación en el cultivo de trigo (Triticum aestivum L.)", encontró diferencias significativas entre las relaciones C/N de 6:1, para la gallinaza que combinada con los niveles de nitrógeno, produjo los promedios de rendimientos mas altos (4,503.75 kg de grano/ha). Dicho autor concluye que para la gallinaza con relación C/N de 6:1, no es necesario aplicar Nitrógeno de compensación.

FERTIPEST(16) menciona que entre las características de la materia orgánica están: a) rápida disponibilidad de microorganismos al suelo y plantas; b) alta concentración de materia orgánica y nutrientes minerales, c) incomparables beneficios a las condiciones físicas y químicas del suelo, d) costos bajos y e) facilidad de manejo. Las condiciones anteriormente descritas, permiten a la gallinaza asociarse con menores dosis de fertilizantes químicos por unidad de área y obtener aumentos en la producción agrícola, los cuales fácilmente alcanzan a largo plazo en las condiciones físicas y químicas, favoreciendo principalmente la estructura del suelo, enmienda de las condiciones de acidez del suelo, permitiendo pH adecuados a los diversos cultivos, debido al calcio disponible, mejora las condiciones químicas asociadas a la interacción de la materia orgánica, disminuyendo los niveles de toxicidad de ciertos nutrientes minerales como **Aluminio (Al)**

y otros; corrección en la presencia de fosfatos insolubles y otros elementos esenciales para las plantas. La FAO en cultivos de maíz establecidos en Colombia, Ecuador, Panamá, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Guatemala, reportó aumentos promedio de 70% en la producción por unidad de área, con una rentabilidad promedio para el capital invertido en abonos orgánicos de 600%.

Matheu (31) menciona que el contenido de materia orgánica en el suelo es muy variable y que varía desde cantidades muy bajas en los suelos desérticos hasta un 90-95% en los suelos turbosos. En un suelo típico, el contenido promedio de materia orgánica es alrededor de 3-5% en peso, en su capa superficial. La materia orgánica se agrupa en dos categorías: a) Humus: material relativamente estable, resistente a una rápida descomposición, color negro y de naturaleza coloidal y la capacidad para almacenar nutrientes, agua y iones es mayor que la de la arcilla. b) Materiales orgánicos: sujetos a descomposición rápida, materiales que van desde residuos frescos de las cosechas a aquellos que por una cadena de reacciones de descomposición, se aproximan a un cierto grado de descomposición.

El mismo autor explica que la importancia de la materia orgánica radica en la influencia que ésta tiene sobre muchas características del suelo como: cambiando el color, favoreciendo la formación de agregados, reduciendo la plasticidad y cohesión, aumentando la capacidad de retención de humedad, la capacidad de intercambio catiónico y también la disponibilidad de N, P y S, a través del proceso de mineralización, también la regulación del pH a través del aumento de su capacidad tampón, la producción de sustancias inhibitoras y activadoras del crecimiento; importantes para la flora microbiana del suelo y la participación en procesos pedogenéticos debido a sus propiedades de precipitación de quelatos y otros. La materia orgánica del suelo puede incrementarse con aplicaciones de estiércol, con el uso de abonos verdes y aplicando gallinaza.

### 3.1.11. El fertilizante en combinación con el estiércol:

La mayor fuente de nitrógeno en los suelos es la materia orgánica, afirmando que el 90-99% del Nitrógeno del suelo existe en forma orgánica y por lo mismo las plantas no lo pueden aprovechar en cantidades significativas, Matheu (31).

Buckman y Brady (5) mencionan que la materia orgánica del suelo puede incrementarse con aplicaciones de estiércol, con el uso de abonos verdes y aplicando gallinaza. Tysdale y Nelson (54), afirman que una aplicación de 25,000 kg./ha de estiércol aportaría de 2,000 a 5,000 kg de materia orgánica, debido a que contiene de 50-80% de agua. Además, señalan algunas comparaciones entre el estiércol y los abonos comerciales, por ejemplo en Rothamsted en un suelo arcillo, los abonos químicos usados durante 100 años han sido tan efectivos como el estiércol, para la producción de trigo en forma continua.

Selke (50) señala que una estercoladura de 22,000 kg./ha equivale a una abonado mineral de 30 a 40 kg. de Nitrógeno, 40 a 50 kg. de  $P_2O_5$  y 110 a 130 kg. de  $K_2O$ . Matheu (31) menciona que Gerike en 500 ensayos sobre patatas concluyó que el efecto del Nitrógeno fertilizante es de un 23% más alto con estiércol que sin él. Gruneberg (25) sostiene que entre las diversas clases de cereales, el maíz es el que mejor aprovecha el estiércol como abono, considerándolo ideal para dicho cultivo, debido a que la mayor demanda de nutrientes la efectúa esta planta en los períodos avanzados de su crecimiento y el estiércol va suministrando lentamente los elementos nutritivos llegando a tener su mayor acción precisamente en la época en que son más necesarios.

Nilsen (34) en experimentos sobre rotaciones de larga duración con estiércol y abonos comerciales en Studsgard en Dinamarca, calculó que el total de los elementos nutritivos contenidos en el estiércol son tan asimilables como los abonos químicos. El 60% del Nitrógeno, el 80% del  $P_2O_5$ , y el 70% del  $K_2O$ , es lo que asimila en el estiércol; además, se puede generalizar que en el estiércol se recuperan 3/4 de Nitrógeno, 4/5 de Fósforo, 9/10 de Potasio y 1/2 de humus,

significando pérdidas del 25, 30, 35 y 45% de esos constituyentes, que deben tomarse en cuenta y así estimar el valor del estiércol para la conservación de la fertilidad.

Cooke (9) con relación al uso de abonos orgánicos y fertilizantes juntos; concluye que los abonos orgánicos ayudan en dos formas: a) Producir las cosechas proporcionando fósforo y potasio, justamente como los fertilizantes lo hacen y b) Mejoran las condiciones del suelo y lo convierten en sitio mejor para que las plantas vivan en él.

Matheu (31) menciona que los maíces híbridos deben ser cultivados de ser posible en suelos profundos y fértiles, requiriendo una estercoladura de 20,000 a 30,000 kg/ha o su equivalente en composta. La aplicación de 100 kg de  $P_2O_5$ , 110 kg. de  $K_2O$ , y 45 kg de Nitrógeno/ha al momento de la siembra y con la primera escarda se debe aplicar 45 kg de Nitrógeno/ha.

De acuerdo con Sacbajá(42) una buena gallinaza como fertilizante debe contener 2% N, 2%  $P_2O_5$  y 1%  $K_2O$ , de tal manera que al incorporar 5,000 kg/ha, equivale a aplicar 500 kg de la fórmula 20-20-0 de N-P-K. FERTIPEST(16) recomienda aplicar de 570 a 1,430 kg de gallinaza/ha en forma hidratada, incorporada al suelo en el momento de la preparación, previo a la siembra, en banda lateral o al voleo en cobertura total para granos básicos; sorgo, maíz, trigo, etc.

### **3.1.12. Experimentos relevantes:**

Carrillo Guerra (6) en 1992 en su trabajo de Investigación de tesis titulado, "Evaluación de tres niveles de abono orgánico, con aplicación de cinco niveles de Nitrógeno de compensación en el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.), en Moyuta Jutiapa. Concluye que el mejor rendimiento de grano de maíz fue de 4,587 kg/ha, con la aplicación de 10,000 kg/ha de pulpa de café, en combinación con 100 kg/ha de Nitrógeno de compensación, aportando además la mayor relación beneficio/costo, la cual fue de 1.91.

García González (16) en 1994 en su trabajo de Investigación de tesis titulado, "Evaluación

de N, P y materia orgánica sobre el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.), en Pochuta Santa Apolonia en Chimaltenango, concluye que con los niveles de 75 kg/ha de Nitrógeno, 100 kg/ha de  $P_2O_5$  y 5,000 kg/ha de materia orgánica (estiércol bovino), obtuvo un rendimiento de 5,062.50 kg/ha de grano de maíz. Además informa dicho autor que las interacciones de los factores estudiados no afectaron el rendimiento.

Matheu (31) describe que para maíces híbridos basado en 47 ensayos de fertilización, recomienda para superficies no tratadas con estiércol o abonos verdes como las leguminosas, se deben enterrar de 370 a 620 kg de fertilizante compuesto de la fórmula 0-20-20 ó 0-10-10, al mismo tiempo recomienda una fertilización inicial de 310 a 370 kg de nitrato o sulfato de amonio y más tarde una aportación de cobertura de 250 kg de los mismos fertilizantes nitrogenados. Si se aplica estiércol o se entierran leguminosas como abono verde, bastará una aplicación de 250-370 kg/ha de la fórmula 4-16-16 ó 5-20-20. Dosis adicionales de Nitrógeno deben ser suministradas en aquellos casos donde sobre suelos pesados se pretenda alcanzar rendimientos de 4,650 kg de maíz/ha.

El mismo autor informa que con la incorporación de 25,000 kg de estiércol/ha, bien descompuesta o compost, obtuvo un rendimiento de 2,860 kg de maíz/ha, en tanto que con la abonadura con estiércol por el sistema habitual, solo produjo 990 kg de grano de maíz/ha y las parcelas no abonadas, habían alcanzado solamente 630 kg de grano de maíz/ha. Dicho autor también agrega que Artyukhov y Zolotov, obtuvieron en suelos negros, rendimientos muy considerables con el uso de 10,000 a 20,000 kg/ha. De igual manera Thomas, Mack y Smith lograron un rendimiento de 7,080 kg de maíz/ha cuando aplicaron 15,000 kg de estiércol/ha afirmando de esta manera la eficiencia que el estiércol tiene en el maíz.

Quezada Corzo (40) en 1,973 en su trabajo de Investigación de tesis titulado "Evaluación de tres niveles de Nitrógeno (N), fósforo (P) y gallinaza, en el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.), en Cantón Potrero Viejo del municipio de Zacualpa del departamento del Quiché",

concluye que el mejor tratamiento de los evaluados, se obtuvo con la aplicación de 20 kg de Nitrógeno, 30 kg. de fósforo y 800 kg. de gallinaza que se aplicaron/ha, obteniéndose el mejor rendimiento de granos de maíz, el cual fue de 6,762 kg/ha. Además este autor informa que el efecto de la gallinaza fue significativamente mayor con la aplicación de 20 kg de Nitrogeno/ha y fue negativo cuando se aplico 60 kg de Nitrogeno/ha.

Sánchez Aguilar (48) en 1,973 en su trabajo de investigación de tesis titulado "La microparcela de campo como un sustituto de la parcela tradicional en los ensayos de fertilización en maíz (Zea mays L.)", en las regiones de la Labor Ovalle y Campo Viejo en Quetzaltenango, obtuvo rendimientos de 7,170 y 7,160 kg de grano de maíz/ha con aplicaciones de 287 y 244 kg de Nitrógeno/ha, encontrando un optimo de 233 kg de Nitrógeno/ha, con un rendimiento de 7,141.40 kg de grano de maíz/ha. Además este autor informa que la altura de plantas y las dimensiones del tallo no tuvieron efecto de los niveles de nitrógeno aplicados.

FERTIPEST(16), evaluando comercialmente en fincas de café, hule, caña, cardamomo, ornamentales de exportación y otros cultivos, comprobó que la respuesta obtenida por varios agricultores, ha conducido a un comportamiento a un crecimiento creciente satisfactorio en la aplicación de gallinaza como fuente de materia orgánica, aunada eventualmente a otras fuentes disponibles en la finca como pulpa de café, citronela, broza, etc., y asociado al programa de fertilización química de cada cultivo. Los mayores volúmenes de gallinaza se han aplicado en café y hortalizas, con excelentes resultados, por ende importantes empresas agrícolas del sur y occidente de Guatemala, han mejorado sus suelos e incrementado la producción de sus cosechas con la aplicación de gallinaza deshidratada.

Pérez(39) en evaluaciones realizadas con fósforo soluble, calcio, óxido de silicio y gallinaza sobre la producción de materia seca en sorgo y la fijación del fósforo en el suelo, observó que la gallinaza deshidratada tiene efectos positivos, obteniendo la producción más alta de materia seca para los factores estudiados y mejoró la disponibilidad del fósforo en un suelo, cuyo valor de

fijación era alto y consecuentemente la fertilización con fósforo era prácticamente nula, sin embargo, este autor describe que la mayor producción de materia seca de sorgo se obtuvo con la interacción de 300 ppm de fósforo soluble, adicionando 10,000 kg de gallinaza/ha.

### **3.1.13. Fertilización de maíz con abono orgánico:**

De acuerdo con Gruneberg (25) el maíz es el cereal que mejor aprovecha el estiércol y se considera ideal para dicho cultivo, dado a que la mayor demanda de nutrientes la efectúa esta planta en periodos avanzados de su crecimiento. Según Salguero (47) en experimentos llevados a cabo en Madrás, India, reportan que los granos básicos cosechados en tierras abonadas con estiércol, contenían más vitaminas que cuando se usaban abonos químicos. Este mismo autor en su trabajo de investigación "Ensayo comparativo de abonamiento químico y orgánico en maíz y frijol, para el valle de Monjas, Jalapa, en 1976", concluye que las aplicaciones de abono orgánico provocaron aumentos de producción en los cultivos cuando éstos se hicieron en una mayor cantidad, ya que con mayor aportación de abono orgánico, mayor cantidad de elementos minerales se adicionaron.

Para maíz, fue el cultivo de mayor respuesta, con un mayor rendimiento en comparación con el nivel de 0 kg/ha de abono aplicado, por lo tanto se obtuvo un incremento de 500 kg de grano/ha con aplicaciones de 46,000 kg de estiércol/ha, además el efecto benéfico que ejerció el abono orgánico en el suelo, se manifestó en mejorar la textura, con mayor actividad microbiana y además por su complejo de intercambio, lo cual favoreció la asimilación de los nutrientes del suelo. También es importante que se analice el contenido de elementos minerales que contenga el abono orgánico, para poder así aplicar las dosificaciones convenientes a las exigencias del cultivo a explotarse.

### 3.1.14. Fertilización química del maíz con Nitrógeno:

Larios (28) en el trabajo de investigación "Eficiencia de uso de Nitrógeno en el cultivo de maíz", encontró diferencias significativas en cuanto a la época de aplicación del Nitrógeno, tanto en el ámbito individual como combinado. En los experimentos de Cuyuta, el mayor rendimiento se obtuvo cuando el Nitrógeno se aplicó a razón de 120 kg/ha, aplicando el 20% al momento de la siembra y el 80% 30 días después de la siembra, siendo el rendimiento de 3,630 kg/ha. En el experimento de Jutiapa, el mejor tratamiento fue cuando se aplicó el Nitrógeno, el 20% al momento de la siembra, el 40% a los 15 días después de la siembra y el 40% de los 35 a los 40 después de la siembra. La dosis fue la misma, siendo el rendimiento de 7,300 kg/ha. En el experimento de la máquina, el Nitrógeno se aplicó en la misma forma que en el ensayo de Jutiapa y se obtuvo un rendimiento de 5,860 kg/ha. Los porcentajes de eficiencia de uso del Nitrógeno que se obtuvieron fueron: La Máquina de 119%, Cuyuta 51% y Jutiapa 118%.

