

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDICCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS



TRABAJO DE GRADO:

“EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MAIZ (Zea mays), Var. H-59, BAJO DIFERENTES FRECUENCIAS DE FERTILIZACION QUIMICA, DURANTE LA ETAPA FENOLOGICA DE DESARROLLO VEGETAL A FORMACION DE GRANO”

REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO.

PRESENTADO POR:

JUAN EDGARDO CÁRCAMO ESCOBAR.

JULIO CESAR PORTILLO HERNANDEZ.

LUIS MANUEL SERRANO ORTIZ.

DOCENTE ASESOR

ING.AGR. M.Sc ANA AURORA BENÍTEZ PARADA

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, ENERO DE 2018.

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES**

Msc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
RECTOR

Dr. MANUEL DE JESUS JOYÁ ABREGO
VICE-RECTOR ACADEMICO

ING.CARLOS ARMANDO VILLALTA
VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO

LIC. CRISTOBAL HERNAN RÍOS BENÍTEZ
SECRETARIA GENERAL

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARÍN
FISCAL GENERAL

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
AUTORIDADES**

ING. AGRO. LIC. JOAQUIN ORLANDO MACHUCA GOMEZ
DECANO

LIC. CARLOS ALEXANDER DIAZ
VICE-DECANO

LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNANDEZ
SECRETARIO

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS
AUTORIDADES**

ING. AGR. M.Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA
JEFE DEL DEPARTAMENTO

LIC. ING. Y M.Sc. ANA AURORA BENITEZ PARADA
DOCENTE ASESOR

LIC. ING. Y M.Sc. ANA AURORA BENITEZ PARADA
COORDINADORA DE LOS PROCESOS DE GRADUACION.

RESUMEN.

El maíz es uno de los tres cereales más importantes del mundo y el principal cultivo en varios países latinoamericanos y entre ellos El Salvador ya que constituyen la base de la alimentación de la población.

Los factores que limitan la producción de maíz pueden ser muy diversos, entre los más significativos está la nutrición

La fertilización química del maíz (Zea mays), es uno de los problemas que ha venido afectando a los productores, ya que por lo general se aplica el fertilizante químico solamente dos veces en toda la etapa fenológica del cultivo, actualmente las nuevas variedades de maíz requieren fertilización en toda su etapa fenológica.

En la investigación se realizó una evaluación sobre la aplicación fraccionada de fertilizante en el cultivo de maíz, para determinar el rendimiento productivo de grano (Tn/ha), altura promedio de planta (cm), diámetro de planta (mm), longitud de la mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), rendimiento en biomasa en materia seca (Ton/ha) y relación beneficio-coste.

Se utilizó para dicho estudio la variedad de maíz H-59, híbrido producido por el CENTA, se distribuyó en 4 tratamientos. La fertilización química que se suministro fue 16-20-00, sulfato de amonio y urea ofrecida de la siguiente manera: T0: formula 16-20-00, 10 días después de germinar la planta y sulfato de amonio 40 días después de germinar la planta; T1: formula 16-20-00, 10 días después de germinar la planta, sulfato de amonio a los 25 días después de germinar la planta y urea a los 40 días después de haber germinado la planta; T2: formula 16-20-00, 10 días después de germinar la planta, sulfato de amonio a los 20 y 30 días después de germinar la planta y urea a los 40 días después de haber germinado la planta; T3: formula 16-20-00 10 días después de germinar la planta, sulfato de amonio a los 18 y 26 días después de haber germinado la planta y urea a los 34 y 42 días después de haber germinado la planta.

Los fertilizantes químicos 16-20-00, sulfato de amonio y urea fueron aplicados en horas de la mañana entre las 7:00 am – 9:30 am. El experimento tuvo una

duración de 120 días. Para el análisis se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, utilizando 4 tratamientos y 24 unidades experimentales.

Al analizar las variables medidas en el estudio, se obtuvieron los siguientes resultados y conclusiones:

En la variable diámetro del tallo (cm), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 2.59 cm, T1: 2.64 cm, T2: 2.68cm, T3: 2.70cm.

En la altura de la planta (cm), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 212.83 cm, T1: 213.01 cm, T2: 217.27 cm, T3: 221.87 cm.

En la longitud de mazorca (cm), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 13.34 cm, T1: 13.54, T2: 13.77 cm, T3: 14.06 cm.

En el diámetro de mazorca (cm) el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 4.23 cm, T1: 4.25 cm, T2: 4.29 cm, T3: 4.33 cm.

En la variable rendimiento en grano (Ton/ha), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 6.48 Ton/ha, T1: 6.17 Ton/ha, T2: 6.42 Ton/ha, T3: 6.63 Ton/ha.

La biomasa en materia seca (Ton/ha), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 5.35 Ton/ha, T1: 5.95 Ton/ha, T2: 5.14 Ton/ha, T3: 5.64 Ton/ha.

En el análisis económico el T3 resulto ser el más rentable con una relación beneficio-costos de \$2.22, debido a que se obtuvo mayor rendimiento en grano y biomasa y el T1 y T2 fue el menos rentable con una relación beneficio-costos de \$2.16.m

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS TODO PODEROSO: por darnos la sabiduría, salud y los medios necesarios para poder culminar nuestros estudios.

AL DOCENTE ASESOR Y COORDINADORA DE LOS PROCESOS DE GRADUACION: Ing. Ana Aurora Benítez Parada, por su apoyo incondicional y apoyo en todas las actividades realizadas en la investigación.

AL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS Y ASESOR METODOLOGICO: Ing. José Ismael Guevara Zelaya por su colaboración en el área estadística de nuestra investigación.

A DOCENTES DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS: Ing. Nelson Duke, Ing. Jaime Ríos, Ing. Aurora Benítez, Ing. Ismael Guevara, Ing. Isaí Claros, Ing. Evelio Claros, Ing. Nery Guevara, Ing. Silvia Jurado, Ing. Carlos Zelaya, Ing. Vinicio Calderón, Ing. Jaime Rodas (QDDG) y Ing. Emilio Chevez (QDDG), por brindarnos el conocimiento en cada una de las áreas de la agronomía y guiarnos siempre hasta la culminación de nuestros estudios.

A LOS TRABAJADORES DE CAMPO DE CIENCIAS AGRONOMICAS: por la paciencia y apoyo brindado en todas las practicas realizadas durante los años en estudio.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR: Facultad Multidisciplinaria Oriental en especial al Departamento de Ciencias Agronómicas por prestarnos y facilitarnos las instalaciones para el desarrollo de nuestra investigación.

DEDICATORIAS.

A DIOS TODO PODEROSO: por haberme dado la salud y conocimientos necesarios para poder culminar mi formación profesional y para él sea toda la honra por los siglos de los siglos.

A MIS PADRES: Tomasa de Cárcamo y Juan Ramon Cárcamo por el apoyo incondicional, esfuerzo económico, paciencia durante toda mi formación profesional.

A MI HERMANA: Lic. Cinthia Vanessa Cárcamo por su apoyo y por ser un gran ejemplo para seguir superándome más.

A MIS FAMILIARES: por el apoyo moral y cariño.

A MIS COMPAÑERO DE TESIS: Luis Manuel Serrano y Julio Cesar Portillo por el esfuerzo y dedicación durante el proceso de graduación.

A COMPAÑEROS Y AMIGOS: que conocí durante toda la etapa de mi formación, por el apoyo realizado y el esfuerzo para lograr ese objetivo profesional.

A LA ASESORA: Ing. Ana Aurora Benítez Parada por su comprensión y ayuda durante el proceso graduación

Edgardo Cárcamo Escobar.

DEDICATORIAS.

LE DOY INFINITAMENTE GRACIAS A DIOS TODO PODEROSO: por haberme iluminado durante el proceso de formación y así poder culminar mi carrera profesional.

A MIS PADRES: Elvira del Carmen Hernández y José Fabián Portillo (QDDG), por todo su aporte moral, comprensión y esfuerzo económico y sacrificio incondicional durante el desarrollo de mi carrera.

A MIS HERMANOS: Nilson Balmoris Hernández, Angélica Lucia Hernández y Iris Yaneth Hernández por haberme ayudado en todo lo que ellos han podido y animarme a cumplir la meta propuesta.

A MI CUÑADA: María Eva Rivera por el afecto y cariño y apoyarme económicamente durante el proceso de mi carrera.

A MIS AMIGOS: José Manuel Zelaya por su apoyo incondicional y animarme para alcanzar la meta propuesta.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Juan Edgardo Cárcamo y Luis Manuel Serrano por su apoyo mutuo durante el proceso de tesis.

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO: por su amistad y entusiasmo durante todo el proceso de formación profesional.

Julio Portillo Hernández.

DEDICATORIAS.

A Dios padre celestial, por darme la vida y fortaleza y haber permitido obtener un grado de estudio superior.

A mis padres, hermanos y amigos que por su apoyo he logrado obtener un beneficio de superación. A mi madrecita Ana Miriam Ortiz De Serrano, mi padre Santos Francisco Serrano Alemán, que en ningún momento dejaron de ayudarme, moral y económicamente para alcanzar el éxito.

A mi abuelita Marcelina Ortiz Viuda De Valencia que siempre me apoyo en todo, al igual que mi abuelo José Santos Alemán (Q.D.D.G).

A mi linda novia Gilda Mariana Medina Rivera que siempre me apoyo en todo momento.

A mis compañeros de tesis Julio Cesar Portillo Hernández, Juan Edgardo Cárcamo Escobar, que en toda la trayectoria del trabajo supimos solventar todas las adversidades hasta finalizar el proyecto.

A todos los docentes del Departamento de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, por compartir sus conocimientos y formar estudiantes comprometidos con el desarrollo del país.

Luis Manuel Serrano Ortiz

INDICE

RESUMEN.....	IV
INDICE DE CUADROS	XIV
INDICE DE FIGURAS.....	XVII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO DE REFERENCIA.....	3
2.1 Generalidades del cultivo de maíz.	3
2.1.1. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.2. Importancia social y económica.....	4
2.1.3. Consumo mundial de maíz.	4
2.1.4. Consumo de maíz.	5
2.1.5 Maíz híbrido en El Salvador.	5
2.1.6. Morfología de la planta.....	6
2.1.7. Raíces.	6
2.1.8. Tallo.....	7
2.1.9. Hojas.....	7
2.1.10. Flores.....	7
2.1.11. Fruto.	8
2.2 Requerimientos Edafo-Climáticos del Maíz.	8
2.2.1. Temperatura.	8
2.2.2. Suelo.....	8
2.2.3. PH.....	9
2.2.4. Precipitación.	9
2.2.5. Luminosidad.	10
2.3. Requerimientos nutricionales.	10
2.3.1. Importancia de los nutrientes para la planta.....	10
2.3.2. Nitrógeno.....	10
2.3.3. Fósforo.	11
2.3.4. Potasio.....	11
2.3.5. Azufre.	11
2.3.6. Sulfato de amonio.	12
2.3.7. Urea.....	12

2.3.8. Fórmula 16-20-00.....	12
2.4. Labores de preparación del área del cultivo.....	13
2.4.1. Labranza del suelo.....	13
2.4.2. Labranza mínima.....	13
2.4.3. Labranza mecanizada.....	13
2.4.4. Chapoda.....	13
2.4.5. Arado.....	14
2.4.6. Rastreado.....	14
2.4.7. Surqueado.....	14
2.4.8. Aporco.....	14
2.5. Plagas y enfermedades del cultivo de maíz.....	14
2.5.1. Plagas del suelo.....	14
2.5.2. Plagas del follaje.....	15
2.5.2.1 Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	15
2.5.2.2. Tortuguillas (<i>Diabrotica</i> spp).....	15
2.5.2.3. Gusano medidor (<i>Mocis latipes</i>).....	16
2.5.2.4. Barrenador del tallo (<i>Diatraea</i> sp).....	16
2.5.2.5. Chicharrita del maíz, cigarrita (<i>Dalbulus maydis</i>).....	16
2.5.3. Enfermedades del cultivo de maíz.....	16
2.5.3.1. Roya del maíz.....	17
2.5.3.2. Pudrición de tallo por antracnosis (<i>Colletotrichum graminicola</i> y <i>Glomerella graminicola</i>).....	17
2.5.3.3. Achaparramiento del maíz (<i>Micoplasma helicoidal</i> o <i>Spiroplasma</i>).....	18
2.5.3.4. Carbón común (<i>Ustilago maydis</i>).....	18
2.5.3.5. Mosaico del maíz, (enanismo rayado).....	18
2.5.3.6. Pudrición de mazorcas y granos (<i>Fusarium</i> spp.).....	19
2.6. Principales malezas.....	19
2.7. Fertilizaciones recomendadas para el cultivo de maíz.....	20
2.7.1. Manual agrícola, SUPERB, Gudiel; 1987; recomienda hacer las siguientes aplicaciones:.....	20
2.7.2. El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), 2014, Recomienda lo siguiente.....	21
2.7.2.1. Para suelos de textura fina (francos y franco-arcilloso).....	21
2.7.2.2 Para suelos de textura gruesa (arenosos).....	21

2.7.3. Área de desarrollo. CORFO Rio Colorado, 2011.	21
2.8. Estudios realizados.....	23
2.8.1 Efecto de diferente dosis de fertilizante Yara en el comportamiento agronómico del híbrido de maíz (Zea mays L) Pionner 30F35 en el canton Balzar, Provincias de las Guayas, Ecuador.	23
2.8.2. Respuesta del maíz (Zea mays L.) a la aplicación edáfica de n-p-k en un andisol de la región centro-occidente de caldas. (2011).	24
2.8.3. Evaluación del impacto de cuatro programas de fertilización en el crecimiento vegetativo de caña de azúcar (Saccharum officinarum), en la Azucarera Choluteca, Choluteca, Honduras.	26
2.8.4 Evaluación Del Rendimiento de Maíz Blanco Var. HG-5B, Utilizando diferentes niveles de Hongo Micorrizogeno (Glomus sp) a la Siembra.....	29
2.8.5 Estudio Comparativo de Cinco Niveles de Nitrógeno Usando Dos Fuentes de Fertilizante Nitrogenados en Maiz (Zea mays).	30
3. MATERIALES Y METODOS.....	32
3.1. Localización del ensayo.	32
3.1.2 Características edáficas del campo experimental de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.	32
3.1.3 Periodo de ejecución.....	33
3.2 Materiales.....	33
3.2.1 Características de la variedad.	33
3.2.2 Equipo y herramientas.	33
3.3. Metodología de campo.	34
3.3.1 Muestreo y análisis químico de suelo.	34
3.3.2. Preparación del terreno.....	34
3.3.3 Descripción de las unidades experimentales.	35
3.3.6 Preparación de semillas.....	35
3.3.7 Programación de riego.	35
3.3.8 Fertilización del cultivo.	35
3.3.9 Raleo.	38
3.3.10 Limpia.	38
3.3.11 Aporco.	38
3.3.12 Control fitosanitario.	38
3.3.13 Cosecha del maíz.....	38
3.3.14 Cosecha de biomasa.	38