Ortiz (36) informó que la estación experimental de la Labor Ovalle en Quetzaltenango, se incrementó la producción de maíz de 1,140 kg/ha a 5,960 kg/ha, con la aplicación de 90 kg de Nitrógeno/ha. El efecto del Nitrógeno en presencia de 30 kg/ha hasta 200 kg/ha de  $P_2O_5$  y 50 kg  $K_2O$ /ha fue significativo en todas las localidades en el cultivo del maíz, siendo los rendimientos máximos estables de 4,270, 4,260, y 3,630 kg/ha, obtenido con los niveles de 50, 60 y 70 kg de Nitrógeno/ha respectivamente. Palencia (37) evaluó la respuesta del Nitrógeno mediante la realización de 33 ensayos en maíz juntamente con fósforo y potasio, en el área de occidente se realizaron 18 ensayos y en la costa sur del pacífico se hicieron 15 ensayos; en 9 de los ensayos se observó una respuesta significativa que varió de 6-46 kg de maíz, producidos por cada 2 kg de Nitrógeno que se aplicó.

Salguero (47) menciona que de acuerdo a varias evaluaciones de fertilización con Nitrógeno, fósforo y potasio en distintas localidades de Acosta y Aseni, Costa Rica, se recomienda usar 50 kg de Nitrógeno/ha, 7.27 kg de P/ha, sin aplicación de K para obtener buenos

rendimientos. Lairid y Rodriguez (27) en ensayos llevados a cabo en Michoacán, México, sobre fertilización en maíz, informan que los rendimientos variaron de 250 a 4,660 kg/ha con un rendimiento promedio de 1,510 kg de grano/ha, por lo que el maíz respondió significativamente a la aplicación de Nitrógeno. La aplicación de 130 kg de Nitrógeno/ha aumenta el rendimiento en 2,400 kg/ha.

Ballesteros (2) en ensayos realizados en Nicaragua, encontró que la fertilización más adecuada resultó ser cuando se aplicaron 96.35, 74.54 y 48.18 kg/ha de N-P-K respectivamente. Palencia (35) con relación a la aplicación de gallinaza en combinación con Nitrógeno encontró que con niveles de 0, 880, 1,760 y 2,640 kg de gallinaza/ha y aplicaciones de Nitrógeno en los niveles de 0, 23, 44 y 66 kg/ha, bajo condiciones de suelo con alto nivel de fertilidad, exceptuando el Nitrógeno, el efecto de la gallinaza fue significativamente mayor en presencia de 22 kg de N/ha por lo tanto el requerimiento mínimo de gallinaza fue de 880 kg/ha, recomendado a la vez pruebas de dosis más bajas de este material deshidratado, debido a la falta de diferencias significativas con respecto a otros niveles de aplicación. Finalmente menciona este investigador que el efecto de Nitrógeno en presencia de gallinaza se produjo hasta el nivel de 44 kg/ha.

Matheu (31) en su trabajo de investigación "Efecto de la materia orgánica en el aprovechamiento de la fertilización con N-P-K en el rendimiento del cultivo de maíz", encontró respuesta de dicho cultivo a la aplicación de Nitrógeno al 1% de probabilidad, habiéndose obtenido un incremento en el rendimiento de 835.78 kg/ha con una adición de 120 kg de Nitrógeno/ha en relación con lo observado con 0 kg de N/ha, desde el punto de vista económico, la mayor relación beneficio/costo observada fue de 1.47 lo cual correspondió al tratamiento de 0 kg/ha de materia orgánica y 0 kg de N-P-K/ha.

Salguero (47) en su trabajo de investigación describe que el maíz respondió significativamente con un incremento de producción de 2,228 kg/ha, sobre el nivel de 0 kg/ha aplicado de N-P-K. En cuanto al efecto del Nitrógeno en el maíz, con la aplicación de 50 kg/ha

(fuente urea al 46%), la plantación se presentó uniforme, con floración pareja, hojas anchas, plantas altas, mazorcas de mayor tamaño y rendimiento promedio de 3,314.39 kg/ha.

Con relación al efecto del abono orgánico en maíz, el mismo investigador describe que la materia orgánica contenía 0.687% de Nitrógeno, 0.002% de fósforo y 0.005% de Potasio, por lo tanto con la aplicación de 46,028.34 kg/ha se obtuvo un incremento de 506 kg de grano/ha en comparación con el nivel 0 kg/ha del abono orgánico aplicado.

### **3.2 MARCO REFERENCIAL:**

#### **3.2.1 Descripción general del lugar de la investigación:**

De acuerdo con Pascual (38) la aldea Las Trojes pertenece al municipio de Amatitlán y se ubica dentro de las coordenadas siguientes  $14^{\circ} 29'$  y  $14^{\circ} 32'$  latitud norte y entre los  $90^{\circ} 39'$  y  $90^{\circ} 41'$  de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich.

De acuerdo con De la Cruz (13), el clima de esta región está clasificado como A'aCi, donde: A= Cálido; a= Sin estación fría bien definida; C=Semiseco, pastizal, vegetación natural característica y i= con invierno seco.

La época lluviosa se marca de mayo a octubre con una precipitación pluvial de 728.70 mm, distribuidos en 59 días de lluvia anuales.

La temperatura media anual en la región es de  $19.4^{\circ}\text{C}$ , la máxima anual en promedio es de  $25.4^{\circ}\text{C}$  y la mínima promedio anual es de  $13.4^{\circ}\text{C}$ . La humedad relativa promedio es de 80.4% la altitud a la que se encuentra la comunidad de Las Trojes es de 1,189 a 2,000 msnm, en la parte denominada Cerro Monterrico.

De acuerdo con Simmons (51) los suelos de la región de la aldea Las Trojes pertenecen al subgrupo I-B, que son suelos profundos, desarrollados sobre materiales volcánicos. La serie de suelos CAUQUE (Cq), que son suelos profundos, bien drenados, desarrollados en clima húmedo seco sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa; el suelo superficial de una profundidad de

15 cm y con textura franco arcillo-arenoso, color café claro a oscuro, además se encuentra el subgrupo I-D, caracterizado por suelos poco profundos desarrollados sobre materiales volcánicos, en donde podemos encontrar la serie de suelos Fraijanes (Fr).

La serie de suelos Fraijanes (Fr) son suelos moderadamente profundos desarrollados sobre tobas volcánicas, en un clima húmedo seco, ocupando relieves de inclinadas a muy inclinadas; el suelo superficial a una profundidad de 25 cm, presentando una textura franco y franco arcilloso de un color café oscuro.

### **3.2.2. MATERIAL EXPERIMENTAL:**

#### **3.2.2.1 Cultivar Criollo "Las Trojes":**

Según entrevistas con los agricultores de la región de Las Trojes, éste cultivar tiene requerimientos de clima y suelo similares a los requeridos por el cultivar ICTA V-301. Este material de maíz blanco con plantas de aproximadamente 2.80 m de alto y presenta un rendimiento aproximado de 2,587.79 kg/ha.

#### **3.2.2.2 Cultivar ICTA V-301:**

Este material de maíz presenta plantas con tallos que tienen el 50% de color verde y el otro 50% de color morado, se le pueden encontrar de 15-16 nudos por planta. La longitud de los entrenudos es de 20-21 cm y la altura de planta es de 2.25 m. Las hojas presentan una longitud de 98-106 cm y un ancho de 10-11 cm. La longitud del pedúnculo de la espiga es de 9-10 centímetros y el número de ramas por espiga es de 18-21, algunas con el 70% de color morado, el 30% de color amarillo y el tipo de panoja es abierta. El 50% de las mazorcas presenta estigmas de color púrpura y el 50% de color amarillo. Presenta una altura de mazorca de 1.25 m; la mazorca es de forma cilíndrica con una longitud de 25 cm, hileras rectas en número de 18 por

mazorca. La floración femenina se presenta a los 118 días después de la siembra. El tipo de grano es semicristalino, de color blanco. Este cultivar presenta un rendimiento de 4,675.75 kg/ha.

### 3.2.2.3. Gallinaza:

Se ha calculado que la gallinaza deshidratada y libre de cualquier material extraño, contiene alrededor de 2% de Nitrógeno, 2% de Fósforo y 1% de Potasio.

Al incorporar 3,181 kg de estiércol de gallina a una manzana de terreno, sería como aplicar 205 kg de Nitrato de Amonio, 227 kg de Superfosfato y un 45 kg de Cloruro de Potasio; dicho de otra manera, sería como aplicar al suelo 318 quintales de una fórmula 20-20-10 de NPK.

La aplicación de este abono trae gran beneficio, ya que mejora la infiltración de agua de riego, en aquellos suelos pesados, mejora la estructura y textura de los suelos, da condiciones óptimas para un mejor desarrollo de raíces, mejor aireación y enriquece los insectos beneficiosos del suelo.

### 3.2.2.4. Nitrógeno (N)

El Nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4$ ), se adhiere a las partículas de arcilla y/o materia orgánica, constituyéndose en las reservas de Nitrógeno en el suelo; su aprovechamiento se da al convertirse en forma Nítrica.

El Nitrógeno Uréico ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), es de transformación lenta a Nitratos, aumentando el período de disponibilidad de Nitrógeno del suelo durante las siguientes etapas de desarrollo del cultivo. Produce los siguientes efectos: mayor cantidad de clorofila (vigor vegetativo y producción de follaje de calidad), asimilación y síntesis de productos orgánicos (proteínas).

#### IV. OBJETIVOS

- 4.1. Determinar el efecto de niveles Nitrógeno-Gallinaza sobre el rendimiento de grano de maíz en los cultivares, criollo Las Trojes e ICTA V-301.
  
- 4.2. Determinar la interacción entre los niveles Nitrógeno-Gallinaza.
  
- 4.3. Determinar la tasa marginal de retorno de los diferentes tratamientos.

## V. HIPOTESIS

- 5.1. De los diferentes niveles de Nitrógeno-Gallinaza evaluados en los cultivares de maíz, por lo menos uno incrementará el rendimiento de grano.
  
- 5.2. Entre los niveles de Nitrógeno-Gallinaza evaluados habrá interacción.

## VI METODOLOGIA

### 6.1. Análisis de suelo

Previo a diseñar el experimento, se realizó un análisis de suelo del área experimental, considerando toda la superficie de la misma. En total se extrajeron 12 submuestras con las que se formó una muestra compuesta, la cual se homogenizó, se secó a la sombra y luego de esta se tomó 0.50 kg de suelo, se introdujo dentro de una caja de cartón y seguidamente se llevó al laboratorio de Suelo y Planta Salvador Castillo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en donde le fue aplicado el respectiva análisis, con lo cual se determinó el estado nutricional del suelo del área experimental. Además también se tomó una muestra de la gallinaza usada como fuente orgánica y se le practicó el respectivo análisis de contenidos nutricionales en el mismo lugar. Sobre la base de los resultados obtenidos de los análisis practicados, Cuadros 31 y 32, se diseñaron los tratamientos evaluados en la presente investigación.

### 6.2. Factores estudiados

Los principales factores que se estudiaron en el experimento realizado fueron: Los cultivares de maíz criollo "Las Trojes" e ICTA V-301; tres niveles de Nitrógeno y tres de gallinaza.

### 6.3. Descripción de los tratamientos

El Cuadro 3 describe los tratamientos evaluados en la investigación, en el cual se pueden observar las diferentes combinaciones de niveles de Nitrógeno-gallinaza-

Cuadro 3. Resumen de factores, niveles y tratamientos evaluados en el experimento.

No.	Materiales Experimentales		
	Cultivares de maíz	Nitrógeno (kg/ha)	Gallinaza (kg/ha)
1	CRIOLLO LAS TROJES	0	0
2	CRIOLLO LAS TROJES	0	1,500
3	CRIOLLO LAS TROJES	0	3,000
4	CRIOLLO LAS TROJES	35	0
5	CRIOLLO LAS TROJES	35	1,500
6	CRIOLLO LAS TROJES	35	3,000
7	CRIOLLO LAS TROJES	70	0
8	CRIOLLO LAS TROJES	70	1,500
9	CRIOLLO LAS TROJES	70	3,000
10	ICTA V-301	0	0
11	ICTA V-301	0	1,500
12	ICTA V-301	0	3,000
13	ICTA V-301	35	0
14	ICTA V-301	35	1,500
15	ICTA V-301	35	3,000
16	ICTA V-301	70	0
17	ICTA V-301	70	1,500
18	ICTA V-301	70	3,000

#### 6.4. Diseño experimental

En el experimento se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial balanceado, por el hecho de estudiar tres factores en forma simultanea y por mejor ajustarse a las características particulares del terreno en donde se estableció el experimento.

#### 6.5. Unidad experimental

Se utilizó una parcela de 0.18 ha (60x30 m); la parcela bruta fue de 0.003 ha (6X5 m) y la parcela neta fue de 0.0012 ha (4X3 m). El distanciamiento de siembra fue el siguiente: 1m entre surco y 0.5 m entre posturas, se colocaron 3 granos por postura a una profundidad de 4 cm. Por lo descrito anteriormente, se manejó una densidad de población de 60,000 plantas/ha. En el experimento se establecieron 18 tratamientos con 3 repeticiones.

## 6.6. Variables medidas

Las variables medidas fueron rendimiento de grano (kg/ha), altura de mazorca (m), largo de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), número de granos por mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y peso de 1,000 granos (kg).

## 6.7. Descripción de las variables medidas

### 6.7.1. Rendimiento de grano

Para la medición del rendimiento de grano se cosechó la parcela neta en todas las unidades experimentales, que en total fueron 72 mazorcas, se deshojaron y se desgranaron, luego con una balanza de precisión se pesó el grano y el olote, seguidamente se tomó una muestra de grano de maíz en cada unidad experimental, siendo en total 54 muestras de 0.50 kg, se rotularon todas las bolsas conteniendo las muestras y luego se llevaron al laboratorio del ICTA (22), en donde con la ayuda de un determinador de humedad se procedió a determinar el porcentaje de humedad del grano en cada una de las muestra tomadas; finalmente para conocer el peso real del grano se aplicó la fórmula siguiente:

$$HG = \frac{(100 - HC)}{85} \times FA \times FD \times PC$$

Donde:

HG= Humedad del grano

HC= Humedad a la que se encuentra el grano después de cosechado

FA= Factor de área que hay que calcular

FD= Factor de desgrane

PC= Peso de campo en kilogramos

El factor de área se calculó dividiendo un kilogramo dentro del área de la parcela bruta y se multiplicó por 10,000 m<sup>2</sup> que tiene una hectárea. El factor de desgrane se obtuvo dividiendo el peso del grano dentro del peso de las mazorcas. El peso final se calculó con 15% de humedad, parámetro utilizado por el ICTA (24) en la experimentación agrícola con granos básicos.

### **6.7.2. Altura posicional de mazorca**

La determinación de altura de mazorca se realizó con cinta métrica en cada unidad experimental, considerando todas las plantas dentro de la parcela neta. La altura se midió a partir de donde se formó la mazorca hacia la superficie del suelo y luego se calculó la altura media en todas las unidades experimentales en metros.

### **6.7.3. Largo de mazorca**

La longitud de mazorca se determinó mediante el uso de una regla graduada en centímetros, para lo cual se tomaron al azar 10 mazorcas dentro de las unidades experimentales y finalmente se estableció el largo promedio de las mismas. Esta variable se consideró desde la base de cada mazorca hacia la punta, a partir de la formación de los últimos granos, lo cual se tomó como el largo efectivo de mazorca en centímetros.

### **6.7.4. Diámetro de mazorca**

Las mazorcas a las que se les midió el largo, se les determinó el diámetro basal y distal (hasta el final de los últimos granos formados). Finalmente se determinó el diámetro promedio de mazorca en centímetros.

### **6.7.5. Número de granos por mazorca**

Esta variable se determinó contando el número de granos por hilera y por sumatoria se estableció el número de granos por mazorca, se aplicó en las 10 mazorcas y finalmente se determinó el número promedio de granos por mazorca.

### **6.7.6. Número de hileras por mazorcas**

A diez mazorcas se les contó el número de hileras y luego por promedio se determinó el número de hileras por mazorca.

### **6.7.7. Número de granos por hilera**

A cada mazorca se determinó el número de granos a cuatro hileras tomadas al azar, considerando las 10 mazorcas y seguidamente se determinó el número promedio de granos por hilera.

### **6.7.8. Peso de grano**

Las diez mazorcas tomadas al azar fueron desgranadas y se tomaron 1,000 granos y se les determinó el peso en gramos a través de una balanza de precisión, posteriormente se transformó a kilogramos.

## **6.8. Manejo del experimento**

### **6.8.1. Preparación del terreno**

La preparación del terreno consistió en la limpieza del mismo eliminando la maleza alta y restos de la cosecha de maíz anterior. Seguidamente se inició la preparación del terreno en forma manual, haciendo uso de un azadón con el cual se pico y mulló el suelo a una profundidad de 30 cm. No se realizó control de plagas del suelo, ya que en el momento en que se llevó a cabo la preparación del mismo no se encontró ninguna plaga de importancia económica.

### **6.8.2. Siembra**

Se realizó en forma manual a los 15 días después de la preparación del terreno mediante el uso de machete. El distanciamiento de siembra fue de un metro entre surcos y 0.5 m entre

posturas; se colocaron tres granos por postura a una profundidad de 4 cm, de manera que se maneje en todas las unidades experimentales una densidad de 60,000 plantas/ha.

### 6.8.3. Fertilización

El propósito de la presente investigación fue estudiar la nutrición del cultivo de maíz, de manera que las actividades relacionadas con los aspectos de fertilización se condujeron de la siguiente manera: 15 días antes de la siembra se realizó un análisis del suelo del terreno del área experimental y según los resultados obtenidos (Cuadro 31) y con base en los límites del contenido de nutrientes en el suelo, establecidos por ICTA (24) para los suelos de Guatemala, se determinó que en el suelo donde se realizó el experimento, no existían deficiencias de fósforo, potasio, calcio y magnesio, no así de Nitrógeno el cual se le considera deficiente en todas las clases agrológicas por su inestabilidad en la formación de compuestos, tanto a nivel del suelo como de atmósfera, por lo que su aplicación a los cultivos se recomienda al 100% del requerimiento del cultivo. La reacción del suelo en el área de experimento se encontró adecuada para el cultivo de maíz, siendo que el requerimiento de reacción del suelo para maíz es de 6-7.5 y el reporte de laboratorio de la reacción del suelo fue de 6.30 (24).

Relacionado a la gallinaza, de acuerdo con Fertipest (16), Gonzáles (20), Rodríguez y Paniagua (42) y los resultados obtenidos del análisis de laboratorio de la muestra de gallinaza (cuadro31), la misma presentó un buen contenido de Nitrógeno (5.04%), bajo contenido de fósforo y potasio y un buen contenido de materia orgánica, bajo contenido de calcio y magnesio; y los micro nutrientes, se encontró en niveles bajos el cobre, hierro y un buen contenido de manganeso, según los cuadros (32, 33 y 34).

Con base a los resultados del análisis de las muestras de suelo, gallinaza y a los requerimientos de nutrientes del cultivo, se determinó evaluar: tres niveles de Nitrógeno (0, 35 y

70 kg/ha) y tres niveles de gallinaza (0, 1,500 y 3,000 kg/ha) en los Cultivares de maíz criollo Las Trojes y e ICTA V-301.

La primera fertilización se realizó antes de la siembra del maíz aplicando el 100% de gallinaza deshidratada. La forma de aplicación fue enterrando la gallinaza en agujeros a una profundidad de 10 cm sobre la que se aplicó tierra y luego se procedió a sembrar los materiales. En cuanto a la cantidad de gallinaza aplicada se tiene que para el nivel de 1,500 kg/ha, se aplicaron 75 gr/postura y para el nivel de 3,000 kg/ha se aplicaron 150 gr/ postura.

A los 23 días después de la siembra se realizó la segunda fertilización, aplicando el 40% de la dosis establecida del fertilizante nitrogenado. Para la dosis de 35 kg/ha, se aplicaron 1.52 gr de urea al 46% de Nitrógeno por postura y para el nivel de 70 kg de Nitrógeno/ha, se aplicaron 3.04 gr de urea al 46% de Nitrógeno/postura.

La tercera fertilización se realizó a los 43 días después de la segunda (a los 64 días después de la siembra), coincidiendo con la fase de candeo (próximo a la fase de floración y espiguelo). En esta fase se aplicó el 60% restante de la dosis de Nitrógeno establecido. Para el nivel de 35 kg/ha se aplicaron 3.8 gr de urea al 46%/postura, y para el nivel de 70 kg de Nitrógeno/ha, se aplicaron 4.56 gr de urea al 46%/postura. El fertilizante se colocó a 5 cm de la base de cada postura y a una profundidad de 5 cm.

#### **6.8.4. Manejo fitosanitario**

A los 14 días después de la siembra se detectó un ataque de gusano alambre (Agriotes sp), cuyo control se realizó mediante la aplicación del insecticida Metomil (Foramil 21.5 SL) en dosis de 1.75 lt/ha. La solución se aplicó directamente al tronco de las plantas de maíz.

A los 32 días después de la siembra se detectó un ataque de gusano cogollero (Laphrygma frugiperda). El control de la misma se realizó mediante la aplicación de Terbufos (Trancazo 15%), en dosis de 12 kg/ha.

### 6.8.5. Manejo cultural

A los 11 días después de la siembra se realizó la primera limpia en forma manual, haciendo uso del azadón y la segunda limpia se realizó a los 28 días después de la siembra de igual manera que la primera.

### 6.8.6. Cosecha

La cosecha del maíz se realizó a los 189 días después de la siembra pero, previo a la cosecha, 15 días antes de la misma se realizó la dobla con el propósito de secar el grano de manera que al momento de la cosecha el grano mantuviera aproximadamente una humedad del 20%.

## 6.9. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

El modelo estadístico lineal utilizado para el análisis de varianza e interpretación de los resultados obtenidos en el experimento para las variables rendimiento de grano en kg/ha al 15% de humedad, altura de mazorca en m, largo de mazorca en cm, diámetro de mazorcas en cm, número de granos por mazorca, número de granos por hilera y para el peso de 1,000 granos en kg, es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + A_j + B_k + C_l + AB_{jk} + AC_{jl} + BC_{kl} + ABC_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

$l = 1, 2, 3, = r$  (bloques)

$J = 1, 2 = a$  (cultivares de maíz)

$K = 1, 2, 3 = b$  (niveles de Nitrógeno)

$L = 1, 2, 3 = c$  (niveles de gallinaza)

$Y_{ijkl}$  = rendimiento de maíz en kg/ha, obtenido i-ésimo bloque y jkl-ésimo tratamiento

$\mu$  = media general del rendimiento

$R_i$  = efecto del i-ésimo bloque

$A_j$  = efecto del j-ésimo cultivar de maíz

$B_k$  = efecto de la k-ésimo nivel del Nitrógeno

$C_l$  = efecto de la l-ésimo nivel de gallinaza

$AB_{jk}$  = Interacción entre los cultivares de maíz y los niveles de Nitrógeno

$AC_{jl}$  = Interacción entre los cultivares de maíz y los niveles de gallinaza

$BC_{kl}$  = interacción entre los niveles de Nitrógeno y los niveles de gallinaza

$ABC_{jkl}$  = Interacción entre los cultivares de maíz, niveles de Nitrógeno y niveles de gallinaza

$E_{ijkl}$  = error experimental asociado a la  $ijkl$ -ésima unidad experimental

Las variables con diferencias significativas fueron evaluadas mediante la aplicación de una comparación múltiple de medias, para lo cual se utilizó el comprador de Tukey al 5% de probabilidad.

También se efectuó un análisis de regresión múltiple a la variable rendimiento, para determinar la relación existente entre los niveles de Nitrógeno y gallinaza.

Finalmente se realizó el análisis económico, con el propósito de determinar el nivel de Nitrógeno y/o gallinaza tratamiento que aporta la mayor tasa marginal de retorno al capital.

## VII RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. Análisis comparativo entre cultivares de acuerdo al ANDEVA de las diferentes variables evaluadas

La investigación realizada mostró resultados significativos a nivel de campo, en cuanto a desarrollo vegetativo, diferencias que para algunas variables fueron estadísticamente significativas tal y como se demuestra en el Cuadro 4. Los datos están basados en la información estadística generada de los análisis de varianza que se presenta en los Cuadros del 18 al 25.

De acuerdo al análisis estadístico, se determinó que los cultivares "Criollo Las Trojes" e "ICTA V-301", presentaron diferencias significativas para las fuentes de variación Nitrógeno y Gallinaza en las variables rendimiento, largo de mazorca, número de granos/mazorca, número de granos/Hilera y peso de 1,000 granos principalmente. Estas diferencias son consecuencia de características fisiogenéticas de los cultivares, ya que para la variable de respuesta rendimiento no se obtuvo diferencias significativas entre los cultivares.

#### 7.1.1. Rendimiento

El rendimiento presentó diferencias únicamente para las fuentes de variación Nitrógeno y Gallinaza analizadas por separado.

La figura 1, presenta el rendimiento para los cultivares de maíz, Criollo Las Trojes e ICTA V-301 en función de los niveles de Nitrógeno.

En dicha figura se puede observar que la cultivar de maíz criollo las trojes presenta un mejor rendimiento de grano, aunque estadísticamente, la diferencia observada entre ambos cultivares no es significativa.

Estos resultados obtenidos en la región de Las Trojes se pueden comparar con los resultados reportados por: Carrillo (6), García Gonzáles (17), Larios (28) y Ortiz (36),

**Cuadro 4. Análisis de varianza para Rendimiento de grano, altura posesional de mazorca, largo de mazorca, diámetro de mazorca, número de granos por mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y peso de 1000 granos, en la aldea Las Trojes del municipio de Amatitlán, Guatemala, 1997.**

F.V.	G.L.	Rendimiento (kg/ha)		Altura mazorca (m)		Largo mazorca (cm)		Diámetro mazorca (cm)		Número granos por mazorca		Número hileras por mazorca		Número granos por hilera		Peso de 1,000 granos (kg)	
		F.C.	Pr > F	F.C.	Pr > F	F.C.	Pr > F	F.C.	Pr > F	F.C.	Pr > F	F.C.	Pr > F	F.C.	Pr > F	F.C.	Pr > F
Bl.	2	2.83	0.0728	11.41	0.0002	1.65	0.2076	1.980	0.164	2.279	0.1178	4.6778	0.0160	1.8333	0.1753	10.91	0.0002
Cul.	1	0.37	0.5480	0.61	0.4410	15.58	0.0004	0.060	0.810	11.946	0.0015	85.0465	0.0001	0.7339	0.3976	40.52	0.0001
N	2	9.31	0.0006	1.09	0.3477	6.21	0.0050	4.880	0.014	7.157	0.0026	6.3847	0.0044	5.1905	0.0108	5.74	0.0071
G	2	4.39	0.0201	2.68	0.0829	5.65	0.0076	1.860	0.171	9.231	0.0006	2.5525	0.0927	7.2604	0.0024	3.54	0.0402
Cul/N	2	1.44	0.2508	0.50	0.6099	0.33	0.7222	3.340	0.047	1.098	0.3451	0.9121	0.4113	1.7302	0.1925	3.52	0.0409
Cul/G	2	0.39	0.6773	0.76	0.4739	0.55	0.5811	1.560	0.226	0.431	0.6533	0.6132	0.5475	0.8431	0.4392	0.81	0.4536
N/G	4	2.06	0.1079	0.59	0.6719	2.80	0.0412	2.220	0.087	4.053	0.0086	1.9880	0.1185	3.0684	0.0292	5.17	0.0023
C/N/G	4	1.12	0.3637	0.27	0.8931	1.53	0.2156	0.300	0.879	1.985	0.1190	3.4890	0.0172	0.7680	0.5535	0.59	0.6733
Er	34																
Tot	53																
C.V.		27.82 %		14.54 %		9.70 %		16.30 %		14.08 %		4.30 %		13.50 %		6.49 %	

G.L. = Grados de Libertad; F.C. = "F" calculada; Pr > F = Probabilidad mayor que "F"

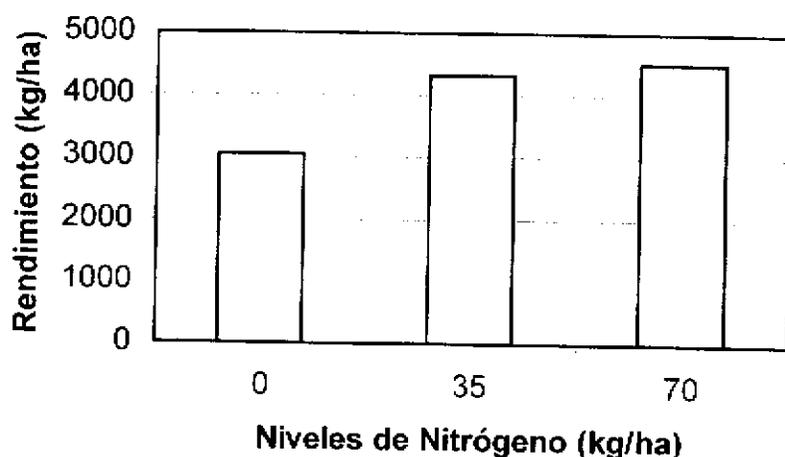


Figura 1. Efecto de los niveles de nitrógeno (kg/ha) en los cultivares de maíz evaluados en la comunidad Las Trojes, Amatitlán.