3.4. Metodología Estadística	39
3.4.1. Diseño estadístico.....	39
3.4.2. Modelo estadístico.	39
3.4.3. Factor en estudio.....	39
3.4.4. Descripción del tratamiento.	39
3.5. Variables.....	39
3.5.1. Altura de la planta (cm).....	39
3.5.2. Diámetro de tallo (cm).....	40
3.5.3. Rendimiento en grano (Tn/ha).....	40
3.5.4. Longitud de la mazorca (cm).....	40
3.5.5. Diámetro de mazorca (cm).....	40
3.5.6. Rendimiento en biomasa en materia seca (ton/ha).....	40
3.5.7. Análisis económico.....	40
4. RESULTADO Y DISCUSION.....	41
4.1. Altura de la planta (cm).....	41
4.2. Diámetro del tallo (cm).....	44
4.3. Longitud de la mazorca (cm).....	47
4.4. Diámetro de la mazorca (cm).....	48
4.5. Rendimiento en grano (Ton/ha).....	50
4.6. Rendimiento de biomasa en materia seca (Ton/ha).....	51
4.7. Análisis económico.....	53
5. CONCLUSIONES	55
6. RECOMENDACIONES	56
7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	57
8. ANEXOS.....	62

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.1 Características de la variedad H-59	33
Cuadro No.2 Actividades a realizar con fecha y descripción	34
Cuadro No.3 Programa de riego para el cultivo de maíz	36
Cuadro No.4 Fertilización del Cultivo de maíz Var. H59.....	37
Cuadro No.5 Altura de planta promedio (cm)	40
Cuadro No.6 Diámetro del tallo promedio (cm)	44
Cuadro No.7 Longitud de mazorca promedio (cm)	47
Cuadro No.8 Promedio por tratamientos de diámetro de la mazorca (cm)	49
Cuadro No.9 Promedio por tratamientos de rendimiento en grano (Ton/ha)	50
Cuadro No.10 Promedio de rendimiento de biomasa en materia seca (Ton/ha).....	52
Cuadro No.11 Análisis económico comparativo para cada.....	54
Cuadro A-1. Características agronómicas de híbridos de maíz generado por el CENTA...62	
Cuadro A-2. Características agronómicas de variedades de polinización libre.....63	
Cuadro A-3. Cantidades de fertilizante a nivel comercial (kg/ha)	64
Cuadro A-4. La altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.....64	
Cuadro A-5. Longitud de mazorca (cm)	65
Cuadro A-6. Diámetro de mazorca (cm).....	65
Cuadro A-7. Dosis de N, P y K aplicados al híbrido de maíz Pionner 30F87	66
Cuadro A-8. Promedio altura de planta para híbrido de maíz Pionner 30F87.....67	
Cuadro A-9. Media para rendimiento de grano híbrido de maíz Pionner 30F87	68
Cuadro A-10. Crecimiento acumulado de altura de tallo, suelo franco limoso	69
Cuadro A-11. Crecimiento acumulado de altura de tallo, suelo franco arcilloso limoso.....69	
Cuadro A-12. Crecimiento acumulado de tallo, suelo arcilloso.....	70
Cuadro A-13. Diámetro de tallo en suelo franco limosa.....	70
Cuadro A-14. Diámetro promedio de tallo en suelo franco arcillosa limosa	71

Cuadro A-15. Diámetro de tallo en cultivo de caña, suelos arcillosos	71
Cuadro A-16. Tratamientos estudiados	72
Cuadro A-17. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo (cm)	73
Cuadro A-18. Análisis de varianza de altura de planta (cm).....	73
Cuadro A-19. Análisis de varianza rendimiento de grano	74
Cuadro A-20. Análisis de varianza, altura de planta (cm),15 días después de la siembra	74
Cuadro A-21. Prueba Duncan de altura de planta a los 15 (cm).....	75
Cuadro A-22. Prueba Duncan de altura de planta (cm), 15 días después de la siembra ...	75
Cuadro A-23. Prueba Duncan para tratamiento de altura de planta (cm)	76
Cuadro A-24. Análisis de varianza de altura de planta 30 dds (cm).....	76
Cuadro A-25. Prueba Duncan para tratamiento de altura de planta 30 dds (cm)	77
Cuadro A-26. Prueba Duncan para bloque de altura de planta 30 dds (cm)	77
Cuadro A-27. Análisis de varianza de altura de planta 45 dds (cm).....	78
Cuadro A-28. Prueba Duncan para tratamiento de altura de planta 45 dds (cm)	78
Cuadro A-29. Prueba Duncan para bloque de altura de planta 45 dds (cm)	79
Cuadro A-30. Análisis de varianza de altura de planta 60 dds (cm).....	79
Cuadro A-31. Prueba Duncan para tratamiento de altura de planta 60 dds (cm)	80
Cuadro A-32. Prueba Duncan para bloque de altura de planta 60 dds (cm)	80
Cuadro A-33. Análisis de varianza de altura de planta 75 dds (cm).....	81
Cuadro A-34. Prueba Duncan para tratamiento de altura de planta 75 dds (cm)	81
Cuadro A-35. Prueba Duncan para bloque de altura planta 75 dds (cm).....	82
Cuadro A-36. Análisis de varianza de diámetro de planta 15 dds (cm).....	82
Cuadro A-37. Prueba Duncan para tratamiento diámetro de planta 15 dds (cm)	83
Cuadro A-38. Prueba Duncan para bloque de diámetro de planta 15 dds (cm)	83
Cuadro A-39. Análisis de varianza de diámetro de planta 30 dds (cm).....	84
Cuadro A-40. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de planta 30 dds (cm)	84

Cuadro A-41. Prueba Duncan para bloque de diámetro de planta 30 dds (cm)	85
Cuadro A-42. Análisis de varianza para de diámetro de planta 45 dds (cm)	85
Cuadro A-43. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de planta 45 dds (cm)	86
Cuadro A-44. Prueba Duncan para bloque de diámetro de planta 45 dds (cm)	86
Cuadro A-45. Análisis de varianza de diámetro de planta 60 dds (cm).....	87
Cuadro A-46. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de planta 60 dds (cm)	87
Cuadro A-47. Prueba Duncan para bloque de diámetro de planta 60 dds (cm)	88
Cuadro A-48. Análisis de varianza de diámetro de planta 75 dds (cm).....	88
Cuadro A-49. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de tallo 75 dds (cm)	89
Cuadro A-50. Prueba Duncan para bloque de diámetro de tallo 75 dds (cm).....	89
Cuadro A-51. Análisis de varianza longitud de mazorca (cm).....	90
Cuadro A-52. Prueba Duncan para tratamiento de longitud de mazorca (cm)	90
Cuadro A-53. Prueba Duncan para bloques de longitud de mazorca (cm).....	91
Cuadro A-54. Análisis de varianza para diámetro de mazorca.....	91
Cuadro A-55. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de mazorca (cm)	92
Cuadro A-56. Prueba Duncan para bloques de diámetro de mazorca (cm)	92
Cuadro A-57. Análisis de varianza para rendimiento en grano (Ton/ha)	93
Cuadro A-58. Prueba Duncan de tratamiento en grano (Ton/ha)	93
Cuadro A-59. Prueba Duncan para bloques en grano (Ton/ha).....	94
Cuadro A-60. Análisis de varianza para rendimiento en biomasa (Ton/ha).....	94
Cuadro A-61. Prueba Duncan por tratamientos para peso de biomasa	95
Cuadro A-62. Prueba Duncan por bloques para peso de biomasa	95
Cuadro A-63. Presupuesto para una hectárea (T0).	96
Cuadro A-64. Presupuesto para Una Hectárea (T1).....	97
Cuadro A-65. Presupuesto para una hectárea (T2)	98
Cuadro A-66. Presupuesto para una hectárea (T3).....	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Altura de planta (cm), de los 15 a los 75 días después de la siembra	42
Figura 2. Diámetro de planta (cm), de los 15 a los 75 días después de la siembra.....	45
Figura 3. Longitud de mazorca (cm).....	48
Figura 4. Promedio de diámetro de las mazorcas (cm)	49
Figura 5. Promedio de rendimiento en grano (Ton/ha).....	51
Figura 6. Rendimiento de biomasa en materia seca (Ton/ha)	52
Figura A-7. Ubicación del experimento.....	100
Figura A-8. Análisis de suelo donde se realizó el experimento.....	101
Figura A-9. Unidad Experimental.....	102
Figura A-10. Distribución de las parcelas experimentales.....	102

1. INTRODUCCIÓN

Los avances en los nuevos materiales híbridos de maíz, permite obtener mejores rendimientos, pero además para alcanzar su potencial genético se requiere un manejo eficiente de la fertilización.

En El Salvador, la producción de maíz, están siendo afectados por diversos factores entre estos la aplicación de los fertilizantes químicos, lo que está causando bajos rendimientos. Por lo que es necesario aplicar y distribuir los fertilizantes de una forma que sean factibles dentro del nivel científico, técnico y económico. La producción del cultivo de maíz (Zea mays) va disminuyendo por la distribución y aplicación de los fertilizantes en el suelo, provocando un mal desarrollo fisiológico de la planta y así una mala producción. El cultivo requiere muchos nutrientes en todas sus etapas de vida, por lo que es necesario suministrar bien todos elementos necesarios para que la planta los pueda aprovechar. El N, P y K son elementos que son lixiviado por las escorrentías o fuertes precipitaciones, provocando esto una deficiencia en la planta.

En la presente investigación se planteó como alternativa aplicar fertilizante químico con una frecuencia de 2, 3, 4 y 5 veces durante el ciclo fenológico de la planta, con el propósito de encontrar mejores producciones y mejor ingreso a los agricultores.

Se establecieron 4 tratamientos con diferente frecuencia de fertilización química, y un tratamiento testigo; para evaluar que tratamiento aporta mejor beneficio económico y productivo. El estudio se realizó en los meses de marzo – junio de 2016 en terrenos de la Unidad Experimental del Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, cuyas variables en estudio fueron: altura promedio de planta (cm), diámetro de planta (mm), longitud de la mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), rendimiento en biomasa en materia seca (Ton/ha) y rendimiento en grano (Ton/ha) y relación beneficio – costo.

El propósito principal de la investigación fue determinar el rendimiento de grano y de biomasa, mediante el fraccionamiento de la fertilización química en el cultivo de maíz otras características como altura de planta, diámetro de tallo, longitud de

mazorca, diámetro de mazorca y la relación beneficio costo entre los tratamiento en estudio.

Se establecieron dos hipótesis para esta investigación:

La hipótesis alterna: el rendimiento en grano (Ton/ha) en los tratamientos (T1, T2 y T3) fertilizados fraccionadamente el cual es el objeto de nuestro estudio será mayor que el fertilizado tradicionalmente (T0).

Hipótesis nula: el tratamiento (T0) tendrá mayor rendimiento en Ton/ha en comparación a los tratamientos (T1, T2 y T3)

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Generalidades del cultivo de maíz.

El maíz (Zea mays) es originario del continente americano, la evidencia arqueológica más antigua sobre la existencia de este cereal indica que tiene aproximadamente 5000 años de antigüedad. Representaciones de la planta de maíz o sus partes en esculturas, códices, cerámicas prehistóricas, así como estudios a fósiles encontrados, indican que el maíz tuvo su origen geográfico en la República Mexicana, específicamente en el valle de Tehuacán, Puebla y al norte del estado de Oaxaca (4).

También indican que en México ocurrió su domesticación y posterior dispersión a otras regiones del continente, hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta Argentina. A finales del siglo XV, tras el descubrimiento del continente americano por Cristóbal Colón, el grano fue introducido en Europa a través de España.

Evidencia arqueológica y molecular (botánica, genética y citología) reportan que el maíz, tal y como lo conocemos en la actualidad evolucionó de un progenitor silvestre que existió hace 8000 años.

Se cree que el progenitor silvestre extinto del maíz fue el teocintle, el cual fue domesticado al sur de México hace aproximadamente 6600 o 9000 años.

En la actualidad el origen botánico del maíz gira en torno a dos hipótesis: la primera hace referencia a que el teocintle es el antecesor silvestre del maíz, y/o un tipo primitivo de teocintle es el antecesor silvestre común del maíz y del mismo teocintle. La segunda versión asegura que el maíz es un híbrido natural entre el teocintle y una gramínea afín ya extinta, la cual se caracterizaba por ser una planta que producía el grano en forma de espiga. La variedad y evolución del maíz se produjo en dos etapas: la primera fue de domesticación, en la cual otras civilizaciones a parte de las mesoamericanas, accedieron más fácilmente a la obtención de esta gramínea; la segunda etapa que fue de mejoramiento, tuvo como objetivo central mejorar el rendimiento, calidad del grano y su rápida adaptación al ecosistema. Las migraciones humanas, las mutaciones, la selección natural o artificial, el aislamiento y la endogamia, el cruzamiento entre variedades diferentes;

facilitaron encontrar cultivos de maíz por todo el continente americano y prácticamente en todo el mundo (4)

2.1.1. Clasificación taxonómica.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta (Anthophytas)
Clase:	Liliopsida (Monocotiledonae)
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae (Gramineae)
Tribu:	Andropogoneae
Género:	Zea
Especie:	Mays

2.1.2. Importancia social y económica.

El maíz es el rubro de mayor importancia dentro de la canasta alimentación básica de la población salvadoreña. Según la dirección general de la economía agropecuaria (DGEA), durante el ciclo agrícola 2009-2010, la superficie sembrada con maíz fue de 374,128 manzanas (261, 889 hectáreas) con una producción de más de 17 millones de quintales. Bajo condiciones climáticas adecuadas o mediante el aporte de riego, el maíz es el más productivo de los cereales y la rentabilidad aumenta cuando se utilizan cultivares mejorados e condiciones favorables y manejo adecuado (9).

2.1.3. Consumo mundial de maíz.

Las estimaciones aproximadas basadas en los patrones de producción y el flujo del comercio internacional indican que los países en desarrollo consumen más del 90% del maíz blanco producido en todo el mundo y que el consumo se concentra en África, México y Centroamérica. La mayor parte del maíz blanco se consume directamente como alimento y pequeñas cantidades se destinan a otros usos. (11).

En América del Sur, el empleo de maíz blanco es más importante en Colombia y Venezuela, mientras que en el resto de la región y en el Caribe el tipo preferido es el maíz amarillo.