Quezada Corzo (40) y Sánchez Aguilar (48), quienes encontraron efecto de Nitrógeno en el rendimiento de grano de maíz.

La Figura 1 presenta la diferencia en el rendimiento en kg de grano de maíz/ha, producido por el efecto de los niveles de Nitrógeno evaluados, lo cual es significativo al comparar los rendimientos obtenidos entre el testigo, aunque entre los niveles de 35 y 70 kg de Nitrógeno/ha, los resultados se comportan estadísticamente iguales.

En cuanto a los efectos generados por los niveles de 0, 1,500 y 3,000 kg de gallinaza aplicados/ha (Figura 2), se encontró que el nivel de 3,000 kg de gallinaza/ha que se aplicó, produjo el mejor efecto en el rendimiento de grano de maíz/ha (4,589.457). Los niveles de 0 y 1,500 kg de gallinaza/ha aplicados, estadísticamente producen el mismo efecto (3,668.358 y 3625.015 kg de grano de maíz/ha).

En el Cuadro 4, se muestran los efectos de rendimiento obtenidos producto de la interacción de las variables independientes cultivares de maíz y niveles de Nitrógeno, evaluados. Estadísticamente se demuestra mediante el análisis de varianza, que no existen diferencias significativas, sin embargo el análisis detallado del rendimiento muestra que el rendimiento mas

alto se obtuvo cuando se aplicaron 70 kg de Nitrógeno/ha en el cultivar criollo Las trojes (4,820.25 kg de grano de maíz/ha), así mismo, los rendimientos más bajos se obtuvieron cuando se aplicó 0 kg de Nitrógeno/ha (2,786.897 kg de grano de maíz/ha en el cultivar criollo Las Trojes).

El efecto anterior muestra que el cultivar Criollo Las Trojes mantiene un alto potencial productivo similar al cultivar mejorado ICTA V-301, si se le maneja en forma adecuada y se le proporcionan los elementos nutritivos que requiere para su desarrollo y productividad, por lo que conviene el cuidado y conservación de este material genético en la comunidad.

El efecto en el rendimiento como producto de la interacción de los cultivares, criollo Las Trojes y mejorado ICTA V-301 y los niveles de gallinaza, a través del análisis de varianza, no mostraron diferencias significativas, siendo igual el efecto mostrado en las otras variables dependientes estudiadas; por lo tanto el cultivar criollo Las Trojes muestra los rendimientos de campo más altos en comparación al cultivar ICTA V-301, tanto para la aplicación de 0 kg de gallinaza/ha, así como en la aplicación de 3,000 kg de gallinaza; 3,712.215 kg/ha contra 3,624.50 kg/ha de grano de maíz a 0 kg de gallinaza/ha aplicados y 4,861.913 kg/ha contra 4,317.001 kg de grano de maíz/ha con 3,000 kg de gallinaza/ha aplicados respectivamente.

Condición similar ocurre al estudiar el efecto combinado de los niveles de Nitrógeno y de gallinaza aplicados sobre el rendimiento, cuyo análisis de varianza muestra con un 95% de confianza, que no existen diferencias significativas en los tratamientos, sin embargo, se obtuvieron mejores resultados de campo en el rendimiento cuando se aplicó gallinaza y Nitrógeno, siendo los mas altos cuando los niveles de Nitrógeno y gallinaza fueron los máximos evaluados (70 kg de Nitrógeno/ha y 3,000 kg. de gallinaza/ha aplicados).

Para el caso de la gallinaza, también se obtuvo efecto en el rendimiento de grano (Figura 2), los resultados obtenidos sobre el rendimiento de grano de maíz se comparan con lo reportado por Palencia (37) y Quezada Corzo (40).

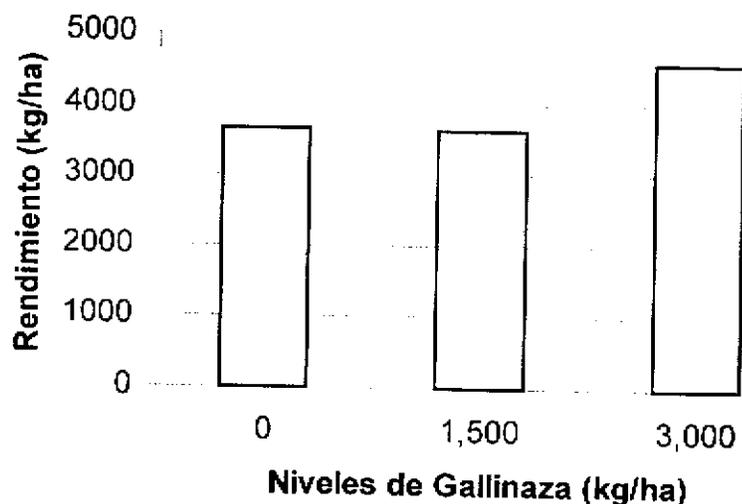


Figura 2. Comparación de los rendimientos obtenidos en los cultivares de maíz, Criollo Las Trojes e ICTA V-301 ante los efectos producidos por la aplicación de los niveles de gallinaza. LasTrojes, Amatitlán.

Al igual que en el caso anterior, el material criollo fue superior en rendimiento, pero el mismo no fue significativo.

#### 7.1.2. Altura posicional de la mazorca

Para esta variable de respuesta en cada una de las fuentes de variación el valor de "FC" es no significativo, por lo que se puede concluir que esta característica no es afectada por los niveles Nitrógeno-Gallinaza evaluados ni por la naturaleza genética de los materiales.

#### 7.1.3. Largo de Mazorca

Para esta variable se obtuvo significancia en las variables cultivares, Nitrógeno, Gallinaza y en la interacción Nitrógeno-Gallinaza.

La existencia de diferencias significativas mostradas en los tratamientos como efecto de la interacción Nitrógeno/gallinaza aplicados para la variable "largo de mazorca", mediante el análisis de varianza, demostró que existen diferencias marcadas derivadas del efecto de las mismas y su

comportamiento se observa en la figura 3.

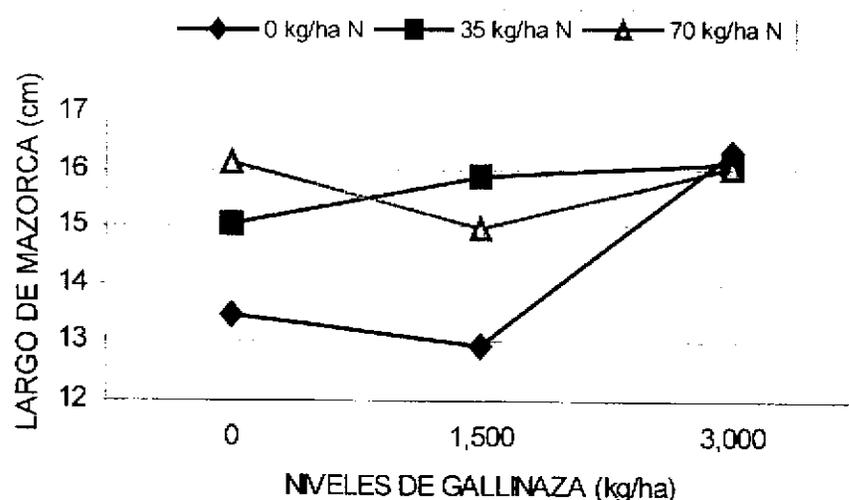


Figura 3. Efecto de la Interacción de los niveles de Nitrógeno-Gallinaza en la longitud de mazorca. Comunidad Las Trojes, Amatitlán.

#### 7.1.4. Número de granos por mazorca

La interacción de los niveles de Nitrógeno-gallinaza, también mostró a través del análisis de varianza aplicado a los datos de campo en lo que refiere al número de granos por mazorca, diferencias altamente significativas, obteniéndose los mejores resultados cuando las combinaciones evaluadas fueron de 35 y 70 kg de Nitrógeno y 1,500 y 3,000 kg de gallinaza aplicados/ha, como se muestra en la Figura 4.

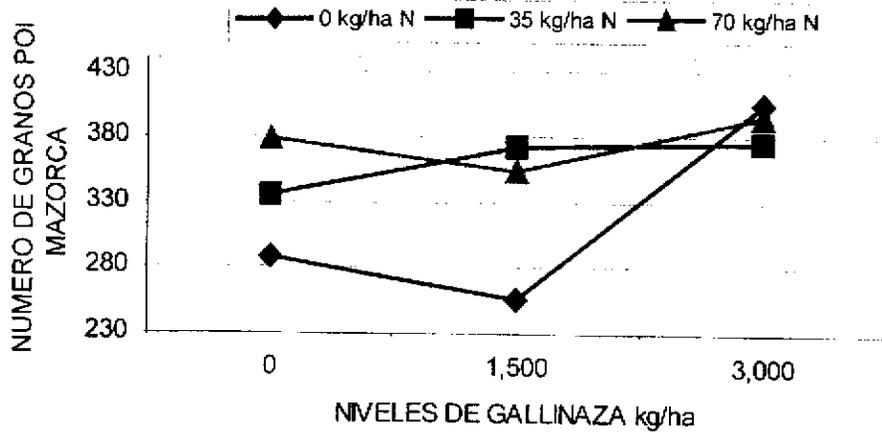


Figura 4. Efecto de la interacción de los niveles de gallinaza con los niveles de Nitrógeno con relación al número de granos por mazorca. Comunidad Las Trojes, Amatitlán.

#### 7.1.5. Número de granos por hilera

La Figura 5 presenta el efecto de la interacción de los niveles de gallinaza en combinación con los niveles de Nitrógeno sobre la variable dependiente; número de granos por hilera, cuyo análisis de varianza muestra la existencia de diferencias significativas. Dicha figura muestra que el nivel de 0 kg de Nitrógeno/ha en combinación con el nivel de 3,000 kg de gallinaza/ha aplicados, produjo el mayor número de granos por hilera en las mazorcas.

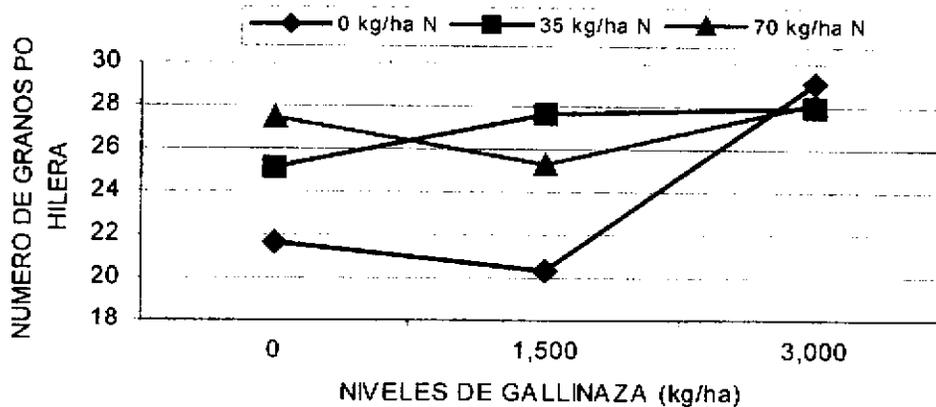


Figura 5. Efecto de la interacción de los niveles de gallinaza con los niveles de Nitrógeno con relación al número de granos por hilera en el estudio realizado en la comunidad Las Trojes, Amatitlán.

### 7.1.6. Peso de 1,000 granos.

La Figura 6 muestra el efecto de la interacción de los niveles de gallinaza en combinación con los niveles de Nitrógeno que se aplicaron sobre la variable peso de 1,000 granos de maíz kg, en la que se puede observar que los niveles de 0 y 35 kg de Nitrógeno y 3,000 kg de gallinaza que se aplicaron por hectárea produjeron los mejores resultados.

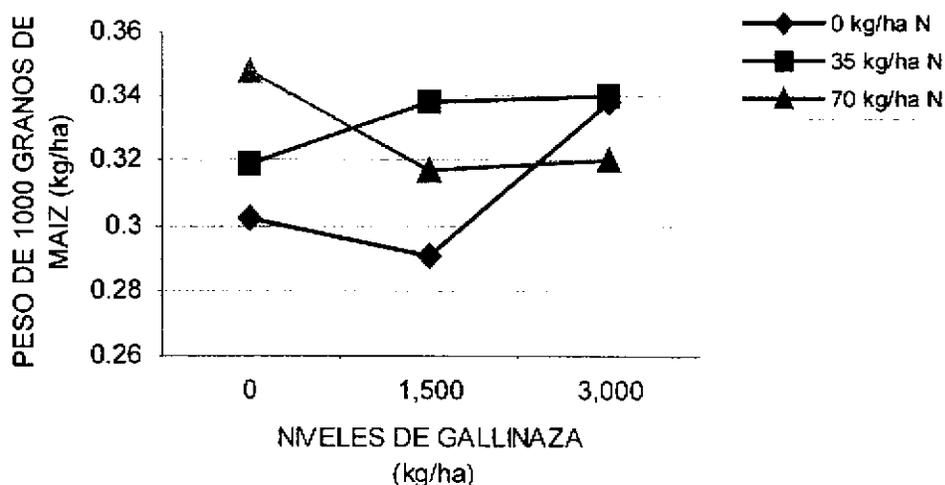


Figura 6. Efecto de la interacción de los niveles de gallinaza con los niveles de Nitrógeno con relación al peso de 1,000 granos, comunidad Las Trojes, Amatitlán.

La Figura 7 muestra el efecto de la interacción de los niveles de Nitrógeno con los cultivares de maíz evaluados en la comunidad Las Trojes en Amatitlán. En ésta figura se puede observar que el nivel de 35 kilogramos de Nitrógeno/ha aplicados produjo el mejor peso de grano, el cual corresponde al cultivar de maíz criollo Las Trojes.