En Asia, donde los alimentos básicos son el arroz y el trigo, la utilización del maíz blanco es limitada y en gran medida localizada. En los países desarrollados, el maíz blanco es un alimento básico sólo en la República de Sudáfrica, mientras que en los Estados Unidos de América se usa principalmente en la industria alimentaria para elaborar alimentos preparados y harinas para alimento animal.

En otros países, se importa el maíz blanco para fabricar almidón y whisky y para agregarlo al arroz. Según datos de la USDA el consumo mundial de maíz en el periodo 2006/2007 fue de 16,994.16 millones de quintales. A nivel mundial, los principales consumidores de maíz son a la vez los principales productores, lo que demuestra que este cultivo es mayormente para consumo nacional, Estados Unidos y la República Popular China de manera conjunta consumen el 52.42% del total consumido a nivel mundial. Le sigue en orden de importancia la Unión Europea (8.10%), Brasil (5.71%) y México (4.17%) (11).

2.1.4. Consumo de maíz.

El Salvador logró producir 21 millones de quintales de maíz, una cantidad que cubre en un 100 por ciento la demanda nacional, mientras que de frijol se obtuvieron 2.3 millones de quintales (29).

2.1.5 Maíz híbrido en El Salvador.

Dada la importancia de este cultivo, el CENTA, a través del Programa de Granos Básicos, ha dedicado mucho esfuerzo a la investigación agrícola de este rubro. Se han realizado trabajos desde hace más de 40 años, desde cuando se generaron los primeros híbridos nacionales (H-3 y H-5) que superaron las variedades criollas, y que dio como resultado un incremento en la producción de maíz, siendo líder en la región centroamericana (9).

Entre los diversos cultivares generados por el CENTA, además de H-3 y H-5, se pueden mencionar los híbridos blancos H-53, H-56, H-57 y HQ-61, entre otros, y la variedad de polinización libre CENTA-Pasquina con tolerancia a la sequía. Todos estos cultivares, en su momento, representaron una buena alternativa para los agricultores.

Para finalizar el 2011, el CENTA cuenta con los híbridos de grano blanco H-59, Oro Blanco y Platino; los dos últimos, además de su alto potencial de rendimiento, poseen niveles superiores de aminoácidos esenciales: Lisina y Triptófano; por lo que se les denomina de alta calidad proteica (ACP).

Entre los cultivares de polinización libre de grano blanco se cuenta con CENTA Pasaquina para zonas de humedad limitada; y Protemás, de alta calidad proteica. En grano amarillo, con CENTA Dorado, que también es de alta calidad proteica ver anexo 1 y 2 (9).

2.1.6. Morfología de la planta.

La planta de maíz es de porte robusto de fácil desarrollo que normalmente alcanza los 2 a 2.5 mts de altura y de producción anual (8, 23).

Básicamente, la planta de maíz está constituida por tres estructuras vegetativas que son: raíz, tallo y hojas. La raíz está formada por un sistema radical principal y por raíces adventicias o seminales las cuales además de proporcionar sostén a la planta, son capaces de absorber agua y otras las sustancias nutritivas (27).

El tallo lo constituye un eje formado por nudos y entrenudos y estos varían en número y longitud. Parte principal del tallo es conocida como corona, esta posee entre nudos muy cortos de los cuales aparece la raíz principal y los brotes laterales.

La hoja está constituida de vainas, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica abierta hasta la base de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta.

La lámina es una banda angosta hasta 1.5 mts. de largo por 0.10 mts. de ancho y termina en un ápice agudo (27).

2.1.7. Raíces.

La planta de maíz posee un sistema radicular fasciculado y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta, formadas por tres tipos (8, 23):

- Raíz primaria: emitidas por la semilla, comprende la radícula y las raíces seminales.

- Raíces secundarias: se forman a partir de la corona por encima de la raíz primaria, constituyendo casi la totalidad del sistema radicular, aprovechan el agua y los nutrientes indispensables para el desarrollo de la planta.
- Raíces aéreas o adventicias: nacen en el último lugar en los nudos de la base del tallo, por encima de la corona, para dar soporte y anclaje a la planta.

2.1.8. Tallo.

Es simple, erecto, más o menos cilíndrico, sin ramificaciones, formados por nudos y entrenudos. Los entrenudos de la base son cortos y se alargan a medida que se encuentran en posición superior, hasta terminar en el entrenudo más largo, que lo constituye la base de la espiga, son medulares, es decir, no huecos (8, 23).

2.1.9. Hojas.

Se desarrollan a partir de la yemas foliares. Al inicio el crecimiento es mayormente apical; posteriormente se van diferenciando los tejidos mediante el crecimiento, hasta adquirir la forma característica de la hoja; larga, lanceolada, alterna, angosta, con venación paralelinervia. La lígula y el limbo, se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presentan vellosidades (8, 23).

2.1.10. Flores.

El maíz es una planta monoica que presenta inflorescencia, masculina conocida como panoja y la femenina como mazorca, separadas dentro de la misma planta.

- Flor masculina (estaminada): se encuentra dispuesta por parejas en espiguillas (panícula o panoja), estas se distribuyen en ramas de la inflorescencia conocida comúnmente como espiga, miden de seis a diez milímetros. Cada flor tiene tres estambres largos y filamentados.
- Flor femenina (pistilada): se encuentra en la inflorescencia con un soporte central cubierto de brácteas foliares (tusa). Sus estilos sobresalen de las brácteas y alcanza una longitud de 12 a 20 cm, formando una cabellera característica que sale por el extremo de la mazorca “barba del maíz” (8).

2.1.11. Fruto.

Es clasificado como cariósida, fruto seco que no se cae de su soporte, este proviene de un ovario compuesto. La cubierta del grano está fuertemente adherida al pericarpio (8).

2.2 Requerimientos Edafo-Climáticos del Maíz.

El maíz posee buen desarrollo vegetativo que puede alcanzar hasta los 5 metros de altura en altitudes superiores a los 1,000 metros sobre el nivel del mar (msnm). En El Salvador, los mejores rendimientos se obtienen en el rango comprendido entre 0 a 900 msnm, y la planta alcanza una altura de 2 a 2.65 metros, por lo que estos germoplasmas son considerados como tropicales. Como cultivo comercial, crece entre las latitudes 55° N y 40° S (9).

2.2.1. Temperatura.

Las temperaturas óptimas durante el ciclo vegetativo del maíz son de 25-30° C, menores de 10° C retardan o inhiben la germinación, las que se encuentran entre los 30-35° C pueden llegar a disminuir el rendimiento y contenido de proteínas del grano si llegara a faltarle agua y las que sobrepasen los 40° C pueden afectar la polinización, sobre todo en regiones de alta humedad relativa (8).

2.2.2. Suelo.

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas, si se emplean los cultivares adecuados y técnicas de cultivo apropiadas. En general, los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua (9).

La textura del suelo está relacionada con el tamaño de las partículas minerales específicamente se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo.

Esta propiedad ayuda a determinar no solo la facilidad de abastecimiento de nutrientes, si no también agua, aire, tan importante para la vida de las plantas. Por esta razón, la proporción de los tamaños de los varios grupos de las partículas de un

suelo (textura), adquiere tanta importancia. No puede alterarse y, de esta forma, se le considera propiedad fundamental del suelo que determina su valor económico (17).

2.2.3. PH.

El maíz, en general, crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5.5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además de carencia de fósforo y magnesio; con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencia de hierro, manganeso y zinc. Los síntomas en el campo, de un pH inadecuado, en general se asemejan a los problemas de micro nutrientes.

2.2.4. Precipitación.

En general, el maíz necesita por lo menos de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo (9).

La falta de agua en el maíz, es el factor más importante que limita la producción en zonas tropicales. Cuando la planta llega a tener estrés hídrico o sequía, en las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido del cultivo, puede ocasionar pérdidas de plantas, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento.

Cerca de la floración (desde unas dos semanas antes de la emisión de estigmas, hasta dos semanas después de esta) el maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento en grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este periodo.

El exceso de agua también puede afectar al cultivo, ya que es muy sensible al encharcamiento (suelos saturados o sobresaturados), desde la siembra hasta aproximadamente los 15-20 días.

El exceso de agua por más de 24 horas puede dañar el cultivo, especialmente si las temperaturas son altas. En estadios más desarrollados, el cultivo puede llegar a tolerar ciertos periodos de anegamiento, pero se reduce considerablemente el rendimiento (9).

2.2.5. Luminosidad.

El maíz, es uno de los cultivos que mejor responde a los efectos de luz solar intensa y prolongada, ya que favorece el desarrollo y producción del cultivo. Días muy nublados durante la polinización, producen una importante reducción en el rendimiento (8).

2.3. Requerimientos nutricionales.

Un manejo adecuado de la fertilidad del cultivo de maíz debe iniciarse con un respectivo análisis de suelo de la parcela donde se desea establecer la plantación; para determinar las características químicas del suelo y necesidades del cultivo (5).

2.3.1. Importancia de los nutrientes para la planta.

El maíz, como toda gramínea, es altamente demandante de nitrógeno, por lo que es este nutriente uno de los principales a tener en cuenta en cualquier plan de fertilización dentro de una nutrición balanceada (16).

La fertilización en maíz debe estar basada en el análisis químico del suelo y en las sugerencias de la institución que lo realiza, con el propósito de aplicar las cantidades y tipos de fertilizantes adecuados, según sean las necesidades del suelo y del cultivo. (32 y 36).

Esto es, para conseguir que la planta de maíz trabaje óptimamente, es necesario propiciar un aporte de nutrientes. Por eso es fundamental conocer la importancia relativa de todos los demás elementos de forma tal de entender cuáles son los caminos a seguir para conseguir un cultivo bien balanceado desde el punto de vista nutricional (16).

2.3.2. Nitrógeno.

Es el nutriente motor del crecimiento. Cuando la planta lo absorbe, lo acumula como nitrato en las hojas, y es este nitrato el encargado de motorizar la síntesis del complejo hormonal del crecimiento, cuyo exponente principal es el AIA (ácido indolacético (15).

Así mismo, el nitrógeno es el componente principal de la mayoría de los aminoácidos que integran las proteínas (16).

En términos generales, se puede indicar que el nutriente que limita la producción del maíz es el nitrógeno, elemento del cual es muy exigente, en menor grado es necesario el empleo de fertilizantes fosforados y menos aún los potásicos. (30), (32) y (36.)

La fertilización nitrogenada, en la mayoría de los suelos, es una medida correcta y necesaria. Su dosificación será adecuada si se satisface la demanda de la planta y armoniza simultáneamente con las exigencias de ácido fosfórico y potasa. En este caso se convierte en medio eficaz para el incremento de los rendimientos, a la vez que es un mejorador de la calidad de los productos cosechados y por lo tanto no se debe ir más allá de la época de floración para no tener perjudicada la producción (33).

2.3.3. Fósforo.

Es la fuente de energía necesaria para que se produzcan todos los procesos metabólicos en la planta. Su deficiencia le imposibilita a la planta completar normalmente dichos procesos. Los dos momentos críticos en los que su presencia es fundamental son: a la germinación, para favorecer un rápido crecimiento radicular; es decir cuando comienza el crecimiento vegetativo lineal y por ende la mayor demanda y en pre-floración, es decir en los momentos en los que comienza una gran actividad metabólica asociada a la fecundación y comienzo del llenado de los granos (16).

2.3.4. Potasio.

Su rol más relevante lo cumple en todo proceso de traslado de azúcares fotosintetizados. A medida que la planta va fotosintetizando, va acumulando azúcares en las hojas. Estos azúcares son los que la planta traslada a los granos en el momento del llenado de los mismos. El potasio es el responsable principal de este traslado. Las gramíneas y oleaginosas son altamente exigentes en este nutriente (16).

2.3.5. Azufre.

Fundamental para el aprovechamiento del nitrógeno. Una vez que el nitrógeno se acumuló como nitrato en las hojas, debe ser transformado en proteína. En ese

proceso interviene una enzima llamada nitrato reductasa, en la que el azufre es uno de sus principales componentes.

También forma parte de la síntesis de aminoácidos azufrados (cistina, cisteína y metionina), de algunas vitaminas (tiamina, biotina) y de la coenzima A, fundamental para la respiración (16).

2.3.6. Sulfato de amonio.

El sulfato de amonio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ fue uno de los primeros y más ampliamente utilizados fertilizantes nitrogenados para la producción de cultivos. En la actualidad es menos usado, pero es especialmente valioso donde ambos nutrientes, N y S, son requeridos. Su alta solubilidad provee versatilidad para un gran número de aplicaciones agrícolas (35).

2.3.7. Urea.

El fertilizante de urea, también conocido como carbamida, es el fertilizante nitrogenado más importante. Es un compuesto químico orgánico cristalino de color blanco que contiene alrededor de un 46 por ciento de nitrógeno. Es un producto de desecho natural formado por el metabolismo de las proteínas en los seres humanos, así como en otros mamíferos, anfibios y algunos peces. La urea sintética se produce comercialmente a partir del amoníaco y el dióxido de carbono. Se utiliza ampliamente en el sector de la agricultura, tanto como fertilizante y aditivo para alimentos de animales, lo que hace que su producción sea considerablemente alta en comparación con otros fertilizantes. Sólo en Estados Unidos, se produce aproximadamente un millón de libras (454.000 kg) de urea cada año (13).

2.3.8. Fórmula 16-20-00.

Es utilizada en las etapas iniciales del cultivo, ya que promueve la formación de raíces y el crecimiento de las plantas, lo cual es ideal para los cultivos de cereales como el Maíz y el Frijol. También ayuda al crecimiento de los frutos de estos cereales, por lo que también se recomienda su uso en la etapa inicial del crecimiento (18).

2.4. Labores de preparación del área del cultivo.

Puede realizarse dependiendo de las condiciones del terreno, disponibilidad de recursos y preferencias del productor (8).

2.4.1. Labranza del suelo.

Varios autores coinciden en definir a la labranza como la manipulación física que se le aplica al suelo. La acción de esta tiene por objetivo mejorar las condiciones físicas del suelo.

Las labores de preparación tienen como meta principal hacer que el suelo adquiera las cualidades favorables especialmente en cuanto a aire, agua y consistencia, y que esos son los principales factores que influyen con el desarrollo de los cultivos.

La actividad humana, sobre el medio edáfico a través de la labranza, modifica las características físicas (estructura del suelo) y químicas (Ph) del suelo, afectando también la microflora del mismo (22).

2.4.2. Labranza mínima.

Es un método beneficioso en terrenos inclinados o con buen drenaje, ya que permite mayor retención de humedad y disminuye la erosión, al no remover ni exponer directamente el suelo a la acción de lluvias y vientos (5).

2.4.3. Labranza mecanizada.

Si la preparación del suelo es mecanizada, es conveniente realizar un paso de arado, dos o tres pasos de rastra y si fuera posible, realizar una nivelación del suelo. Las rastreadas se pueden hacer a 15 ó 20 cm de profundidad dependiendo del tipo del suelo; el último paso de rastra es recomendable hacerlo antes de la siembra (9).

2.4.4. Chapoda.

Se debe realizar un mes antes de establecer el cultivo para eliminar malezas, troncones y árboles gruesos que impidan las siguientes labores. Puede realizarse de forma mecanizada o manual según sean las condiciones, 10 – 15 cm sobre la superficie del terreno (5).

2.4.5. Arado.

Consiste en la roturación del suelo a una profundidad de 0.30 a 0.50 cm; tiene beneficios como la incorporación de materia orgánica, control de insectos, y aireación (5).

2.4.6. Rastreado.

Dos o tres pasos de rastra y si fuera posible, realizar una nivelación del suelo. Las rastreadas se pueden hacer a 15 ó 20 cm de profundidad dependiendo del tipo del suelo; el último paso de rastra es recomendable hacerlo antes de la siembra (4).

2.4.7. Surqueado.

Se recomienda el día de siembra y puede realizarse utilizando tractor o tracción animal, establece el sitio de postura de semilla a una profundidad adecuada y determina el distanciamiento requerido entre surcos (26).

2.4.8. Aporco.

Tiene la finalidad de airear el suelo, brindar soporte a la planta y acercar nutrientes a la raíz; se debe realizar después de eliminar malezas, posterior a la aplicación del fertilizante, 25 a 30 días después de la siembra (19).

2.5. Plagas y enfermedades del cultivo de maíz.

2.5.1. Plagas del suelo.

Los insectos del suelo, pueden ser perjudiciales para el maíz, si no se toman medidas de control, ya que las plantas afectadas no se recuperan con facilidad y se reduce la densidad del cultivo. Junto con los nematodos, dañan las raíces y causan problemas de estrés hídrico y acame (26).

Entre los insectos más comunes presentes en el suelo que afectan el cultivo del maíz se pueden mencionar: gallina ciega (**Phyllophaga spp**), gusano cuerudo (**Agrotis spp**), tierreros (**Feltia sp**), gusano de alambre (**Metanotus spp**, **Aeolus spp**); se alimentan de las raíces y base del tallo por lo que causan la marchitez y muerte de la planta (25).

El control de los insectos del suelo puede estar basado en diferentes alternativas:

- Tratar la semilla con un producto químico.

- Rotar el maíz con otro cultivo para cortar los ciclos de reproducción.
- Modificar las prácticas de labranza para disminuir las poblaciones de insectos.
- Sembrar una variedad resistente si se dispone de ella.
- Cultivar el maíz lejos de los campos muy infestados por insectos plaga.

2.5.2. Plagas del follaje.

2.5.2.1 Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)

Es una plaga universal de gran importancia económica que, dependiendo de algunos factores como la edad de la planta, estadio de plaga, condición del clima, así es la severidad del ataque. Cuando el clima es caliente y seco, las larvas completamente desarrolladas, que han caído al suelo antes de convertirse en pupas, empiezan a alimentarse en la base de la planta, cercenando el tallo tierno. En períodos de sequía su presencia y acción puede ser fatal.

Daño: corta el tallo cuando las plantas recién emergen y la desfolian cuando están desarrolladas; puede atacar la flor masculina, lo que provoca interrupción del proceso normal de polinización y cuando ataca perforando la mazorca tierna se le conoce como gusano elotero.

Para determinar si el cultivo necesita control de plagas, es necesario realizar un muestreo. El muestreo consiste en tomar 5 puntos de 20 plantas, se toma el porcentaje de daño, si este es de 5% se debe considerar el control en la etapa de emergencia. Después de ocho hojas y hasta la floración si el porcentaje es igual o mayor se recomienda control con insecticida (7).

2.5.2.2. Tortuguillas (Diabrotica spp).

La importancia del daño depende de la densidad poblacional de la plaga y del estado fisiológico de las plantas, causando daño en plántulas en estado adulto y en raíces en el estado larval (9).

Daño: Los adultos se alimentan del follaje, pueden dañar los estigmas de la flor femenina (jilote), afectando la polinización, lo cual disminuye el llenado de grano en la mazorca; las larvas o gusanos pueden perforar las raíces, lo que puede resultar en tallos deformados (9).

2.5.2.3. Gusano medidor (Mocis latipes)

Esta plaga tiene importancia relativa, ya que su aparición es esporádica y localizada; cuando aparece puede provocar serios daños al follaje, el control debe estar basado en un respectivo muestreo de la plaga en el cultivo (8).

Daño: En estadio larval se alimentan de follaje, cuando hay poblaciones altas pueden llegar a dejar solamente la vena central de la hoja, perjudicando grandemente el desarrollo de las plantas (7).

2.5.2.4. Barrenador del tallo (Diatraea sp.)

Plaga de moderada importancia; la severidad del daño depende de la edad y estado de la planta.

Daño: La larva en sus dos primeros estadios se alimenta del follaje y en el tercero penetra el cogollo y causa muerte en etapa inicial de la planta.

En estados avanzadas del cultivo se introduce al tallo, por lo que la planta reduce su crecimiento (10).

2.5.2.5. Chicharrita del maíz, cigarrita (Dalbulus maydis)

Daño: Los adultos y ninfas chupan la savia en la base de las hojas y pueden causar amarillamiento, pero su principal importancia estriba en que son transmisores de los virus que causan el achaparramiento y el rayado fino del maíz. La mayor incidencia de estos problemas se da en zonas bajas.

Control químico: Tratar la semilla con un producto sistémico como Imidacloprid, en dosis de 136 g por 30 lb de semilla; hacer aplicaciones foliares con deltametrina. En vista de las características y hábitos alimenticios del insecto, se recomienda aplicar los insecticidas temprano en la mañana, que es cuando la chicharrita tiene mayor actividad, y por lo tanto el control es más eficaz (9).

Control filogenético: sembrar híbridos mejorados resistentes al achaparramiento. (9).

2.5.3. Enfermedades del cultivo de maíz.

En nuestro país, la presencia de enfermedades foliares no ha tenido mayor importancia económica, ya que por lo general estas se presentan después del llenado de granos (elote duro). En forma similar a los insectos-plagas el clima,

labores de preparación de suelo, control de malezas y la alternancia de cultivos pueden favorecer el apareamiento de enfermedades (9).

2.5.3.1. Roya del maíz.

La roya común prevalece en ambientes frescos y tierras altas (14).

Esta roya tiene, a veces, una distribución estacional: la roya común aparece al inicio de la estación del maíz. Las variedades locales de maíz donde la roya es endémica han desarrollado un buen nivel de tolerancia a la enfermedad.

La roya común es causada por el hongo **Puccinia sorghi** que está ampliamente distribuido; ataca el maíz y el teosinte pero no es frecuente sobre el sorgo y su huésped alternativo es el **Oxalis**.

La roya común es más conspicua en las variedades susceptibles de maíz, en el momento de la floración masculina cuando es posible ver pequeñas pústulas pulverulentas de color marrón en ambos lados de las hojas. Las pústulas toman un color marrón oscuro a medida que la planta madura y las bajas temperaturas y la alta humedad favorecen su desarrollo y difusión. Se han identificado varias razas fisiológicas de (**Puccinia sorghi**) y se han separado por su reacción a diferentes líneas de maíz.

Se ha identificado resistencia a especies específicas de este patógeno la cual es controlada individualmente por cinco diferentes genes ubicados en tres cromosomas. Tales formas de resistencia se manifiestan por un desarrollo limitado de las pústulas. También hay formas de resistencia general que dan lugar a una reducción en el número de pústulas y en la necrosis de las hojas (14).

2.5.3.2. Pudrición de tallo por antracnosis (Colletotrichum graminícola y Glomerella graminícola).

Este tipo de enfermedades causada por estos dos agentes causa pudrición en el tallo y tizón en la hoja. Sobre la planta de maíz se manifiesta lesiones de color oscuro y alargadas, que van tornándose negras. La planta sufre marchitamiento prematuro y desgarramiento de los haces vasculares, adquiriendo tonos oscuros (1).

2.5.3.3. Achaparramiento del maíz (Mycoplasma helicoidal o Spiroplasma).

Los síntomas característicos de la enfermedad son el acortamiento de los entrenudos, franjas amarillentas en las hojas, que posteriormente se vuelven rojo purpura, en la base de la hoja produce estrillas blanco amarillentas entre la venas (4).

Los microorganismos causantes son transmitidos por chicharritas (**Dalbulus maidis**), por esto la importancia de establecer un sistema integrado de plagas en el cultivo (7).

2.5.3.4. Carbón común (Ustilago maydis).

Es una enfermedad endémica, que se encuentra en todas las zonas cultivadas de maíz. El hongo puede atacar cualquier órgano de la planta, siendo frecuente en inflorescencias (7).

El síntoma más común es visible en la mazorca, ocasionando abultamientos o agallas grisáceas que sustituyen los granos, posteriormente las agallas se rompen y liberan masas negras de esporas, que pueden afectar el cultivo siguiente (5).

Para prevenir la enfermedad se recomienda la siembra de híbridos tolerantes, fertilizaciones adecuadas, buen control de plagas y evitar condiciones de sequía (6).

2.5.3.5. Mosaico del maíz, (enanismo rayado).

Enfermedad causada por virus más común. Afecta a todos los cultivares actualmente sembrados, calculándose las pérdidas en un 2%; siendo las hospederas más importantes la paja peluda (**Rottboellia exaltata**) y paja Johnson (**Sorghum spp.**), desde las cuales puede ser transmitida al maíz a través de un insecto vector, ejemplo: la chicharrita del maíz (**Peregrinus maydis**).

Síntomas: Se presenta enanismo de la planta, cuyo grado dependerá de la edad en que fue inoculada; las hojas aparecen muy juntas por el acortamiento de los entrenudos. En la lámina foliar se presenta un rayado clorótico fino y continuo que se desarrolla a lo largo de la vena y sale de la base, éstas adquieren un color púrpura y luego se necrosan, los tallos son débiles y las plantas susceptibles al acame (15).

Control: Cultivares resistentes, mantener limpia la siembra de hospederas alternantes.

2.5.3.6. Pudrición de mazorcas y granos (Fusarium spp.)

Se presenta básicamente en zonas húmedas y cálidas, siendo una de las causas que mayormente predisponen a la presencia de la enfermedad los daños mecánicos ocasionados por insectos, aves o roedores, al alimentarse de los granos en las mazorcas (15).

Síntomas: En la mazorca puede observarse diferentes coloraciones en el grano, desde el castaño oscuro hasta el rosado y rojo; es común ver hilos de granos completamente afectados, mientras el resto permanece aparentemente sano.

Control: Sembrar variedades de mazorca cerrada. Evitar daños mecánicos y el contacto de las mazorcas con el suelo (15).

2.6. Principales malezas.

Una maleza es cualquier planta que constituye un peligro, molestia o causa daño al hombre, animales, o este caso, al cultivo de maíz (9).

El desarrollo del maíz en los primeros 30 días es crítico, por lo que se debe asegurar que crezca libre de competencia de malezas, pues se estima que estas son causantes del 10 al 84% de la reducción en su rendimiento.

Es importante distinguir entre malezas de hoja ancha y gramíneas, ya que difieren en su reacción a herbicidas y métodos de control. Algunos tipos de malezas son la flor amarilla, mozote, tomatillo, bledo, escobilla, verdolaga, (hojas anchas), también están las hojas angostas o gramíneas como: zacate de agua, zacate amargo, salea, pasto bermuda, zacate Johnson, etc.

Para controlar estas malezas existe el método químico el cual consiste en aplicar herbicidas solos o mezclados inmediatamente después de la siembra (pre-siembra) o pos emergencia, cuando las malezas tengan dos o tres hojas. Este control tiene la ventaja de evitar daños al sistema radicular de plantas. Al aplicar estos productos, se debe tener cuidado, ya que sus dosis varían con la edad de las malezas, tipo de suelos, contenido de materia orgánica, así como las condiciones climáticas del lugar (temperatura, viento y otras), al utilizar herbicida hay que considerar el cultivo que se desee sembrar en relevo ya que estos pueden tener algún efecto residual negativo sobre el segundo cultivo.

El control mecánico consiste en labores manualmente (con Cuma, azadón,) o mecanizada (con cultivadora adaptada a un tractor), dependiendo del tipo de terreno. Si las malezas se combaten mecánicamente, se deben efectuar dos limpiezas durante los primeros 30 días de crecimiento del cultivo, en forma superficial, sin dañar el sistema radicular del cultivo (9).

2.7. Fertilizaciones recomendadas para el cultivo de maíz.

2.7.1. Manual agrícola, SUPERB, Gudiel; 1987; recomienda hacer las siguientes aplicaciones:

- Para variedades híbridos que se cosechan a los 90 o 120 días, se recomienda aplicar de 4 a 6 quintales por manzana de fórmula compuesta, la aplicación puede hacerse al momento de la siembra o 10 días después de nacidas las plantas. Si la siembra se hace a máquina, el fertilizante se colocará en bandas laterales a lo largo de los surcos, separados de las semillas a 7 cms y enterrado a 5 cms más abajo. Si la siembra se hace a mano, se aplica media de fertilizante por postura de 2 semillas, separado estas 5cms y enterrado 5cms. Si se aplica a los 10 días después de nacidas las plantas, el fertilizante se colocará en cantidad de ½ onza por planta, separada de la base de los tallos 6 cm alrededor y enterrada 5 cm. Por cuerda se necesitan de 25 a 35 libras de fertilizante.
- A los 40 días después de la primera aplicación se suministrará el fertilizante simple nitrogenado en cantidad de 3 quintales por manzana, aplicándolo en bandas laterales a lo largo de hilera de plantas, separado de este 7 cm, si la aplicación se hace con máquina. A mano separado 7 cm de la base de los tallos alrededor. (20)
- Cuando se siembran variedades híbridas que se cosechan a los 180 o 260 días, en zonas comprendidas entre los 5,000 a 9,000 pies, se efectuarán 3 aplicaciones de fertilizantes, 2 con fórmula compuesta y una simple nitrogenada. La cantidad será de 6 quintales por manzana recomendada para una aplicación se distribuyen en dos partes, suministrando la mitad al momento de la siembra y la siguiente a los 60 días después. A los 50 días después de la segunda aplicación se suministrará el fertilizante nitrogenado. De abono foliar se recomiendan 6 aplicaciones, iniciando la primera a los 50 días después de la siembra y las siguientes a intervalos de 25 días. (20)

2.7.2. El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), 2014, recomienda lo siguiente.

El maíz es muy exigente en elementos nutritivos, comparado con otros cultivos, por lo que en un plan de fertilización se debe tomar en cuenta los resultados del análisis químico del suelo y su recomendación, esto le garantiza suplir de los elementos nutritivos necesarios a la planta y evitar gastos innecesarios (9).