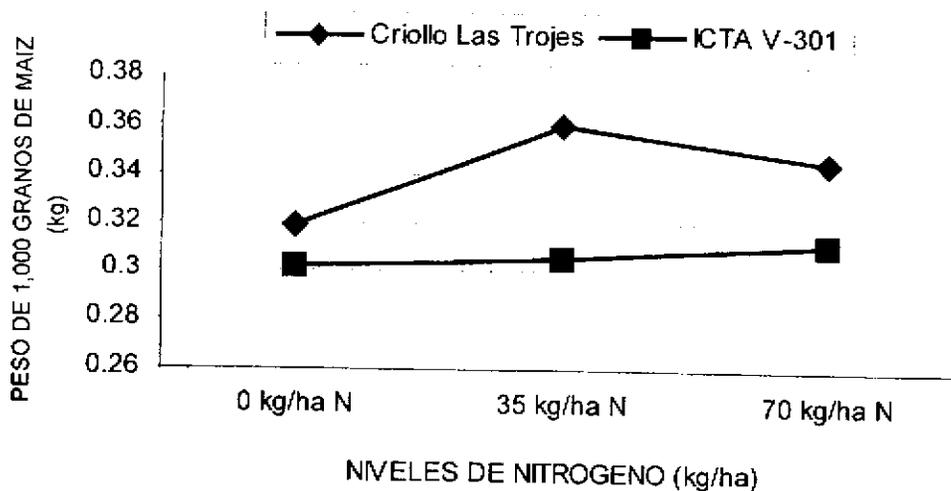


Figura 7. Efecto de la interacción de los niveles de Nitrógeno sobre el peso de 1,000 granos y los cultivares Criollo Las Trojes e ICTA V-301, en la comunidad Las Trojes Amatitlán.

## 7.2 Comparación múltiple de medias

Como se puede observar en el Cuadro 5, los niveles de 35 y 70 kg de Nitrógeno/ha que se aplicaron por ha, producen el mismo rendimiento de grano de maíz en kg/ha al 5% de probabilidad, en tanto que si se dió efecto en el rendimiento de grano, cuando no se aplicó Nitrógeno, siendo el rendimiento medio de 3,053 kg/ha, comparado con 4,511 y 4,318 kg de grano de maíz/ha, obtenidos con la aplicación de 70 y 35 kg de Nitrógeno.

Los rendimientos obtenidos en la región de Las Trojes, se pueden comparar con los obtenidos por Carrillo Guerra (6) en la evaluación de cinco niveles de Nitrógeno sobre el rendimiento de grano de maíz en kg/ha, en Moyuta Jutiapa"; este autor concluye que el mayor rendimiento de grano de maíz fue de 4,587 kg/ha, el que se obtuvo con la aplicación 100 kg de Nitrógeno/ha, obteniéndose con el mismo la mayor relación beneficio / costo, la cual fue de 1.91. García González (17) evaluando N, P y materia orgánica sobre el rendimiento de grano de maíz en la aldea Pacutan del municipio de Santa Apolonia en Chimaltenango", concluye que con los niveles de 75 kg de Nitrógeno/ha, obtuvo un rendimiento de 5,062.50 kg de grano de maíz/ha.

Además este autor informa que las interacciones de los factores evaluados no afectaron el rendimiento.

Cuadro 5. Comparación de medias para el efecto de los niveles de Nitrógeno, en el trabajo realizado en Las Trojes, Amatlán.

Nivel de N (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Largo de mazorca	No. hileras por mazorca	No. granos por hileras	No. granos por mazorca	Peso 1,000 granos (kg)
70	4511 a	15.71 a	13.84 a	27.00 a	376.3 a	0.3325 a
35	4318 a	15.66 a	13.31 b	26.94 a	360.7 a	0.3283 ab
0	3053 b	14.19 b	13.20 b	23.72 b	316.3 b	0.3106 b

Larios (28), evaluando la eficiencia de uso de Nitrógeno en el cultivo del maíz", obtuvo un rendimiento de 5,860 kilogramos de grano de maíz/ha, con la aplicación de 120 kilogramos de Nitrógeno/ha; igualmente el rendimiento reportado por Ortiz (34), con la aplicación de 90 kilogramos de Nitrógeno/ha, obtuvo un rendimiento de 5,960 kilogramos de grano de maíz/ha, ambos no aplicaron abono orgánico. Este investigador obtuvo también rendimientos de 4,270; 4,260 y 4,270 kg. de grano de maíz/ha, con la aplicación de 50, 60 y 70 kilogramos de Nitrógeno/ha.

Sánchez Aguilar (48), en su trabajo "La microparcela de campo como un sustituto de la parcela tradicional en los ensayos de fertilización en maíz en la región de la Labor Ovalle y Campo Viejo en el departamento de Quetzaltenango", obtuvo un rendimientos máximos de 7,160 kg de grano de maíz/ha con aplicaciones de 237 y 244 kg de Nitrógeno/ha, además encontró un óptimo de 233 kg de Nitrógeno/ha, con lo que obtuvo un rendimiento de 7,141.40 kg de grano de maíz/ha. También este autor informa que la altura de planta y las dimensiones del tallo no fueron afectadas por los niveles de Nitrógeno aplicados.

El efecto de los niveles de nitrógeno sobre las variables: Rendimiento de grano en kg/ha, altura de ubicación de la mazorca en metros, largo de mazorca en centímetros, diámetro de mazorca en centímetros, número de granos por mazorca, número de hileras por mazorca, número

de granos por hilera y el peso de 1,000 granos en kilogramos, que se obtuvieron en la región de Las Trojes en Amatitlán, se debe a que el elemento Nitrógeno dentro del suelo se comporta muy dinámico y por ser un gas, este se pierde con facilidad dentro del suelo, por lo que de acuerdo con ICTA (24), a los suelos de Guatemala se les considera deficientes del elemento Nitrógeno y el requerimiento de los cultivos de dicho elemento debe adicionarse al suelo en un 100%.

En el largo de mazorca, los niveles de 35 y 70 kg de Nitrógeno aplicados/ha, el efecto fue el mismo, en tanto que comparados con el nivel 0 kg, la diferencia en el largo de mazorca fue de 1.52 centímetros, por lo que de acuerdo con el estimador de Tukey, dicha diferencia tiene significancia, ya que entre mas larga es la mazorca, la producción de granos es mayor.

En cuanto a la producción de granos por mazorca, en los niveles de 35 y 70 kg de Nitrógeno aplicados/ha, la diferencia es de 15.60 granos, por lo que de acuerdo con el comparador de Tukey que discrimina estadísticamente las medias, no se encontró efecto en el número de granos por mazorca, por lo que los niveles de 35 y 70 kg de Nitrógeno aplicados/ha, producen la misma cantidad de granos por mazorca; sin embargo, si se establece efecto en el número de granos por mazorca, cuando el nivel de Nitrógeno fue de 0 kg/ha, comparado con los niveles de 70 y 35 kg de Nitrógeno aplicados/ha, siendo el mismo de 60 granos.

En la variable número de hileras por mazorca, los niveles de 35 y 70 kg de Nitrógeno/ha aplicados, producen diferente efecto, lo mismo que entre los niveles de 0 y 70 kg de Nitrógeno/ha, siendo la diferencia entre los dos últimos niveles descritos de 0.64 hileras, lo cual estadísticamente tiene significancia.

En la variable número de granos por hilera, entre los niveles de 35 y 70 kg de Nitrógeno/ha que se aplicaron, no se dio efecto, en tanto que dichos niveles comparados con el nivel de 0 kg de Nitrógeno/ha, la diferencia de granos por hilera fue de 3.28, lo cual representa 45.39 granos por mazorca, lo que equivale a 905.63 kg de grano de maíz/ha, y estadísticamente tiene significancia.

Respecto al peso de 1,000 granos de maíz en kg, entre los niveles de 35 y 70 kg de Nitrógeno aplicados/ha, no se dio efecto, sin embargo si los mismos se comparan con el nivel 0 kg de Nitrógeno/ha, existe una diferencia de 0.0219 kg, lo cual de acuerdo con el comparador de Tukey, tiene significancia.

Como se puede observar en el cuadro 6, el nivel de 3,000 kg de gallinaza aplicado/ha, produjo el mejor efecto en el rendimiento de grano de maíz, siendo el mismo de 4,589 kg de grano de maíz/ha. Los niveles de 0 y 1500 kg, estadísticamente producen el mismo rendimiento, siendo los rendimientos en su orden de 3,626 y 3,668 kg de grano de maíz/ha. Los resultados obtenidos en la región de Las Trojes se pueden comparar con los reportados por Palencia (37), quien encontró que con niveles de 0, 880, 1,760 y 2,640 kg de gallinaza/ha bajo condiciones de suelo con alto nivel de fertilidad, exceptuando el Nitrógeno, el efecto de la gallinaza fue significativamente mayor en presencia de 22 kg de Nitrógeno/ha, por lo tanto el requerimiento mínimo de gallinaza fue de 880 kg/ha, recomendando a la vez probar dosis mas bajas de este material deshidratado, debido a la falta de efecto, con respecto a otros niveles aplicados. Quezada Corzo (39) en su trabajo de evaluación de tres niveles de Nitrógeno (N), fósforo (P) y gallinaza, en el rendimiento de grano de maíz en kg/ha en el Cantón Potrero Viejo del municipio de Zacualpa en el departamento del Quiché", concluye que, el mejor rendimiento de maíz se obtuvo con la aplicación de 800 kg de gallinaza/ha, siendo el rendimiento de 6762 kg de grano de maíz/ha.

CUADRO 6. Comparación de medias para el efecto de los niveles de gallinaza evaluados en Las Trojes, Amatitlán.

Nivel de gallinaza (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Largo de mazorca	Granos por mazorca	Hileras por mazorca	Granos por hileras	Peso 1,000 granos (kg)
3000	4589 a	16.13 a	391.80 a	13.66 a	28.44 a	0.3328 a
1500	3668 a	14.84 a	334.50 b	13.48 a	24.78 a	0.3233 ab
0	3626 b	14.59 b	327.10 b	13.22 b	24.44 b	0.3153 b

Además este autor informa que el efecto de la gallinaza fue significativamente mayor con la aplicación de 20 kg de Nitrógeno/ha y fue negativo cuando se aplicó 60 kg de Nitrógeno.

En el largo de mazorca, el nivel de 3,000 kg de gallinaza/ha aplicado, produjo el mayor largo de mazorca, el cual fue de 16.13 cm y de acuerdo con el testigo absoluto en el cual no se utilizó gallinaza, comparado con el nivel de 1,500 kg, no se presentó efecto sobre el largo de mazorca, siendo éstos estadísticamente iguales (14.59 cm y 14.84 cm de longitud de mazorca respectivamente). Al realizar la comparación del largo de mazorca entre 0 y 3,000 kg gallinaza aplicados/ha, se produjo una diferencia de 1.54 cm, cuyo efecto en el rendimiento es positivo, ya que al encontrar hileras más largas con mayor número de granos, tienen efecto al incrementar el rendimiento de grano por unidad de área.

En lo que al número de granos por mazorca se refiere, el efecto del nivel de 3,000 kg de gallinaza/ha aplicado, produjo 391.80 granos por mazorca y tuvo efecto sobre los niveles de 1,500 y 0 kg de gallinaza, los cuales estadísticamente producen la misma cantidad de granos por mazorca (334.50 y 327.10 granos/mazorca).

En el número de hileras por mazorca, los niveles de 0, 1,500 y 3,000 kg de gallinaza/ha aplicados, estadísticamente producen el mismo número de hileras por mazorca (13.22, 13.48 y 13.66 hileras/mazorca respectivamente).

En lo referente al número de granos/hilera, se puede observar que estadísticamente el efecto de los 3,000 kg de gallinaza aplicados/ha, produjeron 28.44 granos/hilera, lo que es significativamente diferente al efecto producido por los niveles de 1,500 y 0 kg de gallinaza (24.78 y 24.44 granos/hilera). La diferencia del número de granos/hilera entre los niveles de 3,000 y 0 kg de gallinaza aplicados/ha, es de 4 granos/hilera, siendo dicho efecto significativo en el rendimiento, ya que al producirse mayor cantidad de granos por hilera, el mismo se incrementa.

En la variable peso de 1,000 granos de maíz en kg, el nivel de 3,000 kg de gallinaza/ha que se aplicó, produjo el mejor peso de grano, siendo este de 0.3332 kg/1,000 granos de maíz, en

tanto que el efecto de los niveles de 0 y 1,500 kg de gallinaza aplicados, estadísticamente producen el mismo peso de grano de maíz, Cuadro 6.

Específicamente el efecto más sobresaliente en el rendimiento de grano de maíz en kg/ha, en el estudio realizado en la región de Las Trojes del municipio de Amatitlán Guatemala, se obtuvo con el tratamiento compuesto por el cultivar "Criollo Las Trojes", en combinación con los niveles de 3,000 kilogramos de gallinaza y 70 kilogramos de Nitrógeno aplicados/ha, con lo que se obtuvo un rendimiento de 5,894.06 kilogramos de grano de maíz/ha.

### **7.3. Análisis económico**

#### **7.3.1. Análisis Marginal**

El análisis marginal se hizo únicamente para los niveles de Nitrógeno y gallinaza analizados como efectos independientes, ya que entre los cultivares de maíz "Criollo Las Trojes" e "ICTA V-301", no se produjo efecto en el rendimiento, por lo que para el agricultor de la región de Las Trojes le es más conveniente continuar utilizando el cultivar criollo de maíz, ya que es un material que genéticamente esta adaptado a las condiciones del lugar y la obtención de semilla no le representa ningún costo.

Se debe tomar en consideración que este tipo de análisis se utiliza principalmente para recursos limitados, siendo esto de mucha importancia para el productor de maíz a pequeña escala, el cual no esta dispuesto a invertir mucho capital en sus costos de producción.

En el cuadro 7, se presenta el análisis Marginal para los niveles de Nitrógeno, elaborado en función del efecto producido por los mismos, cuadros 4 y 28, con el propósito de determinar la conveniencia para el productor de maíz a pequeña escala. Como se puede observar en el cuadro que se presenta, la mayor tasa de retorno marginal correspondió para el nivel de 35 kg de Nitrógeno que se aplicó/ha, siendo esta de 10.25 (1,025%).

Cuadro 7. Tasa de retorno marginal (TMR) para los niveles de Nitrógeno evaluados en el experimento realizado en la región de Las Trojes Amatitlán.

Tratamiento	Niveles de N (kg/ha)	Beneficio Neto (Q/ha)	Costo que varia (Q/ha)	Incremento		Tasa de Retorno Marginal
				Beneficio Neto	Costo Variable	
1	0	3,885.75	0	-	-	-
2	35	62.36.04	229.34	2,350.29	229.34	10.25
3	70	7,390.07	458.68	1,154.03	229.34	5.03

El cuadro 8 presenta el análisis marginal aplicado a los niveles de gallinaza evaluados en la región de las Trojes Amatitlán, en función del efecto producido por los mismos, cuadros 4 y 28. Como se puede observar en el cuadro que se presenta, la mayor tasa de retorno marginal (TMR), correspondió para el nivel de 3,000 kg de gallinaza aplicados/ha, siendo la misma de 4.77 (477%).

Cuadro 8 Tasa de retorno marginal (TMR) para los niveles de gallinaza evaluados en el experimento realizado en la región de Las Trojes Amatitlán.

Tratamiento	Niveles gallinaza (kg/ha)	Beneficio Neto (Q/ha)	Costo que varia (Q/ha)	Incremento		Tasa de Retorno Marginal
				Beneficio Neto	Costo Variable	
1	1,500	3,643.06	351.06	-	-	-
2	0	3,885.75	0	242.69	0	-
3	3,000	7,237.44	702.12	3,351.69	702.12	4.77

### 7.3.2. Análisis múltiple de regresión:

Se sometió a prueba en diferentes modelos matemáticos la variable rendimiento de grano en kg/ha en donde el coeficiente de determinación debe ser mayor a 0.8.

El cuadro 9 presenta las diferentes funciones de producción, y los coeficientes de determinación, que son menores de 0.5 .

Como se puede observar, los coeficientes de determinación son menores de 0.50, por lo que se concluye que ninguno de los modelos se ajusta para estimar el rendimiento de grano de maíz.

Cuadro 9. Modelos y coeficiente de determinación, aplicados a los niveles de Nitrógeno y Gallinaza evaluados en Las Trojes Amatitlán.

MODELO DE REGRESIÓN	R <sup>2</sup>
$Y = 271.3611 + 20.839683N + 0.307056G$	0.2632
$Y = 2441.8 + 63.6495N - 0.0762G - 0.4458N^2 + .0002G^2 + 0.0085GN$	0.3326
$Y = 8.319148 + 0.013433 \text{ Log}N + 0.004157 \text{ Log}G$	0.2459
$Y = 2465.856 + 58.473395N - 0.370015N^2$	0.4111
$Y = 2760.22 + 51.49N - 0.4378N^2 + 0.00N^3 - 0.3635G + 0.000224G^2 + 0.00G^3$	0.2632
$Y = 4105.07611 + 177.572472\text{Log}N + 49.57636\text{Log}G$	0.2456

Referencia:

N = Nitrógeno en kg/ha

G = Gallinaza en kg/ha

Y = Rendimiento de grano en kg/ha

## VII CONCLUSIONES

1. Los cultivares de maíz "Criollo Las Trojes" e "ICTA V-301" que se evaluaron en la región de Las Trojes, producen el mismo rendimiento de grano al 5% de probabilidad.
2. La aplicación de los niveles de Nitrógeno y gallinaza evaluados en los cultivares de maíz criollo Las Trojes e ICTA V-301, afectó el largo de mazorca, número de granos por mazorca, número de granos por hilera y en el peso de 1,000 granos, los cuales son componentes del rendimiento.
3. El análisis marginal reporta una tasa de retorno marginal al capital (TMR) de 10.25 (1025%), correspondiendo esta para el nivel de 35 kg de Nitrógeno que se aplicó/ha, y 0 kg de gallinaza, considerándose esta como la alternativa más conveniente para el productor de maíz a pequeña en la región de Las Trojes.

## IX RECOMENDACIONES

- 1.-Se recomienda continuar con el uso del cultivar de maíz "Criollo Las Trojes", ya que constituye un material genético propio y adaptado a las condiciones ambientales de la región y el mismo tiene un buen potencial de rendimiento y además, la obtención de semilla no representa ningún costo para el agricultor.
- 2.-Para la región de Las Trojes, se recomienda aplicar 35 kg de Nitrógeno/ha en forma de urea aplicada en dos épocas.
- 3.-Se recomienda la aplicación de materia orgánica en forma de gallinaza deshidratada para el mejoramiento de las características físicas del suelo.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. ALDRICH, S.R.; LENG, J.C. 1,974. Producción moderna de maíz. Trad. Oscar Martínez y Patricia Lenguramen. Buenos Aires, Argentina, ed. Hemisferio Sur. 307 p.
2. BALLESTEROS, P. 1,972. Efecto de la densidad de población y fertilización edáfica, N, P y K, sobre el rendimiento del maíz "Braquítico 2". Managua, Nicaragua, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. P. 16-19.
3. BARRIENTOS, M.; LEIVA, O.; SACBAJA, A. 1,997. Información sobre diseños experimentales variedades de maíz y distanciamientos de siembra; análisis de suelo e interpretación de resultados. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. (Correspondencia Personal).
4. BORNEMISZA, E. 1,983. Introducción a la química de suelos. Costa Rica, O.E.A, Serie de Química. no. 25. 83 p.
5. BUCKMAN, W.G.; BRADY, N.C. 1,966. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. R. Solard. Barcelona, España, Montaner y Simmon. 690 p.
6. CARRILLO GUERRA, A.C. 1992. Evaluación de tres niveles de abono orgánico, con aplicación de cinco niveles de nitrógeno de compensación en el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.) en Moyuta Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.
7. CARRIOLS, E. 1,968. Análisis de la planta como guía de la fertilización nitrogenada. Costa Rica, Universidad Nacional de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 4 p.
8. COCHRAN, W.G.; COX, G.M. 1,987. Diseños experimentales. México, Trillas. 661 p.
9. COOKE, G.W. 1,975. Fertilizantes y sus usos. 2 ed. Trad. Alfonso Blackaller Valdez. México, Continental. p. 70-81.
10. CURSO DE diseños experimentales. 1,995. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. s. p. Sin publicar.

11. CURSO DE fertilidad de suelos y fertilizantes. 1,995. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. s. p. Sin publicar.
12. CURSO DE producción de cultivos básicos. 1,996. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. s. p. Sin publicar
13. CRUZ, J. R. DE LA. 1,983. Clasificación de zonas de vida; según el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
14. DOWSWELL, Ch.R. 1,996. Maize, the third world. EE.UU, Winrock International Institute for Agricultural Development. p. 17 – 33
15. FASSBENDER, K.W. 1,990. Química de los suelos con énfasis en América Tropical. Turrialba, Costa Rica, IICA. 398 p.
16. FERTIPEST. s. f. La gallinaza como mejorador de la fertilidad de los suelos. Guatemala. Sin publicar.
17. GARCIA GONZALEZ, G.A. 1994. Evaluación de N, P y materia orgánica sobre el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.) en la aldea Pacutan, municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
18. GARCIA, H.G. 1,977. Estudio del cultivo de maíz (Zea mays L.), a diferentes densidades de siembra, con relación a la aplicación de abono orgánico y de nitrógeno, en el valle de Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.
19. GOMEZ, J. 1,986. Manejo de gallinaza en cultivos. Guatemala, Dirección General de servicios Pecuarios, Comisión de Fomento Agrícola. 30 p.
20. GONZALEZ, J. 1,993. La gallinaza como abono. Guatemala, Ministerio de Agricultura y Ganadería y Alimentación, Unidad de Formación de Recursos Humanos. 10 p.
21. GUDIEL, V.M. 1,987. Manual agrícola superb. 6 ed. Guatemala, Productos Superb. 393 p.
22. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1,995. Estadísticas de producción y costos. Guatemala. 23 p.

23. GUATEMALA, DEPARTAMENTO AGROPECUARIO E INDUSTRIAL. 1974. El uso de abonos orgánicos: una alternativa para la fertilización adecuada de los suelos. Guatemala. Memorandum no. 5/75. 218 p.
24. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1,981. Guía técnica para la investigación agrícola, sector público. Guatemala. 180 p.
25. GRUNEBERG, F. 1,959. Nutrición de maíz. Hannover, Alemania. Boletín Verde no. 9, 46 p.
26. GUTIERREZ, H. 1,986. El cultivo del maíz (Zea mays L.). Trabajo de investigación del curso de producción de cultivo de granos básicos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Agronomía. 13 p.
27. LAIRD, R.J.; RODRIGUEZ, G. 1,965. Fertilización de maíz temporal en regiones de Guanajuato, Michoacán y Jalisco. México, Instituto de Investigaciones Agrícolas. Folleto Técnico no. 50. p. 63-64.
28. LARIOS, B.L. 1,995. Eficiencia de uso de nitrógeno en cultivo de maíz; informe de resultados. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Programa de Maíz. 7 p.
29. LEON, A. 1,951. Fundamentos naturales de la producción agrícola. Barcelona, España, Salvat. p. 85-501.
30. MARTINEZ, H. 1,995. Informe de desarrollo humano. Guatemala, PNUD; FUNDAP, Proyecto de Desarrollo Forestal. 3p
31. MATHEU, R. 1,976. Efecto de la materia orgánica en el aprovechamiento de la fertilización con N, P, K, en el rendimiento del cultivo del maíz (Zea mays). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
32. MEDINA, G.H. 1996. Evaluación del efecto de abonos orgánicos, químicos y su interacción en almácigos de café (Coffea arábica), en Las Trojes Amatitlán. Informe EPS. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36 p.
33. MONZON, D. 1,992. Introducción al diseño de experimentos. 3 ed. Venezuela, s.n. 167 p.
34. NILSEN, N.L. 1931. Experimentos sobre rotaciones de larga duración con estiércol y abonos comerciales. Sturgard, Dinamarca, s.n. p. 57-59.
35. OBIOLS DEL CID. 1,975. Mapa climatológico de la república de Guatemala; según el sistema Thorntwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000,000. Color.
36. ORTIZ, M.O. 1,973. Estudio sobre el efecto de las aplicaciones adicionales de fertilizantes al maíz en el altiplano. Revista Cafetalera (Gua.) no. 124: 31 p.
37. PALENCIA, O.J. 1,975. Programa de nutrición vegetal: Informe anual. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 71 p.

38. PASCUAL, V.L. 1,988. Diagnóstico general de la aldea Las Trojes del municipio de Amatitlán. Informe de EPS. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 p.
39. PEREZ, N.P. 1,985. Evaluación de fósforo soluble, calcio y óxido de calcio, tierra de infusorios y gallinaza, sobre la producción de materia seca en sorgo (Sorghum vulgare L.) y fijación de fósforo en la serie de suelos Totonicapán, bajo condiciones de invernadero. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36 p.
40. QUEZADA CORZO, L.E. 1995. Evaluación de tres niveles de Nitrógeno (N), fósforo (P) y gallinaza en el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.) en el Cantón Potrero Viejo, municipio de Zacualpa, departamento del Quiché. Investigación EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 48 p.
39. ROBINSÓN, G.W. 1,965. Los suelos, su origen y clasificación. 3 ed. Trad. José Luis Amoros Barcelona, España. p. 187-215.
42. RODRIGUEZ, G.; PANIAGUA, J. 1,994. Horticultura orgánica: una guía basada en la experiencia en Laguna de Alfaró Ruiz. Guatemala, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social; Fundación Guilombé. 36 p.
43. RUIZ, P. et al. 1,997. Métodos de fertilización y rendimientos del maíz (Zea mays L.) aldea Las Trojes, Amatitlán, Guatemala. Guatemala, Cooperativa Esfuerzo y Esperanza R.L. (Correspondencia personal).
44. RUSSELL, E.S.; RUSSELL, E.W. 1,964. Las condiciones del suelo y el desarrollo. 3 ed. Trad. Gaspar González y González. Madrid, Aguilar. 771 p.
45. SACBAJA, O.A. 1,991. Evaluación de tres fuentes de materia con tres diferentes relaciones de Carbono/Nitrógeno, con cuatro niveles de nitrógeno de compensación en trigo (Triticum aestivum L.), en Tecpán, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.
46. SALAZAR, J.R. 1,970. Efecto de N y P en el rendimiento del frijol en el occidente de El Salvador. En Reunión Anual, Programa Cooperativo Centro Americano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (16., 1970, Antigua Gua.) Memoria Guatemala, s.n. 42 p.
47. SALGUERO, E. 1,976. Ensayo comparativo de abonamiento químico y orgánico en maíz y frijol, para el Valle de Monjas Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.
48. SANCHEZ AGUILAR, L. G. 1,973. La microparcela de campo como un sustituto de la parcela tradicional en los ensayos de fertilización en maíz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 76 p.
49. SCHARRER, K. 1960. Nutrición de las plantas, suelos, fertilizantes. México, UTHEA. p. 11067

50. SELKE, W. 1,990. Los abonos. 4 ed. Trad. Ortwin Gunther. León, España, Academia. p. 298-305.
51. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1,959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, ed., José de Pineda Ibarra. 1000 p.
52. SPARGUE, G.F. 1,955. Corn improvement. EE.UU., Departament of Agriculture, Agricultural Research Service. p. 1-57.
53. TEUSCHER, H.; ALDER, R. 1,980. El suelo y fertilizantes. Trad. Rodolfo Vera y Zapata. México, Continental. 510 p.
54. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. 1,970. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Trad. J. Balasch y C. Barcelona, Montamer y Simmon. p. 138 - 203.
55. VALLE, B.R. DEL. 1,975. Efecto de la fertilización con N, P, K, en el sistema de maíz/frijol asociado, bajo las condiciones del valle de Monjas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
56. WORTHEN, E.; ALDRICH, S.R. s.f. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. México, VAL. P. 208-222.



vº. Bº.  
Meriam De La Roca

Cuadro 10. Rendimiento en grano en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.

Número Tratamiento	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			Total	Promedio
	Cultivar	N (kg/ha)	G (kg/ha)	I	II	III		
1	Las Trojes	0	0	1,768.38	3,764.25	1,209.63	6,742.26	2,247.42
2	Las Trojes	0	1,500	1,731.85	2,929.90	247.16	7,008.45	2,336.15
3	Las Trojes	0	3,000	4,353.95	4,208.90	2,767.51	11,331.36	3,777.12
4	Las Trojes	35	0	3,161.49	4,918.84	4,447.41	12,527.74	4,175.91
5	Las Trojes	35	1,500	3,441.64	4,784.57	5,449.54	13,675.75	4,558.58
6	Las Trojes	35	3,000	6,051.70	3,613.36	5,078.62	14,743.68	4,914.56
7	Las Trojes	70	0	2,819.68	5,673.74	5,646.52	14,139.94	4,713.31
8	Las Trojes	70	1,500	2,599.17	5,638.96	3,322.37	11,560.50	3,853.50
9	Las Trojes	70	3,000	5,193.47	6,696.99	5,791.72	17,682.18	5,894.06
10	ICTA V-301	0	0	3,032.95	2,941.75	1,380.70	7,355.40	2,451.80
11	ICTA V-301	0	1,500	3,271.14	2,294.65	1,917.77	7,483.42	2,494.47
12	ICTA V-301	0	3,000	3,896.16	6,090.46	5,048.81	15,035.43	5,011.81
13	ICTA V-301	35	0	1,696.82	5,617.57	3,615.14	10,929.53	3,643.18
14	ICTA V-301	35	1,500	5,247.99	4,106.31	4,099.32	13,453.62	4,484.54
15	ICTA V-301	35	3,000	2,927.80	4,802.57	4,677.94	12,408.31	4,136.10
16	ICTA V-301	70	0	4,623.64	408.45	5,693.48	14,335.57	477.52
17	ICTA V-301	70	1,500	3,519.89	3,014.73	5,552.14	12,086.76	4,028.92
18	ICTA V-301	70	3,000	3,301.71	2,894.58	5,212.98	11,409.27	3,803.09

Cuadro 11. Altura posicional de mazorca en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.