El método de aplicación del fertilizante más recomendable es por postura e incorporado; aunque existen otros, tales como: postura superficial y en banda. Es importante tomar en cuenta que para que un fertilizante ejerza su acción, es indispensable que exista buena humedad en el suelo (9).

2.7.2.1. Para suelos de textura fina (francos y franco-arcilloso).

Aplicar 325 kg/ha de fórmula 16-20-0 (5 qq/mz) a la siembra, u ocho días después de siembra, como primera fertilización: La segunda, hacerla con 253 kg/ha (4 qq/mz) de Sulfato de Amonio ó 116 kg/ha (180 lb/mz) de Urea, a los 30 días después de siembra (9).

2.7.2.2 Para suelos de textura gruesa (arenosos).

- Aplicar como primera fertilización, 325 kg/ha de fórmula 16-20-0
- (5 qq/mz) a la siembra, o hasta ocho días después de la siembra.
- Una segunda fertilización a los 30 días después de siembra con 130 kg/ha (2 qq/mz) de Sulfato de Amonio.
- En una tercera fertilización, 45 días después de la siembra, se deben aplicar 65 kg/ha (1 qq/mz) de Urea (9).

2.7.3. Área de desarrollo. CORFO Rio Colorado, 2011. recomienda lo siguiente.

El ensayo se fundamenta en observar la respuesta al fraccionamiento triple de nitrógeno, haciendo coincidir las aplicaciones con las etapas fisiológicas de máxima demanda de nutrientes, como así también las ineficiencias que existen en la captación del nitrógeno por el cultivo, el lavado con el agua de riego, la volatilización y la fitotoxicidad si se aplica todo junto.

El maíz comienza a aumentar su consumo de nitrógeno alrededor de seis hojas completamente expandidas, es por ello que, antes de que comience esta etapa fenológica, el cultivo debería de disponer de una oferta de nitrógeno adecuada.

En maíz, el número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera se definen durante las etapas vegetativas comprendidas entre la hoja 6 y la hoja 12.

Otras bibliografías hablan de altos consumos de nitrógeno hasta la floración, para estos casos hay que plantear alternativas diferentes de manejo y distribución del nitrógeno en función de la disponibilidad de diferentes fertilizantes nitrogenados en el mercado, la maquinaria disponible en el campo o en la zona.

El ensayo se llevó a cabo en un tipo de suelo franco-arenoso. El cultivo antecesor fue girasol semilla. El híbrido utilizado fue el DK 747MGRR2.

La preparación de la cama de siembra consistió en dos pasadas de rastra, para incorporar el rastrojo de girasol y permitir una buena degradación del mismo, una pasada de rastra liviana, y por último una pasada de cincel, logrando una cama de siembra firme.

Un tratamiento consistió en una fertilización fraccionada en 3 momentos, a la Siembra con 100 kg/ha. de urea (0-46-0), en cuatro hojas con 200 kg/ha. (0-46-0) y en 7 hojas con 150 kg/ha. (0-46-0).

En el segundo tratamiento se fertilizó con 200 kg/ha. de urea en cuatro hojas, 75 kg/ha. (0-46-0) en 7 hojas y 75 kg/ha. (0-46-0) en floración femenina.

En total para el primer tratamiento se aplicaron 450 kg/ha. de urea y en el segundo 350 kg/ha de urea.

-El estudio tubo el siguiente resultado:

En el primer tratamiento (450 kg/ha de UREA), se aplicó un 20% del total a la siembra, un 40% en estado de 4 hojas y el último 40% en estado de 7-8 hojas.

En el segundo tratamiento (350 kg/ha de UREA), se aplicó el 67% de la Urea en cuatro hojas, un 16,5% en 7-8 hojas y la última fracción de 16,5% a principios de la floración femenina (aparición de las barbas).

La diferencia obtenida (1,2 tn/ha grano) puede expresarse en kg de urea. Con un costo de \$900/tn de maíz, este incremento en la producción puede traducirse en un adicional de 300 kg de urea. Si a esto le restamos los 100 kg aplicados a la siembra,

nos da un beneficio neto de 200 kg (4 bolsas) por ha. Para el caso del segundo tratamiento, se consideró que el suelo agotó sus reservas y gran parte de lo aportado por la fertilización en 6 hojas ha sido absorbido y lavado por los riegos. Estando próximos a la floración femenina la demanda de nitrógeno aún alta, todo lo aportado en este momento va a ser destinado a definir el rendimiento y la calidad del grano.

El aporte de nitrógeno en floración femenina puede realizarse con urea disuelta en el agua de riego, o con fertilizante líquido por medio de un dosificador en el agua de la acequia al momento del riego.

Ellos concluyeron que:

En función de la cantidad de nitrógeno que presentan los suelos a nivel general en la zona, fertilizaciones de 450kg de urea generan respuesta positiva en el Rendimiento del maíz.

El cultivo de maíz presenta muy buena respuesta a las fertilizaciones de arranque 100 kg/ha de urea pre siembra, en lotes con abundante rastrojo, además del aporte del fertilizante fosforado.

La acequia, aunque es una tarea complicada y poca práctica para el manejo de lotes grandes. (12).

2.8. Estudios realizados.

2.8.1 Efecto de diferente dosis de fertilizante Yara en el comportamiento agronómico del híbrido de maíz (Zea mays L) Pionner 30F35 en el canton Balzar, Provincias de las Guayas, Ecuador.

Anchundia Olivo (3). (2015), en su investigación tuvo como objetivos: 1) determinar el efecto de las diferentes combinaciones y dosis del fertilizante Yara (producto comercial) en el comportamiento agronómico del híbrido de maíz Pionner 30F35; 2) determinar la respuesta en el rendimiento de las diferentes combinaciones y dosis de los fertilizantes Yara.

La primera fertilización se realizó a los 8 días después de la siembra, la segunda fertilización se realizó a los 30 días después de la siembra y posteriormente fertilizaron a los 45 días después de la siembra. Los productos comerciales utilizados en el experimento son: YaraMila Unick 16-16-16, YaraMila Hydram 19-4-19-Mg 3; S-

1.8; B-0.1; Zn-0.1, YaraMila Actyva 27-5-5, YaraMila Nitrobor 15,4: 25,6 CaO; B 0.3% , ver cuadro anexo A-3.

La investigación realizada por Anchundia se enfocó en los principales caracteres morfológicos de la planta de maíz. Los datos que se evaluaron fueron tomados de 10 plantas al azar del área útil de cada tratamiento: altura de planta a 30, 60 y 90 días después de la siembra (cm), días a floración femenina, días a floración masculina, altura de inserción de mazorca (cm), longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), hileras de grano por mazorca, peso promedio de la mazorca (g), peso de cien granos (g), rendimiento (Kg/ha) y análisis económico.

Anchundia Olivo en el resultado de su investigación nos menciona los siguiente:

Para la altura de planta a los 30 días después de la siembra (cm), según el análisis estadístico presentó valores altamente significativos. La altura de planta a los 60 días después de la siembra (cm), de acuerdo con el análisis de varianza no fueron significativos. El promedio general fué de 190 cm. La altura de planta a los 90 días después de la siembra no presentó significancia, ver cuadro anexo A-4.

En las variables longitud de mazorca (cm), de acuerdo al análisis estadístico esta variable presentó valores altamente significativos para los tratamientos. El tratamiento 5 presento la mayor longitud de mazorca con 15 cm de longitud, diferente estadísticamente a los restante cuatro tratamientos que alcanzaron promedios más bajos, ver cuadro anexo A-5.

Para la variable diámetro de mazorca el análisis estadístico presentó valor significativo para los tratamientos. El tratamiento con menos diámetro de mazorca fue para el tratamiento 1 con 15.6 cm al igual estadísticamente a los tratamientos 3 y 4, pero diferentes a los tratamientos 2 y 5, ver cuadro anexo A-6 (3).

2.8.2. Respuesta del maíz (Zea mays L.) a la aplicación edáfica de n-p-k en un andisol de la región centro-occidente de caldas. (2011).

Serna López et al. (2011) desarrollaron su investigación en la granja Montelindo de la Universidad de Caldas, en el municipio de Palestina, Caldas (Colombia).

El objetivo fue determinar la respuesta del cultivo de maíz a diferentes dosis de N, P, y K con el híbrido de maíz Pioneer 30F87 (34).

Se utilizó un arreglo factorial de 4x2x2, en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, combinando cuatro niveles diferentes de nitrógeno; dos de fósforo y dos de potasio, con 12 tratamientos. Las aplicaciones de N, P y K se fraccionaron así: 20-100-50% al momento de siembra, 30-0-50% en etapa V6 (cuando el maíz tiene 6 hojas), y en la fase de hoja bandera 50-0-0%; se utilizó como fuente urea, di fosfato de amonio y cloruro de potasio.

La siembra se hizo con el híbrido simple modificado de maíz Pioneer 30F87. La distancia de siembra utilizada en el ensayo fue 0.75 m entre surcos y 0.20 m entre plantas para establecer una población aproximada de 66,666 plantas por hectárea. Cada tratamiento consistió en cuatro surcos de 5 m de largo, con un área efectiva de parcela de 7.50 m², de los cuales se cosecharon los dos surcos centrales; dichos tratamientos se muestran en el cuadro anexo A-7.

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron en tres etapas. Al momento de la siembra se aplicó el 100% del fósforo (P₂O₅), el 20% del nitrógeno (N) y el 50% del potasio (K₂O). Posteriormente, en la etapa V6 del cultivo se aplicó el 30% de N y el 50% restante del K.

En estado de hoja bandera se aplicó el 50% restante de N, los demás elementos se aplicaron uniformemente de acuerdo con el análisis del suelo y con los requerimientos del cultivo.

Los resultados mostraron respuesta del cultivo en cada una de las fertilizaciones aplicadas.

Presentando diferencias significativas para las variables altura de planta, altura de mazorca y rendimiento. El rendimiento de grano se incrementó en un 11,5% al pasar de 20 a 39 kg de fósforo por hectárea

Serna López y colaboradores en su resultado y discusión para la variable altura de planta indicaron diferencia significativa entre los tratamientos con P₂O₅. Al realizar la comparación de medias en la variable altura de planta, se presentaron diferencias significativas en la dosis de 90 kg por hectárea de P₂O₅. Esta variable se incrementó en un 2.1% con la dosis mayor de fósforo ver anexo cuadro A-8.

En la variable rendimiento de grano se presentaron diferencias significativas para los niveles de fósforo; La dosis de 90 kg por hectárea de P_2O_5 en comparación con la dosis de 45 kg por hectárea, y manifestó una respuesta del cultivo a la dosis creciente de fosforo para rendimiento de grano ver anexo cuadro A-9.

Dichos investigadores concluyeron lo siguiente

- Se presentaron incrementos en rendimiento de maíz híbrido Pioneer 30F87 con la aplicación de N, P, K en forma fraccionada. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la dosis más alta de fósforo.
- Con la dosis superior de P, la respuesta a la fertilización fue más evidente para la variable altura de planta que para la variable altura de mazorca (34).

2.8.3. Evaluación del impacto de cuatro programas de fertilización en el crecimiento vegetativo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en la Azucarera Choluteca, Choluteca, Honduras.

Castellanos Rojas y Gutiérrez Rodríguez (21). 2012. Evaluación del Impacto de Cuatro Programas de Fertilización en el Crecimiento Vegetativo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la Azucarera Choluteca, Choluteca, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras.

Este experimento consistió en comparar cuatro programas de fertilización, realizado en dos fases de estudio. Se analizaron las variables agronómicas de diámetro, crecimiento acumulado en altura de tallo, crecimiento acumulado en número de entrenudos, y se estimó la producción a cosecha. Se realizó un muestreo foliar en la hoja número tres a la semana 24 después de siembra para determinar la concentración de nutrientes. El estudio se realizó entre los meses de Marzo a Septiembre del año 2012, en la variedad MEX 79-431. Los tratamientos fueron las fórmulas 106-35-69-0-1-S30-Zn1 y 171-45-152-0-45-S97-Zn21-B4 (kg/ha) aplicadas en la semana 10 después de siembra o fraccionada a la semana 10 y 14. El diseño experimental fue en Bloques Completamente al Azar (BCA), establecidos en tres lotes, cada uno con texturas diferentes, suelo franco arcillo limoso, suelos de textura arcillosa y con suelos franco limosos. En diámetro, crecimiento acumulado de altura

de tallo, crecimiento acumulado de número de entrenudos y contenido de nutrientes en la hoja.

Hubo diferencias entre tratamientos en algunas semanas, pero no se obtuvo una tendencia que defina un tratamiento con medias más altas en cada una de las variables. También en producción estimada al comparar suelos con texturas diferentes, siendo mayor el estimado en las texturas franco limosos y menor en suelos arcillosos (21).

En la semana 10 de edad del cultivo, se realizó la primera y única fertilización para dos de los cuatro tratamientos y la primera de los dos tratamientos restantes (aplicando el 50% de la recomendación). En la semana 14, se realizó la segunda aplicación en los tratamientos fraccionados (50 por ciento). La fertilización se realizó manualmente, en banda y se cubrió de suelo con azadones para evitar pérdidas por volatilización y escorrentía. Las fertilizaciones se realizaron en época de lluvias frecuentes.

Variables determinadas: Agronómicas. Las variables agronómicas de crecimiento acumulado de altura de tallo, número de entrenudos y diámetro promedio, se midieron cada dos semanas.

Crecimiento acumulado de altura de tallo: Se midió la altura desde el suelo hasta la última lígula visible y se determinó el crecimiento acumulado con base en primera medición.

Diámetro promedio de los tallos: Se promediaron los diámetros de tres entrenudos (basal, medio y apical) (21).

Los tratamientos consistieron en dos formulaciones de fertilización para el cultivo de caña de azúcar, en dos formas de aplicación, los cuales fueron:

- Fórmula Convencional 106-35-69-0-1-S30-Zn1 (kg/ha), en una aplicación a las 10 semanas después de siembra.
- Fórmula Convencional 106-35-69-0-1-S30-Zn1 (kg/ha), en dos aplicaciones a la semana 10 y 14 después de siembra.
- Fórmula Alterna 171-45-152-0-45-S97-Zn21-B4 (kg/ha), en una aplicación a las 10 semanas después de siembra.
- Fórmula Alterna 171-45-152-0-45-S97-Zn21-B4 (kg/ha), en dos aplicaciones a

la semana 10 y 14 después de siembra.

Diseño Experimental fue en Bloques Completamente al Azar, (BCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones por bloque, en tres bloques (fincas). Cada unidad experimental mide 19.2 m (12 surcos espaciados a 1.6 m) × 12 m (largo del surco), equivalente a 307.2 m², donde el área de muestreo corresponde a 96 m². En total se establecieron 12 unidades experimentales por cada finca (21).

Los tratamientos de las parcelas fueron asignados al azar. Entre cada parcela se dejaron dos surcos sin caña sembrada que sirven para división de las parcelas y que tienen como segunda función facilitar la cosecha. Dentro de las unidades experimentales se dejaron tres surcos en cada costado sin evaluar para evitar el efecto borde. Se dejaron tres metros sin evaluar al inicio y al final de cada surco con el mismo objetivo y entre cada unidad experimental dos metros de espacio para evitar el cierre completo del cultivo. Total de área muestreada de 3456 m² (21).

El Análisis Estadístico que se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” versión 9.1 (SAS®) con el que se realizó una separación de medias con la prueba de Duncan.

Gutiérrez Rodríguez y colaboradores en su Resultado y discusión para la variable agronómica: Crecimiento acumulado de altura de tallo Hay diferencias ($P < 0.05$) en los suelos franco limosos, sin embargo en la semana 25 se igualó el crecimiento acumulado de las cuatro fórmulas (ver cuadro anexo A-10).

En suelos franco arcillo limosos, se presentó diferencias ($P < 0.05$) a partir de la semana 19 hasta la semana 25, (ver cuadro anexo A-11).

En los suelos arcillosos, se presentaron diferencias ($P < 0.05$) en las semanas 13, 15, 19, 21. En las semanas 23 y 25 la fórmula 171-45-152-0-45-S97- Zn21-B4 (dos aplicaciones) presentó el mayor crecimiento acumulado, (ver cuadro anexo A-12).

El diámetro promedio en los suelos franco limosos, no se presentaron diferencias ($P < 0.05$) en la variable diámetro, (ver cuadro anexo A-13).

En el suelo con textura Franco arcillo-limosa, no se presentaron diferencias ($P < 0.05$), (ver cuadro anexo A-14).

Las plantas en el suelo arcilloso, presentaron diferencias ($P < 0.05$) en diámetro promedio, durante las semanas 13, 17 y 23. En la semana 25 las fórmulas no

presentaron diferencias, (ver cuadro anexo A-15) (21).

2.8.4 Evaluación Del Rendimiento de Maíz Blanco Var. HG-5B, Utilizando diferentes niveles de Hongo Micorrizogeno (Glomus sp) a la Siembra.

Lázaro Hernández (28). et al. (2015) en su investigación evaluaron el rendimiento de maíz blanco Var. Hg-5b, utilizando diferentes niveles de hongo micorrizógeno (*Glomus sp*) a la siembra, con un programa de fertilización basados en dos aplicaciones: fertilización a la siembra aplicando 27 lb de fórmula 16-20-0 y fertilización 30 días después de siembra se aplicó 35 lb de sulfato de amonio., se comparó en seis tratamientos los cuales fueron T0 = control (sin inóculo), T1 = 0.71 kg de super concentrate/ha, T2: 1.07 kg de super concentrate/ha, T3: 1.43 kg de super concentrate/ha, T4: 1.78 kg de super concentrate/ha y T5: 2.14 kg de super concentrate/ha. Los tratamientos estaban formados por seis parcelas cuyas dimensiones eran de 3.60 metros de largo por 3.60 metros de ancho para cada tratamiento, constituidas por 36 plantas cada una, de las cuales se midieron 6 plantas dentro del área útil, totalizando 36 plantas por tratamiento (28).

Las variables estudiadas fueron: rendimiento en grano (kg/ha), longitud de la mazorca (cm), diámetro de mazorca (mm), rendimiento en biomasa de materia seca (ton/ha), altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), longitud de raíz (cm), peso de raíz (gr) y análisis económico (\$), en cada uno de los tratamientos. Para el análisis de resultados se utilizaron; el diseño de bloques completamente al azar y la prueba de Duncan.

Al analizar las variables medidas en el estudio, se obtuvieron los siguientes resultados y conclusiones: El rendimiento en grano (kg/ha), se ve afectado positivamente con la aplicación del hongo micorrizógeno a partir de la dosis mínima T0: 3,542.36 kg/ha, T1: 4,335.30 kg/ha, T2: 4,023.84 kg/ha, T3: 4,556.01 kg/ha, T4: 3,989.46 kg/ha y T5: 4,217.59 kg/ha. La longitud de mazorca (cm), no presentó diferencia estadística entre tratamientos, con la aplicación de hongos micorrízicos obteniendo para T= 17.56 cm, T1= 18.04 cm, T2 = 17.31 cm, T3= 18.31 cm, T4 = 17.91 cm y T5 = 17.72 cm. En cuanto al diámetro de la mazorca (mm), no presentó diferencia estadística entre tratamientos, en los datos obtenidos T0 = 38.17 mm, T1 = 39.75 mm, T2 = 39.29 mm, T3= 40.67 mm, T4 = 38.42 mm y T5 = 39.38 mm.

La biomasa en materia seca (ton/ha), del cultivo de maíz, presentó similares resultados entre tratamientos, T0 = 4.84 ton/ha, T1 = 5.17 ton/ha, T2 = 4.78 ton/ha, T3 = 5.57 ton/ha, T4 = 4.74 ton/ha y T5 = 4.93 ton/ha . Referente a la altura de planta (cm), el efecto residual del hongo micorrizógeno no fue significativo T0 = 252.55 cm, T1 = 264.44 cm, T2 = 266.94 cm, T3 = 266.4 cm, T4 = 261.38 cm y T5 = 253.16 cm (27). En el diámetro de tallo (mm), el efecto residual del hongo micorrizógeno no fue significativo T0 = 22.22 cm, T1 = 22.91 cm, T2 = 21.94 cm, T3 = 22.52 cm, T4 = 22.94 cm y T5 = 22.47 cm.

En la longitud de raíz (cm), los resultados obtenidos con el uso del hongo micorrizógeno fueron estadísticamente similares entre tratamientos, siendo estos T0: control 43.13 cm, T1: 43.92 cm, T2: 44.58 cm, T3: 45.92 cm, T4: 44.50 cm y T5: 43.25 cm. En el peso de raíz (gr), los resultados obtenidos con el uso del hongo micorrizógeno fueron estadísticamente similares entre tratamientos T0: 74.90 gr, T1: 97.09 gr, T2: 87.58 gr, T3: 101.04 gr, T4: 93.14 gr y T5: 87.85gr.

En el análisis económico, el T3 resultó ser el más rentable con una relación beneficio costo de \$ 1.63, debido a que se obtuvo mayor ingreso al momento de venta en grano y biomasa y el T0 fue el menos rentable con una relación beneficio costo de \$ 1.41.

Las principales conclusiones que se presentan en el estudio son: en el rendimiento de grano (kg/ha), el efecto del uso de hongo micorrizógeno resultó ser positivo sobre esta característica, debido a que ayuda a la planta a extraer nutrientes del suelo, que posteriormente son almacenados como carbohidratos y distribuidos en el llenado de los granos, provocando aumento en el rendimiento del cultivo de maíz.

La biomasa en materia seca (ton/ha), no sé afecta con la presencia del hongo micorrizogeno, considerando que la altura de planta y diámetro de tallo resultaron ser no significativos (28).

2.8.5 Estudio Comparativo de Cinco Niveles de Nitrógeno Usando Dos Fuentes de Fertilizante Nitrogenados en Maiz (Zea mays).

Álvarez en su investigación determinó la dosis óptima de nitrógeno usando dos fuentes de fertilizante para evaluar el comportamiento agronómico de los tratamientos y realizar un análisis económico de ellos en este estudio. Los factores

estudiados fueron: dos fuentes de nitrógeno con diferente dosis (40, 80, 120, 160, 200 Kg N/ha de urea), (40, 80, 120, 160, 200 Kg N/ha de sulfato). Se utilizó el diseño BCA, con arreglo grupal, se midieron variables agronómicas y se realizó el análisis de presupuesto parcial, con la finalidad de medir la factibilidad económica del uso de estos productos. Los mejores tratamientos de fertilización nitrogenados fueron los de aplicación con urea, en relación con los tratamientos a base de sulfato de amonio. En rendimiento, en las dos fuentes usadas de fertilización (urea y sulfato de amonio) fueron iguales, a diferencia del testigo absoluto que presentó menores rendimiento (31).

Las dos fuentes de fertilizante nitrogenado con los cinco niveles de nitrógeno dan un total de diez combinaciones y por lo tanto 10 tratamientos, al cual se sumaron los dos tratamientos testigos dan un total de 12 tratamientos, los mismos que se detallan en el cuadro anexo 16.

Se efectuó la aplicación de fósforo y potasio a los 20 días después de la siembra, con la primera fracción de fertilizante nitrogenado y posteriormente se le incorporó a los 35 días después de la siembra la segunda aplicación de fertilizante con urea y sulfato de amonio, de acuerdo a las dosis especificadas en los tratamientos (30).

Álvarez en su resultado y discusión para la variable diámetro de tallo (cm), según el análisis de varianza no se presentaron valores significativos para ninguna de las fuentes de variación analizadas (grupos: urea, sulfato de amonio y testigos). La media general para estas variables fue de 6, ver cuadro anexo 17.

Para la variable altura de planta de acuerdo con el análisis de varianza se presentó significancia estadística para el grupo de sulfato de amonio, para las demás fuentes de variación hubo significancia estadística. La media general para esta variable fue de 205 cm de altura ver cuadro anexo 18.

De acuerdo con el análisis de varianza para el rendimiento de grano (Kg/ha) esta presentó valores altamente significativos para entre grupos, los otros grupos urea, sulfato de amonio y testigos, no presentaron significancia estadística ver cuadro anexo 19 (31)

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Localización del ensayo.

El ensayo se realizó en La Unidad de Investigación Agropecuaria de La Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, Cantón El Jute a la altura del km 139 de la carretera que conduce de la ciudad de San Miguel a la ciudad de Usulután (ver figura A-1) .

La temperatura promedio es de 29° C y la precipitación promedio anual de 1,690 mm. Las coordenadas geográficas del lugar son: 13°26.3´ latitud norte 88°09.5´ longitud oeste y a una elevación de 110 msnm (28).

3.1.2 Características edáficas del campo experimental de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

El terreno donde se realizó el ensayo está ubicado en el cuadrante 2556-II, San Miguel:

- Fisiografía: son áreas amplias casi sin disección; el relieve local es bajo; las pendientes son predominantes del 3%; las capas inferiores generalmente son aluviones estratificadas de polvo y pómez volcánicos.
- Drenaje y humedad: los campos no son demasiados húmedos en la época lluviosa, con buen drenaje. Permanecen secos en la estación no lluviosa.
- Tipo de suelo: Latosoles arcillos rojizos, muy pesados, profundos y bien desarrollados.
- Los horizontes superficiales: hasta los 25 cm de profundidad, son de textura franco arcillosos y de color pardo oscuro, de los 25 a 100 cm es arcilla con estructura de bloque y de color café rojizo.
- Las capas inferiores: las constituyen cenizas y pómez volcánicas ácidas estratificadas con texturas que varían de franco arcilloso a franco arenoso, de color pardo amarillento. Estos suelos pertenecen a la clase II y son apropiados para la mayoría de cultivos anuales como el maíz, frijol, ajonjolí, sorgo y caña de azúcar, poseen buena capacidad de retención de agua y son moderadamente permeables. Con alta capacidad de producción mediante el uso racional de fertilizante y métodos adecuados de laboreo (28).

3.1.3 Periodo de ejecución.

La investigación se realizó en un período de 16 semanas, comprendidas del 8 de marzo de 2016 hasta el 30 de junio de 2016.

3.2 Materiales.

3.2.1 Características de la variedad.

La variedad de maíz a utilizar será la Var. H-59. A continuación se describen las características agronómicas de la Var. H-59, utilizada en la presente investigación.

Cuadro No 1. Características de la variedad H-59.

Ciclo vegetativo	110-115 días.
Días a floración	55
Altura de planta (cm)	247
Altura de mazorca (cm)	135
Reacción a sequía:	No ha sido evaluada
Reacción al acame:	Tolerante
Aspecto del tallo	Vigoroso
No. Hileras/mazorcas	14
Potencial de rendimiento (qq/mz):	95-100
Color/tipo de grano	Blanco semi-dentado.

Datos promedios obtenidos en el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, (CENTA).

3.2.2 Equipo y herramientas.

Durante la fase de campo se utilizaron Cinta métrica, báscula, cumas, bomba achicadora, tuberías para riego, pie de rey, azadón, para las actividades a realizadas.

3.3. Metodología de campo.

3.3.1 Muestreo y análisis químico de suelo.

Con el propósito de conocer el estado de los nutrientes en el suelo se realizó un análisis a la parcela que está ubicada en La Unidad de Investigación Agropecuario de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, en la cual se tomaron muestras de suelo al azar en toda el área del ensayo, a una profundidad de 40 cm, la muestra que previamente se analizó en el laboratorio de suelos del CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) para determinar el pH, textura y N, P, K (ver figura A-2).

3.3.2. Preparación del terreno.

La preparación del terreno, se realizó con maquinaria agrícola. A continuación se resume las actividades agronómicas que se realizaron para la preparación del terreno del área experimental ver cuadro 2.

Cuadro 2. Actividades a realizar con fecha y descripción.

Actividad	Descripción	Fecha
Paso de chapodadora	A 0,05 m de altura.	15-02-2016
Paso de arado	A 40 cm de profundidad.	21-02-2016
Paso de rastra	Se realizó hasta que el suelo quedo bien desmenuzado.	26-02-2016
Riego a capacidad de campo.	Se aplicó riego hasta que el suelo quedo con suficiente humedad.	24-02-2016
Delimitación de parcelas, bloques.	Dimensión de parcelas y bloques 2.80 x 3.20m=8.96 m ² .	08-03-2016
Surqueado	Distanciamiento de 0,80 m entre cada surco orientado de este a oeste.	08-03-2016

3.3.3 Descripción de las unidades experimentales.

En el ensayo se utilizó un área de 424.44 m², con una dimensión de 26.20 x 16.20 m, dividida en 24 parcelas iguales distribuidas aleatoriamente, con dimensiones de 2.80 x 3.20 m=8.96m²; una área útil de 6 posturas con una dimensión de 1.60 x 1.20 m=.1.92m² con un metro de separación entre parcelas (ver figuras A-3 y A-4).

3.3.6 Preparación de semillas.

Se utilizó la semilla certificada H-59, la cual se sembró el 08-03-2016; colocando 3 semillas por postura (posteriormente se eliminó una planta de cada postura) a un distanciamiento de 0.40 m entre postura, ubicando 28 posturas por parcela, en total se ubicaron 672 posturas.