No. Tratamiento	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			RENDIMIENTO	
	Cultivar	N (kg./ha)	G (kg./ha)	I	II	III	Total	Promedio
1	Las Trojes	0	0	1.10	1.80	1.32	4.22	1.4066666
2	Las Trojes	0	1,500	0.98	1.77	1.8	4.55	1.5166666
3	Las Trojes	0	3,000	1.81	1.75	1.81	5.37	1.79
4	Las Trojes	35	0	1.60	1.86	1.72	5.18	1.7266666
5	Las Trojes	35	1,500	1.62	1.60	1.80	5.02	1.6733333
6	Las Trojes	35	3,000	1.76	1.74	1.83	5.33	1.7766667
7	Las Trojes	70	0	1.68	1.84	1.76	5.28	1.76
8	Las Trojes	70	1,500	1.29	2.02	1.47	4.78	1.5933333
9	Las Trojes	70	3,000	1.78	1.98	1.96	5.72	1.9066667
10	ICTA V-301	0	0	1.35	1.51	1.67	4.53	1.51
11	ICTA V-301	0	1,500	1.54	1.50	1.82	4.86	1.62
12	ICTA V-301	0	3,000	1.53	1.79	1.83	5.15	1.7166667
13	ICTA V-301	35	0	0.97	1.38	1.99	4.34	1.4466667
14	ICTA V-301	35	1,500	1.73	1.47	1.98	5.18	1.7266667
15	ICTA V-301	35	3,000	1.17	1.63	2.20	5	1.6666667
16	ICTA V-301	70	0	1.58	1.27	2.12	4.97	1.6566667
17	ICTA V-301	70	1,500	1.24	1.66	2.01	4.91	1.6366667
18	ICTA V-301	70	3,000	1.57	1.54	2.06	5.17	1.7233333

FUENTE: Información de campo producto del experimento, noviembre/97.

N= Nitrógeno; G= Gallinaza.

Cuadro 12. Largo de mazorca en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.

No. Tratamiento	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			RENDIMIENTO	
	Cultivar	N (kg./ha)	G. kg./ha	I	II	III	Total	Promedio
1	Las Trojes	0	0	11.34	14.94	11.03	37.31	12.44
2	Las Trojes	0	1,500	11.45	12.65	12.81	36.91	12.30
3	Las Trojes	0	3,000	16.09	13.95	14.28	44.32	14.77
4	Las Trojes	35	0	13.41	16.04	13.91	43.36	14.45
5	Las Trojes	35	1,500	14.10	14.00	15.19	43.29	14.43
6	Las Trojes	35	3,000	17.71	15.12	15.46	48.29	16.10
7	Las Trojes	70	0	14.42	14.48	15.09	43.99	14.66
8	Las Trojes	70	1,500	12.77	16.70	13.76	43.23	14.41
9	Las Trojes	70	3,000	15.84	16.50	15.75	48.09	16.03
10	ICTA V-301	0	0	14.51	15.01	13.25	42.77	14.26
11	ICTA V-301	0	1,500	13.48	13.68	13.57	40.73	13.58
12	ICTA V-301	0	3,000	17.47	17.92	18.03	53.42	17.81
13	ICTA V-301	35	0	3.18	17.61	16.07	36.86	12.29
14	ICTA V-301	35	1,500	17.15	16.61	18.25	52.01	17.34
15	ICTA V-301	35	3,000	13.52	16.12	18.62	48.26	16.09
16	ICTA V-301	70	0	18.70	15.42	18.74	52.86	17.62
17	ICTA V-301	70	1,500	13.67	15.09	17.83	46.59	15.53
18	ICTA V-301	70	3,000	15.60	14.31	18.11	48.02	16.01

Cuadro 13. Diámetro de mazorca en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.

Tratamiento	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			RENDIMIENTO	
	Cultivar	N. (kg./ha)	G. (kg/ha)	I	II	III	Total	Promedio
1	Las Trojes	0	0	3.41	3.8	3.17	10.38	3.46
2	Las Trojes	0	1,500	3.11	3.45	3.13	9.69	3.23
3	Las Trojes	0	3,000	3.93	3.69	3.64	11.26	3.75
4	Las Trojes	35	0	3.48	3.72	3.78	10.98	3.66
5	Las Trojes	35	1,500	3.64	3.34	3.99	10.97	3.66
6	Las Trojes	35	3,000	3.86	3.7	3.74	11.3	3.77
7	Las Trojes	70	0	3.56	4.03	3.94	11.53	3.84
8	Las Trojes	70	1,500	3.92	4.02	3.64	11.58	3.86
9	Las Trojes	70	3,000	3.83	4.08	3.87	11.78	3.93
10	ICTA V-301	0	0	3.52	3.73	3.2	10.45	3.48
11	ICTA V-301	0	1,500	3.45	3.62	3.68	10.75	3.58
12	ICTA V-301	0	3,000	3.77	3.79	3.99	11.55	3.85
13	ICTA V-301	35	0	3.44	3.99	3.7	11.13	3.71
14	ICTA V-301	35	1,500	3.77	3.65	3.95	11.37	3.79
15	ICTA V-301	35	3,000	3.33	3.82	3.66	10.81	3.60
16	ICTA V-301	70	0	3.79	3.45	3.73	10.97	3.66
17	ICTA V-301	70	1,500	3.54	3.61	4.05	11.2	3.73
18	ICTA V-301	70	3,000	3.49	3.65	3.76	10.9	3.63

FUENTE: Información de campo producto del experimento, noviembre/97.

N= Nitrógeno; G= Gallinaza.

Cuadro 14. Número de granos por mazorca en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.

Tratamiento	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			RENDIMIENTO	
	Cultivar	N.(kg/ha)	G.(Kg./ha)	I	II	III	Total	Promedio
1	Las Trojes	0	0	218	364	202	784	261.33
2	Las Trojes	0	1,500	169	260	242	671	223.67
3	Las Trojes	0	3,000	385	332	344	1,061	353.67
4	Las Trojes	35	0	286	369	358	1,013	337.67
5	Las Trojes	35	1,500	303	290	365	958	319.33
6	Las Trojes	35	3,000	414	333	347	1,094	364.67
7	Las Trojes	70	0	318	344	347	1,009	336.33
8	Las Trojes	70	1,500	277	446	311	1,034	344.67
9	Las Trojes	70	3,000	432	413	383	1,228	409.33
10	ICTA V-301	0	0	334	321	294	949	316.33
11	ICTA V-301	0	1,500	289	298	274	861	287.00
12	ICTA V-301	0	3,000	414	476	477	1,367	455.67
13	ICTA V-301	35	0	276	380	343	999	333.00
14	ICTA V-301	35	1,500	432	448	393	1,273	424.33
15	ICTA V-301	35	3,000	203	434	429	1,156	385.33
16	ICTA V-301	70	0	449	371	447	1,267	422.33
17	ICTA V-301	70	1,500	304	344	442	1,090	363.33
18	ICTA V-301	70	3,000	368	337	441	1,146	382.00

Cuadro 15. Número de hileras por mazorca en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.

No. Tratamiento	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			RENDIMIENTO	
	Cultivar	N.(kg/ha)	G.(Kg./ha)	I	II	III	Total	Promedio
1	Las Trojes	0	0	12.4	13	12.8	38.2	12.73
2	Las Trojes	0	1,500	11.4	12.8	14	38.2	12.73
3	Las Trojes	0	3,000	12.6	12.8	13	38.4	12.80
4	Las Trojes	35	0	13	12.8	14	39.8	13.27
5	Las Trojes	35	1,500	12	11.6	13	36.6	12.20
6	Las Trojes	35	3,000	12.6	12.6	13	38.2	12.73
7	Las Trojes	70	0	12.8	12.6	12.4	37.8	12.60
8	Las Trojes	70	1,500	13	14	12.8	39.8	13.27
9	Las Trojes	70	3,000	13.2	13.4	13	39.6	13.20
10	ICTA V-301	0	0	13.8	13.2	14.2	41.2	13.73
11	ICTA V-301	0	1,500	13	13.2	14.2	40.4	13.47
12	ICTA V-301	0	3,000	13.6	14.8	15.8	44.2	14.73
13	ICTA V-301	35	0	14	12.6	13.6	40.2	13.40
14	ICTA V-301	35	1,500	14	14.2	14.2	42.4	14.13
15	ICTA V-301	35	3,000	13.4	14.8	14.2	42.4	14.13
16	ICTA V-301	70	0	14.2	14.8	16.4	45.4	15.13
17	ICTA V-301	70	1,500	14	14.4	15.2	43.6	14.53
18	ICTA V-301	70	3,000	14	14.2	14.8	43	14.33

FUENTE: Información de campo producto del experimento, noviembre/97.

N= Nitrógeno; G= Gallinaza.

Cuadro 16. Número de granos/hilera dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.

No. Tratamiento	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			RENDIMIENTO	
	Cultivar	N. (kg/ha)	G. (kg/ha)	I	II	III	Total	Promedio
1	Las Trojes	0	0	17	28	16	61	20.33
2	Las Trojes	0	1,500	15	20	22	57	19.00
3	Las Trojes	0	3,000	30	26	26	82	27.33
4	Las Trojes	35	0	21	28	26	75	25.00
5	Las Trojes	35	1,500	24	25	27	76	25.33
6	Las Trojes	35	3,000	34	26	28	88	29.33
7	Las Trojes	70	0	25	27	29	81	27.00
8	Las Trojes	70	1,500	22	32	24	78	26.00
9	Las Trojes	70	3,000	29	32	29	90	30.00
10	ICTA V-301	0	0	24	25	20	69	23.00
11	ICTA V-301	0	1,500	22	23	20	65	21.67
12	ICTA V-301	0	3,000	31	32	30	93	31.00
13	ICTA V-301	35	0	20	31	25	76	25.33
14	ICTA V-301	35	1,500	31	32	27	90	30.00
15	ICTA V-301	35	3,000	22	28	30	80	26.67
16	ICTA V-301	70	0	32	25	27	84	28.00
17	ICTA V-301	70	1,500	22	24	28	74	24.67
18	ICTA V-301	70	3,000	26	23	30	79	26.33

Cuadro 17. Peso de 1,000 granos en dos cultivares de maíz, Aldea Las Trojes, Amatitlán.

Tratamiento	TRATAMIENTOS			REPETICIONES			RENDIMIENTO	
	Cultivar	N. (kg/ha)	G. (kg/ha)	I	II	III	Total	Promedio
1	Las Troje	0	0	0.275	0.335	0.325	0.935	0.312
2	Las Trojes	0	1,500	0.27	0.305	0.32	0.895	0.298
3	Las Trojes	0	3,000	0.38	0.335	0.33	1.045	0.348
4	Las Trojes	35	0	0.315	0.35	0.345	1.010	0.337
5	Las Trojes	35	1,500	0.36	0.36	0.39	1.110	0.370
6	Las Trojes	35	3,000	0.395	0.35	0.375	1.120	0.373
7	Las Trojes	70	0	0.315	0.385	0.4	1.100	0.367
8	Las Trojes	70	1,500	0.05	0.34	0.335	0.725	0.242
9	Las Trojes	70	3,000	0.335	0.355	0.36	1.050	0.350
10	ICTA V-301	0	0	0.29	0.285	0.305	0.880	0.293
11	ICTA V-301	0	1,500	0.26	0.295	0.295	0.850	0.283
12	ICTA V-301	0	3,000	0.315	0.335	0.335	0.985	0.328
13	ICTA V-301	35	0	0.265	0.315	0.325	0.905	0.302
14	ICTA V-301	35	1,500	0.3	0.285	0.335	0.920	0.307
15	ICTA V-301	35	3,000	0.295	0.28	0.345	0.920	0.307
16	ICTA V-301	70	0	0.33	0.31	0.35	0.990	0.330
17	ICTA V-301	70	1,500	0.285	0.285	0.35	0.920	0.307
18	ICTA V-301	70	3,000	0.275	0.285	0.33	0.890	0.297

FUENTE: Información de campo producto del experimento, noviembre/97.

N= Nitrógeno; G= Gallinaza.

Cuadro 18. Resumen de ANDEVA del rendimiento de grano. Las Trojes, Amatitlán.

Fuentes de Variación	G.L.	Sum. Cua.	Cua. Medio	F. C.	Pr > F
Bloques	2	6,882,295.346	3,441,147.673	2.83	0.0728
Cultivares	1	447,248.623	447,248.623	0.37	0.5480
Nitrógeno	2	22,603,276.962	11,301,638.481	9.31	0.0006
Gallinaza	2	10,670,379.989	5,335,189.995	4.39	0.0201
Cultivares x Nitrógeno	2	3,499,978.023	1,749,989.011	1.44	0.2508
Cultivares x Gallinaza	2	9,577,290.611	478,645.306	0.39	0.6773
Nitrógeno x Gallinaza	4	10,005,388.554	25,013,347.139	2.06	0.1079
Cultivares/Nitrógeno/gallinaza	4	5,436,148.621	1,359,037.155	1.12	0.3637
Error	34	41,291,303.614	1,214,450.106	-	-
Total	53	1,017,93310.344	-	-	-

Referencias: Subarea de Métodos y Cuantificación, Facultad de Agronomía USAC.

Cuadro 19. Resumen de ANDEVA para altura de mazorca. Las Trojes, Amatitlán.

Fuentes de variación	G.L.	Sum. Cua.	Cua. Medio	F. C.	Pr > F
Bloques	2	1.323	0.662	11.41	0.0002
Cultivares	1	0.035	0.035	0.61	0.4410
Nitrógeno	2	0.126	0.063	1.09	0.3477
Gallinaza	2	0.311	0.156	2.68	0.0829
Cultivares x Nitrógeno	2	0.058	0.291	0.50	0.6099
Cultivares x Gallinaza	2	0.089	0.044	0.76	0.4739
Nitrógeno x Gallinaza	4	0.137	0.342	0.59	0.6719
Cultivares/Nitrógeno/gallinaza	4	0.063	0.016	0.27	0.8931
Error	34	1.972	0.058	-	-
Total	53	4.116	-	-	-

Referencias: Subarea de Métodos y Cuantificación, Facultad de Agronomía USAC.