3.3.7 Programación de riego.

La modalidad de riego que se empleó, fue el sistema de riego por gravedad, en cual se utilizó una programación de riego para el período de transición de época seca-lluviosa la cual para el mes de marzo tuvo un intervalo de 6 días entre riego aplicando 3.06 cm, para el mes de abril fue un intervalo de 9 días entre riegos aplicando 5.58 cm y para el mes de mayo con un intervalo de 10 días entre riego aplicando 7 cm. A continuación, se muestra la calendarización de los riegos que se aplicaron al cultivo:

Programación de riego, para el cultivo de maíz Var. H-59. Durante la época de transición de la época seca-lluviosa, Ver cuadro 3.

3.3.8 Fertilización del cultivo.

La fertilización se realizó de la siguiente manera; aplicando 7.5 qq/ha de fórmula 16-20-00 diez días después de la siembra para los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), se aplicó 8.5 qq/ha de sulfato de amonio 40 días después de la siembra al (T0) y 4.5 qq de sulfato de amonio al (T1) 25 días después de la siembra, al (T2) 20 y 30 días después de la siembra y al (T3) 18 y 26 días después de la siembra; se aplicó Urea 1.8 qq/ha al (T1 y T2) 40 días después de la siembra y al (T3) 34 y 42 días después de la siembra. sulfato de amonio acuerdo al análisis de suelo y los requerimientos de la variedad, ver cuadro 4.

Cuadro3. Programa de riego para el cultivo de maíz.

Transición de época seca-lluviosa		
N° de riego	Fecha de riego	Lamina de riego
1	Pre-siembra 07-03-2016	Capacidad de campo
Siembra el 8-03-2016		
2	13-03-2016	3.06 cm
3	19-03-2016	3.06 cm
4	25-03-2016	3.06 cm
5	31-03-2016	3.06 cm
6	09-04-2016	5.58 cm
7	18-04-2016	5.58 cm
8	27-04-2016	5.58 cm
9	06-045-2016	7 cm
10	16-05-2016	7 cm
11	26-05-2016	7 cm

Cuadro 4. Fertilización del Cultivo de maíz Var. H59.

Tratamientos	Fertilización	Fecha
T0	10 Días fórmula 16-20-00 40 Días Sulfato de amonio	18-03-2016 17-04-2016
T1	10 Días fórmula 16-20-00 25 Días Sulfato de amonio 40 Días urea	18-03-2016 02-04-2016 17-04-2016
T2	10 Días fórmula 16-20-00 20 Días Sulfato de amonio 30 Días Sulfato de amonio 40 Días urea	18-03-2016 28-03-2016 07-04-2016 17-04-2016
T3	10 Días fórmula 16-20-00 18 Días sulfato de amonio 26 Días sulfato de amonio 34 Días urea 42 Días urea	18-03-2016 26-03-2016 03-04-2016 11-04-2016 19-04-2016

3.3.9 Raleo.

Se realizó 21 días después de la siembra, eliminando las plantas menos desarrolladas y dejando dos plantas por postura, las que presentaban las mejores características (sanas, más vigorosas y de mejor tamaño).

3.3.10 Limpia.

Estas se realizó cada 10 días de forma manual utilizando cumas hasta los 45 días, dejando de esta manera el cultivo libre de malezas, y evitando la competencia de nutrientes, luz y humedad entre estas y el cultivo.

3.3.11 Aporco.

Esta actividad se realizó a los 25 días después de la siembra, con el objetivo de darles mayor fijeza y mejor desarrollo a las plantas, ya que esta labor permite mejor disposición de los fertilizantes aplicados al suelo.

3.3.12 Control fitosanitario.

A los 38 días después de la siembra se observaron daños por gusano cogollero (**Spodoptera frugiperda**), mediante la observación en campo se determinó realizar el control con dos aplicaciones de monarca 11.5 SC (1-1.50/ha), utilizando 0.10 L en el área experimental.

3.3.13 Cosecha del maíz.

La cosecha de maíz se realizó de forma manual, 100 días después de la siembra, cosechando las mazorcas del área útil y depositándolas en un saco previamente identificado para cada parcela, posteriormente la mazorca se secó al sol durante 6 días y luego se procedió al destuse manualmente, exponiendo las mazorca sin tuza al sol durante 6 días más y posteriormente se desgrano manualmente.

3.3.14 Cosecha de biomasa.

La cosecha de biomasa se realizó, cortando el tallo a ras del suelo, haciendo un manojo por área útil luego se procedió a secarlo bajo el sol durante 4 días en unos tendedores, luego se procedió a picar la biomasa con maquinaria depositándolos en unos sacos previamente identificados para cada parcela, se secó al sol durante 4 días más hasta que perdió totalmente la humedad.

3.4. Metodología Estadística.

3.4.1. Diseño estadístico.

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y seis repeticiones por tratamiento.

3.4.2. Modelo estadístico.

El modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_i + E_{ij}.$$

Y_{ij} = observación individuales.

μ = media global.

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento.

B_i = efecto de i-esimo bloque.

E_{ij} = error experimental.

3.4.3. Factor en estudio.

El factor en estudio fue “evaluar el efecto de fraccionar el fertilizante químico en 2, 3, 4 y 5 veces durante la etapa fenológica del maíz.

3.4.4. Descripción del tratamiento.

En el ensayo se evaluaron cuatro tratamientos los cuales fueron:

T0: Utilizando solo fórmula 16-20-00 y sulfato de amonio.

T1: Utilizando fórmula 16-20-00, sulfato de amonio y urea.

T2: Utilizando fórmula 16-20-00, sulfato de amonio y urea.

T3: Utilizando fórmula 16-20-00, sulfato de amonio y urea.

3.5. Variables.

3.5.1. Altura de la planta (cm).

Para determinar esta variable se realizaron 5 mediciones con intervalos de 15 días, iniciando a partir de los 15 días después de siembra hasta los 75 días después de la siembra, tomando la medida desde la base del tallo hasta la última hoja.

Se midieron 12 plantas del área útil de cada parcela tomando la medida desde el suelo hasta la última hoja de las plantas.

3.5.2. Diámetro de tallo (cm).

Para determinar esta variable se realizaron 5 mediciones con intervalos de 15 días, iniciando a partir de los 15 días después de siembra hasta los 75 días después de la siembra.

Se midieron 12 plantas del área útil de cada parcela tomando la medida con un pie de rey a 1 cm sobre el nivel del suelo.

3.5.3. Rendimiento en grano (Tn/ha).

Las mazorcas de las plantas de cada área útil se desgranaron manualmente y luego se pesó el maíz en una báscula electrónica.

3.5.4. Longitud de la mazorca (cm).

Esta variable se obtuvo midiendo las mazorcas desde la base hasta la punta de la mazorca con una cinta métrica, midiendo las mazorcas del área útil.

3.5.5. Diámetro de mazorca (cm).

Esta variable se midió utilizando un pie de rey, se ubicó a la mitad de la mazorca, midiendo las mazorcas obtenidas del área útil.

3.5.6. Rendimiento en biomasa en materia seca (ton/ha)

Para determinar esta variable, se realizó el corte a ras de suelo de las planta de maíz de cada área útil, se picó utilizando una picadora de zacate y después se procedió a asolearlo durante cuatro días y luego se pesó en una báscula electrónica.

3.5.7 Análisis económico.

El cálculo de esta variable se efectuó mediante la comparación de los costos de producción del cultivo contra los ingresos por venta de productos, para determinar el margen de ganancia por tratamiento.

4. RESULTADO Y DISCUSION.

4.1 Altura de la planta (cm).

Los resultados de la variable altura de planta (cm), se obtuvieron midiendo el crecimiento del tallo cada 15 días después de la germinación. Se realizaron 5 mediciones en todo el experimento (15, 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra), desde el nivel del suelo hasta la última hoja, utilizando para ello una cinta métrica. El resumen de los resultados se presenta en el cuadro 5 y figura 5.

Cuadro 5. Altura de planta promedio (cm), por tratamiento de los 15 a los 75 días después de la siembra.

Tratamientos	Altura del tallo (cm)				
	15 días	30 días	45 días	60 días	75 días
T0	20.15 ns	65.28 ns	174.77 ns	211.44 ns	212.83 ns
T1	19.93 ns	61.32 ns	171.77 ns	210.30 ns	213.01 ns
T2	20.00 ns	63.18 ns	179.94 ns	215.68 ns	217.27 ns
T3	20.27 ns	62.52 ns	176.00 ns	220.32 ns	221.87 ns
PROMEDIO	20.08	63.08	175.62	214.43	216.24

T0: control (2 fertilizaciones); 16-20-00 (7.5 qq/ha) y S/A 8.5 qq/ha, **T1: 3 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T2: 4 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T3: 5 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha.

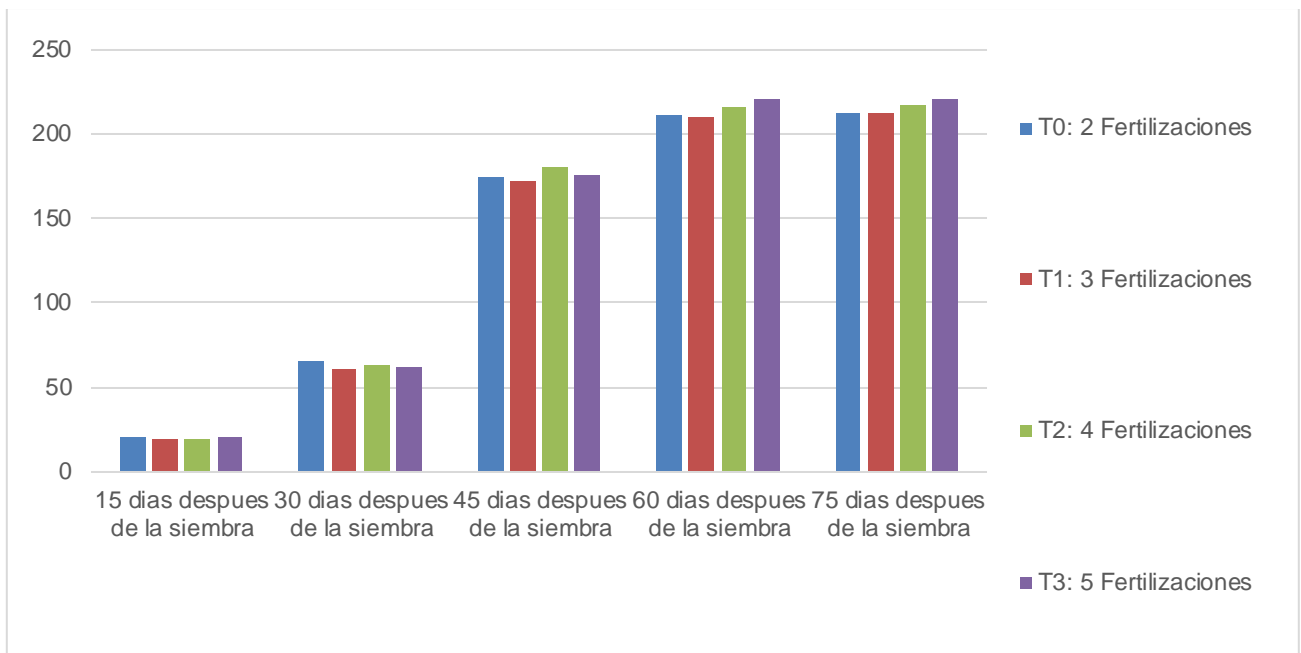


Figura 1. Altura de planta (cm), de los 15 a los 75 días después de la siembra.

a) Altura de la planta (cm) 15 a los días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de Duncan (anexo A-20 Y A-21), a la variable altura de planta en la primera medición, no demostraron diferencias significativas entre tratamiento.

En la primera comparación, T3 (20.27 cm), fue estadísticamente similar en altura a los tratamientos T0 (20.15 cm), T1 (19.93 cm), T2 (20.00 cm). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T1, T2 Y T3 fueron estadísticamente no significativos. Por lo tanto, podría considerarse que a los 15 días después de siembra del cultivo, todos los tratamientos crecieron homogéneamente.

b) Altura de la planta (cm) 30 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza (anexo- A-24), a la variable altura de planta en la segunda medición, este demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo al realizar la prueba Duncan (anexo- A-25), demostró que no existían diferencias significativas entre tratamientos. En la primera comparación T3 (62.52 cm) fue estadísticamente similar en altura a los tratamiento T0 (65.28), T1 (61.32) Y T2 (63.18). En una segunda comparación estadística T0, T1, T2 Y T3

fueron estadísticamente no significativos. Por lo tanto, podría considerarse que a los 30 días después de la siembra los tratamientos tienen un crecimiento homogéneo

c) Altura de la planta (cm) 45 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de variancia (anexo-A-27), a la variable altura de planta en la tercera medición, este demostró que no existían diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo al realizar la prueba Duncan (anexo-A-28), demostraron que no existían diferencias significativas entre tratamientos. En la primera comparación T3 (176.00 cm), fue estadísticamente similar en altura a los tratamientos T0 (174.77cm), T1 (171.77) y T2 (179.94). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T1, T2, Y T3 fueron estadísticamente no significativos. Por lo tanto, podría considerarse que a los 45 días después de la siembra del cultivo los tratamientos tuvieron un crecimiento igual.

d) Altura de la planta (cm) 60 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba Duncan (anexo A-30 y A-31), a la variable altura de planta en la cuarta medición, se demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos. En la primera comparación T3 (220.32), fue estadísticamente similar en altura a los tratamientos T0 (211.44), T1 (210.30) Y T2 (220.32). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T1, T2 T3, fueron estadísticamente no significativos. Por lo tanto, podría considerarse que a los 60 días después de la siembra del cultivo los tratamientos tuvieron un crecimiento homogéneo.

e) Altura de la planta (cm) 75 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza y prueba Duncan (anexo A-33 y A-34), a la variable altura de planta (cm), en la quinta medición, se demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

En la primera comparación T3 (221.87 cm) fue estadísticamente similar en altura a los tratamientos T0 (212.83 cm), T1 (213.01 cm) y T2 (217.27 cm). En una segunda comparación estadística el tratamiento testigo con una altura de (212.83 cm) fue similar en altura a los tratamientos T1 (213.01 cm), T2 (217.27 cm) y 3 (221.87 cm).

Lázaro Hernández y colaboradores en su estudio evaluaron el rendimiento de maíz blanco Var. Hg-5b con un programa de fertilización basada en dos aplicaciones, a la siembra aplicaron 27 de fórmula 16-20-00 y a los 30 días después de la siembra suministraron el sulfato de amonio (35 libras), en el cual no presentaron diferencias significativas entre tratamientos al realizar dos fertilizaciones.