Cuadro 20. Resumen de ANDEVA de longitud de mazorca. Las Trojes, Amatitlán.

Fuentes de Variación	G.L.	Sum. Cua.	Cua. Medio	F. C.	Pr > F
Bloques	2	7.150	3.575	1.65	0.2076
Cultivares	1	33.812	33.812	15.58	0.0004
Nitrógeno	2	26.944	13.472	6.21	0.0050
Gallinaza	2	24.515	12.257	5.65	0.0076
Cultivares x Nitrógeno	2	1.426	0.713	0.33	0.7222
Cultivares x Gallinaza	2	2.394	1.197	0.55	0.5811
Nitrógeno x Gallinaza	4	24.308	6.077	2.80	0.0412
Cultivares/Nitrógeno/gallinaza	4	13.280	3.3199	1.53	0.2156
Error	34	73.792	2.170	-	-
Total	53	207.622	-	-	-

Referencias: Subarea de Métodos y Cuantificación, Facultad de Agronomía USAC.

GL= Grados de Libertad; G.=Gallinaza; Sum Cua.=Sumatoria de cuadrados; Cua. Medio= Cuadrado medio.

→ Cuadro 21. Resumen de ANDEVA para diámetro de mazorca. Las Trojes, Amatitlán.

Fuentes de Variación	G.L.	Sum. Cua.	Cua. Medio	F. C.	Pr > F
Bloques	2	0.165	0.082	1.980	0.164
Cultivares	1	0.003	0.082	0.060	0.810
Nitrógeno	2	0.423	0.211	4.880	0.014
Gallinaza	2	0.161	0.081	1.860	0.171
Cultivares x Nitrógeno	2	0.289	0.144	3.340	0.047
Cultivares x Gallinaza	2	0.135	0.067	1.560	0.226
Nitrógeno x Gallinaza	4	0.384	0.096	2.220	0.087
Cultivares/Nitrógeno/gallinaza	4	0.051	0.013	0.300	0.879
Error	34	1.471	0.043	-	-
Total	53	3.081	-	-	-

Referencias: Subarea de Métodos y Cuantificación, Facultad de Agronomía USAC.

Cuadro 22. Resumen de ANDEVA para número de granos por mazorca. Las Trojes, Amatitlán.

Fuentes de Variación	G.L.	Sum. Cua.	Cua. Medio	F. C.	Pr > F
Bloques	2	11,146.778	5,573.389	2.279	0.1178
Cultivares	1	29,213.630	29,213.630	11.946	0.0015
Nitrógeno	2	34,954.111	17,477.056	7.157	0.0026
Gallinaza	2	45,150.778	22,575.389	9.231	0.0006
Cultivares x Nitrógeno	2	5,370.481	2,685.241	1.098	0.3451
Cultivares x Gallinaza	2	2,108.481	1,054.241	0.431	0.6533
Nitrógeno x Gallinaza	4	39,650.111	9,912.528	4.053	0.0086
Cultivares/Nitrógeno/gallinaza	4	19,415.741	4,853.935	1.985	0.1190
Error	34	83,147.222	2,445.507	-	-
Total	53	270,157.333	-	-	-

Referencias: Subarea de Métodos y Cuantificación, Facultad de Agronomía USAC.

Cuadro 23. Resumen del ANDEVA del número de hileras por mazorca. Las Trojes, Amatitlán.

Fuentes de Variación	G.L.	Sum. Cua.	Cua. Medio	F. C.	Pr > F
Bloques	2	3.130	1.565	4.6778	0.0160
Cultivares	1	28.456	28.456	85.0465	0.0001
Nitrógeno	2	4.273	2.136	6.3847	0.0044
Gallinaza	2	1.708	0.854	2.5525	0.0927
Cultivares x Nitrógeno	2	0.610	0.305	0.9121	0.4113
Cultivares x Gallinaza	2	0.410	0.205	0.6132	0.5475
Nitrógeno x Gallinaza	4	2.661	0.665	1.9880	0.1185
Cultivares/Nitrógeno/gallinaza	4	4.670	1.167	3.4890	0.0172
Error	34	11.376	0.335	-	-
Total	53	57.295	-	-	-

Referencias: Subarea de Métodos y Cuantificación, Facultad de Agronomía USAC.

GL= Grados de Libertad; G.=Gallinaza; Sum Cua.=Sumatoria de cuadrados; Cua. Medio= Cuadrado medio.

Cuadro 24. Resumen del ANDEVA del número de granos por hilera. Las Trojes, Amatitlán.

Fuentes de Variación	G.L.	Sum. Cua.	Cua. Medio	F. C.	Pr > F
Bloques	2	44.778	22.389	1.8333	0.1753
Cultivares	1	8.963	8.963	0.7339	0.3976
Nitrógeno	2	126.778	63.389	5.1905	0.0108
Gallinaza	2	177.333	88.667	7.2604	0.0024
Cultivares x Nitrógeno	2	42.259	21.130	1.7302	0.1925
Cultivares x Gallinaza	2	20.593	10.296	0.8431	0.4392
Nitrógeno x Gallinaza	4	149.889	37.472	3.0684	0.0292
Cultivares/Nitrógeno/gallinaza	4	37.519	9.380	0.7680	0.5535
Error	34	415.222	12.212	-	-
Total	53	1,023.333	-	-	-

Referencia: Subarea de Métodos y Cuantificación, Facultad de Agronomía USAC.

Cuadro 25. Resumen del ANDEVA del peso de 1000 de granos. Las Trojes, Amatitlán.

Fuentes de Variación	G.L.	Sum. Cua.	Cua. Medio	F. C.	Pr > F
Bloques	2	0.0097	0.0048	10.91	0.0002
Cultivares	1	0.0180	0.0180	40.52	0.0001
Nitrógeno	2	0.0051	0.0025	5.74	0.0071
Gallinaza	2	0.0031	0.0016	3.54	0.0402
Cultivares x Nitrógeno	2	0.0031	0.0016	3.52	0.0409
Cultivares x Gallinaza	2	0.0007	0.0003	0.81	0.4536
Nitrógeno x Gallinaza	4	0.0092	0.0023	5.17	0.0023
Cultivares/Nitrógeno/gallinaza	4	0.0010	0.0003	0.59	0.6733
Error	34	0.0151	0.0004	-	-
Total	53	0.0650	-	-	-

Referencias: Subarea de Métodos y Cuantificación, Facultad de Agronomía USAC.

GL= Grados de Libertad; G.=Gallinaza; Sum Cua.=Sumatoria de cuadrados; Cua. Medio= Cuadrado medio.

Cuadro 26. Costo de producción por hectárea de maíz, cultivo no mecanizado.

Concepto	Unidad de Medida	Cantidad	Precio Unitario (Q.)	Precio Total (Q.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS:</b>				
1.1. Renta de la tierra	Hectárea	1	--	3,247.00
1.2. Mano de obra:				572.00
1.2.1. Limpieza	Jornal	11	25.00	275.00
1.2.2. Preparación del terreno	Jornal	11	25.00	275.00
1.2.3. Aplicación de abono orgánico	Jornal	6	25.00	150.00
1.2.4. Siembra	Jornal	6	25.00	150.00
1.2.5. Limpias(2)	Jornal	22	25.00	550.00
1.2.6. Resiembra	Jornal	3	25.00	75.00
1.2.7. Fumigación	Jornal	2	25.00	50.00
1.2.8. Granulación	Jornal	3	25.00	75.00
1.2.9. Fertilización (2)	Jornal	6	25.00	150.00
1.2.10. Tapisca	Jornal	11	25.00	275.00
1.2.11. Destuzado, desgranado y ventilado	Jornal	26	25.00	650.00
1.3. INSUMOS:				1,066.98
1.3.1. Semilla	Libras	45	3.00	135.00
1.3.2. Abono Orgánico	Kilogramos	3,000	0.14	420.00
1.3.3. Urea al 46 % de n	Kilogramos	152.17	1.98	301.98
1.3.4. Insecticida foramil	Litros	1.00	60.00	60.00
1.3.5. Insecticida trancazo	Libras	30.00	5.00	150.00
<b>II COSTOS INDIRECTOS:</b>				1,412.92
2.1. Administración 1% S/CD				37.42
2.2. Cuota IGSS (6 / S/MO)				160.50
2.3. Financieros (25 % s/CD)				935.50
2.4. Arbitrio Municipal(Q.0.15/qq)				19.50
2.5. Transporte (Q. 2.00/qq)				260.00
<b>IV COSTO TOTAL</b>				5,726.90
V Ingreso bruto por venta de la producción				9,748.50
VI Ingreso neto				4,021.60
VII Rentabilidad				70.22 %
VIII Relación beneficio/costo				1.70

Fuente: Datos de campo, noviembre/97.

Referencias:

- Costo de producción calculado con base en el tratamiento número 9.

- CD= Costos Directos

MO= Mano de Obra

Cuadro 27. Análisis químico del suelo del área experimental, aldea Las Trojes, Amatitlán.

Identificación	pH	ug/ml		meq/100 ml		Ppm			
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
1	6.3	14.91	540	10.60	1.85	0.00	3.00	10.00	11.00

Referencias: Laboratorio de Suelo y Plantas, FAUSAC.

Cuadro 28. Análisis químico de gallinaza utilizada en el experimento, aldea Las Trojes, Amatitlán.

Identificación	%						Rel.	ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	Mo	C/N	Cu	Zn	Fe	Mn
1	5.04	0.53	0.12	3.56	0.70	53.92	6.2:1	40	305	425	445

Referencias: Laboratorio de Suelo y Plantas, FAUSAC.

Cuadro 29: Costo parcial respecto a los niveles de nitrógeno y gallinaza en kg./ha, evaluados en el cultivar criollo Las Trojes en la aldea Las Trojes Amatitlán.

No. Tratamiento	Niveles		Costo Variable En Q./ha	Beneficio Bruto Q./ha	Beneficio Neto en Q./ha	Análisis de Dominancia
	N. (kg/ha)	G. (kg/ha)				
01	0	0	0	3,885.75	3,885.75	ND
02	35	0	229.34	6,465.38	6,236.04	ND
03	0	1,500	351.06	3,994.12	3,643.06	D
04	70	0	458.68	7,848.75	7,390.07	ND
05	35	1,500	580.40	7,477.88	6,897.48	D
06	0	3,000	702.12	7,237.44	6,535.32	D
07	70	1,500	809.74	6,517.88	5,708.14	D
08	35	3,000	931.46	7,485.88	5,554.42	D
09	70	3,000	1,160.80	8,019.00	6,858.20	D

Cuadro 30. Composición química de la gallinaza temperizada y deshidratada.

Descripción	Contenido
Materia Orgánica	51 %
N-Nh4-nitrógeno	4 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - fósforo	7 %
K <sub>2</sub> O - potasio	4 %
CaCO <sub>3</sub> - calcio	5 %
Mg CO <sub>3</sub> - Magnesio	4 %
So <sub>4</sub> - sulfatos	1 %
Cu - Cobre	175 ppm
Fe - hierro	1 %
Mg - Manganeso	300 ppm

Referencias: FERTIPEST (16).

Cuadro 31. Contenido de nutrientes en la gallinaza.

Descripción	Contenido	Concentración
Nitrógeno	3.92	%
Fósforo	1.57	%
Potasio	2.17	%
Calcio	4.47	%
Magnesio	0.68	%
Hierro	805	ppm
Manganeso	290	ppm
Zinc	330	ppm
Cobre	55	ppm
Boro	37	Ppm

Referencias: Rodríguez y Paniagua (42).

Cuadro 32. Dosis recomendable de gallinaza diferentes cultivos.

Cultivo	Dosis	Momento y forma de aplicación
Café almácigo	1:10 partes	Al momento de preparar la mezcla de suelo para llenado de bolsas
Café plantilla	1-2 libras/planta	Inicio de lluvias y salida de la época lluviosa. Incorporada al Suelo.
Café establecido	2-3 lb/planta	Transplante, último tercio de tierra para completar llenado del hoyo
Caña de azúcar	1:10 partes	Incorporar a la mezcla del suelo
Hule/transplante	2 a 4 lb/planta	Incorporar tercio superior del suelo, al momento del Trasplante.
Cereales y granos Básicos	8-20 quintales	Incorporar al suelo al momento de la preparación del suelo pre vio a la siembra.
Leguminosas: frijol, soya.	5-10 quintales	Incorporarlo al suelo, Previo a la siembra o en banda lateral.

Referencias: González (20).

Cuadro 33. Resultados de las entrevistas realizadas a un grupo de agricultores respecto al uso de abonos y fertilizantes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la comunidad de la Aldea Las Trojes, Amatitlán.

No.	Area Sembrada er Hectáreas	Rendimiento kg./ha	Fertilizante Utilizado		Dosis en kg./ha		Costo por 45 kg	
			Químico	Orgánico	Químico	Orgánico	Químico	Orgánico
1	1.05	2,273.00	46-0-0	Gallinaza	272.76	1,818.40	105.00	12.00
2	0.62	2,500.00	12-24-12	---	181.84	---	95.00	---
3	1.50	4,090.40	46-0-0	Gallinaza	90.92	1,3638.00	95.00	9.50
4	0.34	545.52	20-20-0	Gallinaza	45.46	136.38	100.00	9.50
5	0.66	545.52	20-20-0	E. Equino	45.46	1,363.8	84.0	5.00
6	0.57	681.90	15-15-15	---	90.92	---	90.00	---
7	0.97	909.20	20-20-0	---	136.38	---	98.00	---
8	0.70	1,272.88	46-0-0	Gallinaza	68.19	181.84	100.00	10.00
9	1.10	1,818.40	46-0-0	Gallinaza	181.84	2,273.00	90.00	12.00
10	1.32	3,336.80	46-0-0	Gallinaza	136.38	909.20	100.00	12.00
11	0.26	1,113.77	46-0-0	Gallinaza	90.92	454.60	90.00	10.00

Referencias: Ruiz (43).



FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO DE NIVELES DE NITROGENO Y GALLINAZA  
SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO EN DOS VARIETADES DE MAIZ  
(Zea mays L.), EN LA ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: HECTOR LEONEL GUTIERREZ BARILLAS

CARNET No: 8615119

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Ovidio A. Sacbajá Galindo  
Ing. Agr. Boris A. Méndez Paiz  
Ing. Agr. Iván Dimitri Santos Castillo

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha  
cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía  
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. José Jesús Chonay Pantzay  
A S E S O R

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra  
A S E S O R

Dr. Ariel Abderramán Ortiz López  
DIRECCION DEL IIA.



I M P R I M A S E

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Franco Rivera  
D E C A N O



cc:Control Académico  
IIA.  
Archivo  
AO/prc.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.

TEL/FAX (502) 476-9794

e-mail: [liusac.edu.gt](mailto:liusac.edu.gt) § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>