En base a los resultados obtenidos en el estudio y comparando las investigaciones antes mencionadas para la variable altura de planta, el cultivo de maíz no se ve afectado en su crecimiento haciendo fertilizaciones tradicionales o fraccionadas

4.2 Diámetro del tallo (cm).

Los resultados de la variable diámetro de tallo (cm), se obtuvieron midiendo el grosor del tallo, cada 15 días después de la germinación. Realizando 5 mediciones durante todo el experimento (15, 30, 45, 60 y 75 días), a un centímetro de altura sobre la superficie del suelo, utilizando para ello un pie de rey.

Cuadro 6. Diámetro del tallo promedio (cm), por tratamiento de los 15 días a los 75 días después de la germinación de la planta.

Tratamientos	Diámetro del tallo (cm)				
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	75 Días
T0	0.57 ns	1.93 a	2.24 b	2.51 ns	2.59 ns
T1	0.57 ns	1.79 b	2.29 ab	2.57 ns	2.68 ns
T2	0.54 ns	1.94 a	2.26 ab	2.54 ns	2.64 ns
T3	0.55 ns	1.84 ab	2.36 a	2.63 ns	2.70 ns
PROMEDIO	0.55	1.87	2.28	2.56	2.65

T0: control (2 fertilizaciones); 16-20-00 (7.5 qq/ha) y S/A 8.5 qq/ha, **T1: 3 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T2: 4 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T3: 5 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha.

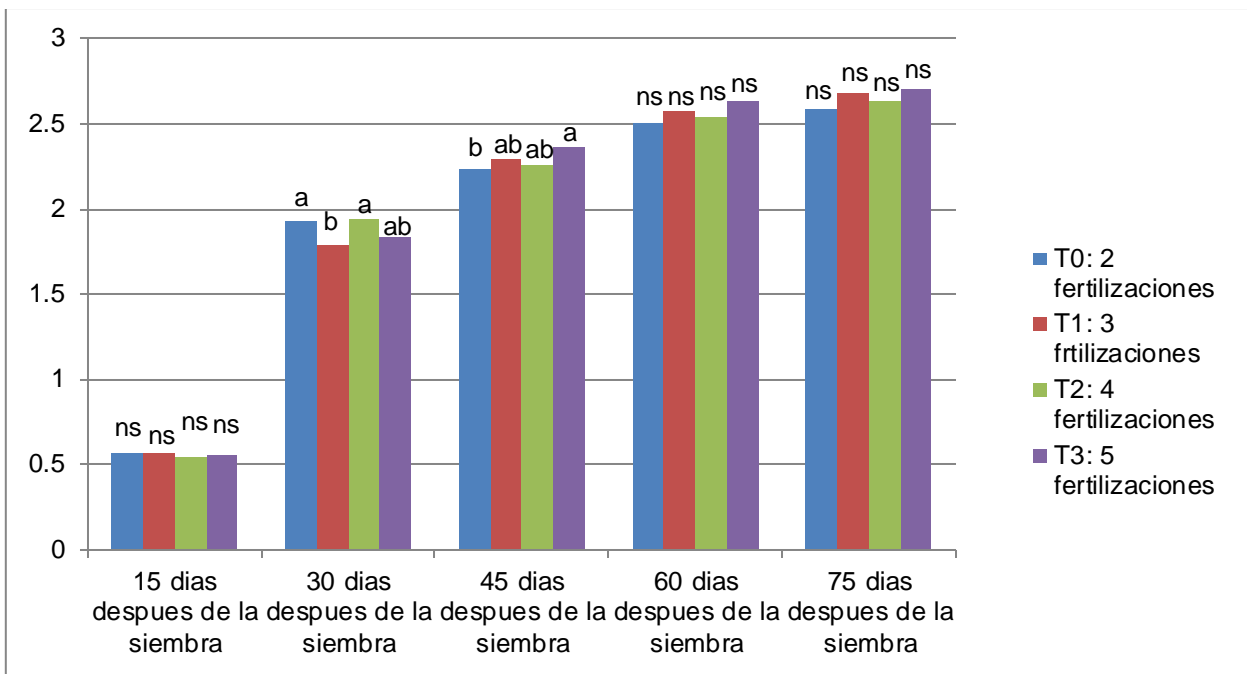


Figura 2. Diámetro de planta (cm), de los 15 a los 75 días después de la siembra.

a) Diámetro de tallo (cm) a los 15 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza (anexo A-36), a la variable diámetro de tallo en la primera medición, este demostró que no existían diferencias significativas entre tratamientos.

Sin embargo, al realizar la prueba Duncan (anexo A-37), demostró que no existían diferencias significativas entre tratamientos. En la primera comparación T3 (2.02 cm), fue estadísticamente similar en diámetro a los tratamientos T0 (1.97 cm), T1 (1,98 cm) y T2 (1.98 cm). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T1, T2 Y T3 fueron estadísticamente no significativos. Por lo tanto, podría considerarse que los 15 días después de la siembra los tratamientos obtienen un diámetro similar.

b) Diámetro de tallo (cm) a los 30 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza (anexo A-39), a la variable diámetro de tallo en la segunda medición, este demostró que existieron diferencias significativas entre tratamiento. El realizar la prueba Duncan (cuadro A-40), demostró que si existían diferencias significativas entre tratamiento.

En la primera comparación, T0 (1.93 cm) y T2 (1.94 cm), fueron estadísticamente similares en diámetro al tratamiento T3 (1.84 cm). Sin embargo, T0

(1.93 cm) y T2 (1.94 cm) fueron estadísticamente superiores a T1 (1.79 cm). En una segunda comparación estadística los tratamientos T1 y T3 fueron estadísticamente no significativo. Por lo tanto, podría considerarse que a los 30 días después de la siembra el cultivo, logra mejor diámetro de tallo el tratamiento T0 (1.93 cm) y T2 (1.94 cm), sobre el resto de los demás tratamientos.

c) Diámetro de tallo (cm) a los 45 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba Duncan (anexo A-42 y A-43), a la variable diámetro de tallo (cm), en la tercera medición, se demostró que existen diferencias significativas entre tratamientos. En la primera comparación T3 (2.36 cm), fue estadísticamente similar en diámetro a los tratamientos T1 (2.29 cm) y T2 (2.26 cm). Sin embargo, T3 (2.36 cm) fue estadísticamente superior a T0 (2.24 cm). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T1 y T2 fueron estadísticamente no significativos. Por lo tanto, podría considerarse que a los 45 días después de la siembra del cultivo, logra mejor diámetro de tallo el tratamiento T3 (2.36 cm), sobre el resto del tratamiento comparados.

d) Diámetro de tallo (cm) a los 60 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza (anexo A-45), a la variable diámetro de tallo en la cuarta medición, este demostró que no existieron diferencia significativa entre tratamientos. Sin embargo, al realizar la prueba Duncan (anexo A-46), demostró que no existieron diferencia significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, podría considerarse que a los 45 días después de la siembra los tratamientos T0 (2.51 cm), T1 (2.57 cm), T2 (2.54 cm) y T3 (2.63 cm) tuvieron similar diámetro de tallo.

e) Diámetro de tallo (cm) a los 75 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza y prueba Duncan (anexo A-48 y A-49), a la variable diámetro de tallo (cm), en la quinta medición, este demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos. Por lo tanto, podría considerarse que a los 75 días después de la siembra los tratamientos T0 (2.59 cm), T1 (2.64 cm), T2 (2.68 cm) y T3 (2.70 cm), tuvieron un crecimiento uniforme de tallo.

Castellanos Rojas, J.D. y F.J. Gutiérrez Rodríguez en su Resultado y discusión para la variable agronómica diámetro promedio de tallo de caña de azúcar, en los suelos franco limosos, no se presentaron diferencias ($P < 0.05$) en la variable diámetro

de tallo.

En el suelo con textura Franco arcillo-limosa, no se presentaron diferencias significativas.

Las plantas en el suelo arcilloso, presentaron diferencias ($P < 0.05$) en diámetro promedio, durante las semanas 13, 17 y 23. En la semana 25 las fórmulas no presentaron diferencias (20).

4.3 Longitud de la mazorca (cm).

Los resultados de la variable longitud de la mazorca (cm), se obtuvieron midiendo utilizando una cinta métrica, para la obtención de los datos se realizó una medición en todo el experimento, después de la cosecha. El resumen de los resultados se presenta en el cuadro 7 y figura 7.

Cuadro 7. Longitud de mazorca promedio (cm), por tratamiento al final del experimento.

Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)
	Media
T0	13.34 ns
T1	13.54 ns
T2	13.77 ns
T3	14.06 ns
PROMEDIO	13.67

T0: control (2 fertilizaciones); 16-20-00 (7.5 qq/ha) y S/A 8.5 qq/ha, **T1: 3 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T2: 4 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T3: 5 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha.

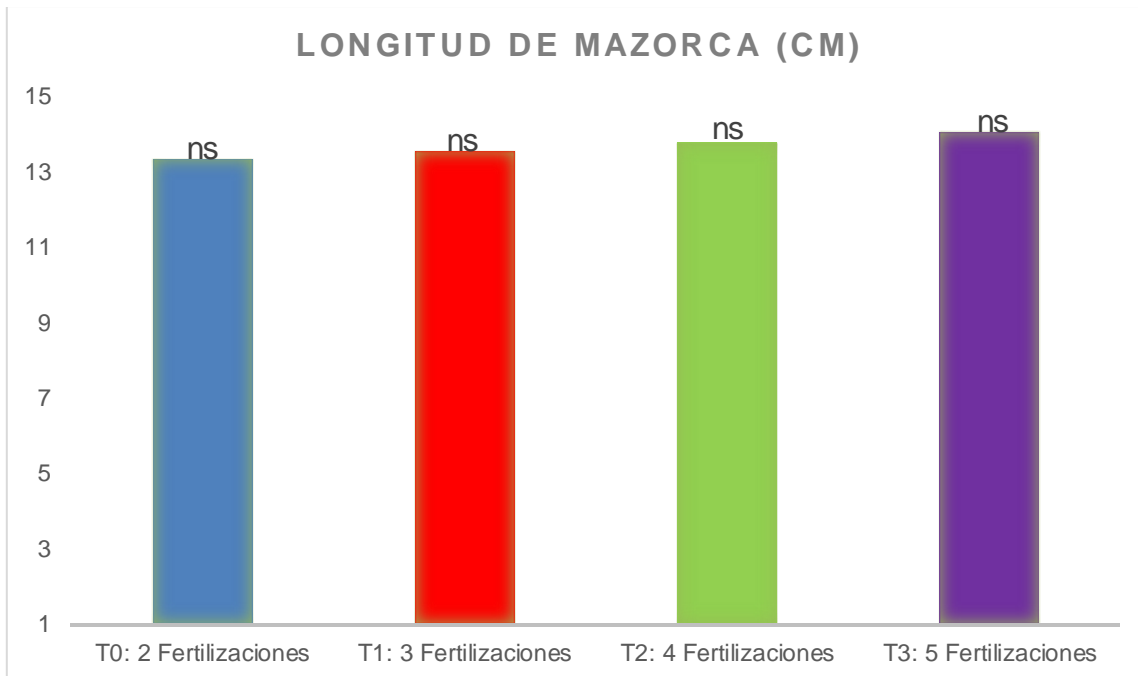


Figura 3. Longitud de mazorca (cm)

Al realizar el análisis de varianza y la prueba Duncan (anexo A-51 y A-52), a la variable longitud de mazorca se demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos. El análisis no demuestra diferencias significativas para la variable longitud de mazorca entre tratamiento, debido a que el efecto de fraccionar el fertilizante no incrementó el desarrollo de las mazorcas. Puede asegurarse que los datos obtenidos fueron similares debido a que el manejo del cultivo fue igual para cada tratamiento.

Al comparar esta variable con el estudio realizado por Hernández, Martínez y Montano para la variable longitud de mazorca no encontraron diferencias significativas al realizar solamente dos fertilizaciones en todo el ciclo del cultivo de maíz.

4.4 Diámetro de la mazorca (cm).

Los resultados de esta variable de diámetro de mazorca, se obtuvieron midiendo el diámetro de las mazorcas en cm, utilizando la herramienta pie de rey, para la obtención de datos se realizó una medición en cada uno de los tratamientos del experimento, después de la cosecha. El resumen de los resultados se presenta en el siguiente cuadro 8 y figura 8.

Cuadro 8. Promedio por tratamientos de diámetro de la mazorca (cm).

Tratamientos	Diámetro de la mazorca (cm)
	Media
T0	4.23 ns
T1	4.25 ns
T2	4.29 ns
T3	4.33 ns
PROMEDIO	4.28

T0: control (2 fertilizaciones); 16-20-00 (7.5 qq/ha) y S/A 8.5 qq/ha, **T1: 3 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T2: 4 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T3: 5 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha.

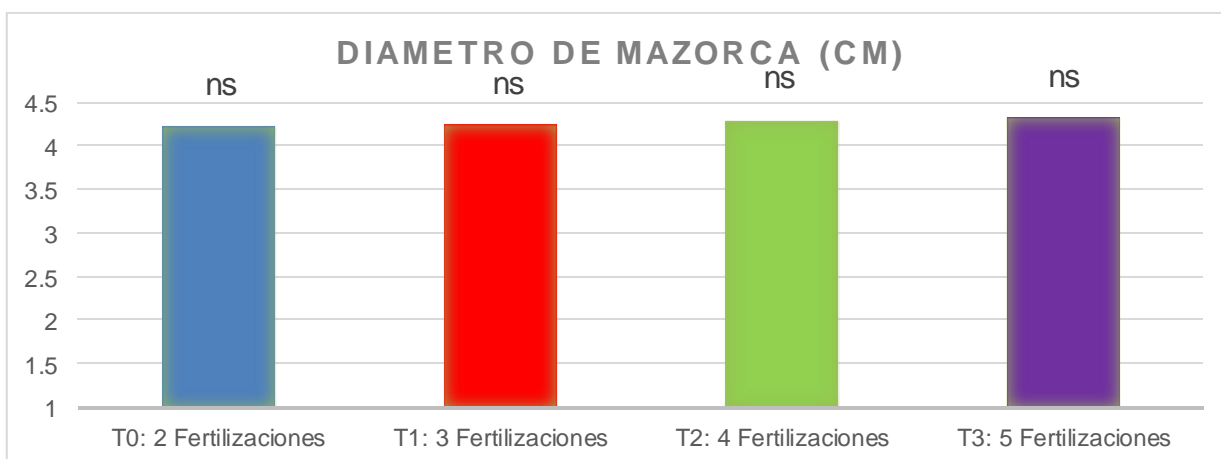


Figura 4. Promedio de diámetro de las mazorcas (cm).

Al realizar el análisis de varianza y la prueba Duncan (anexo A-54 y A-55), a la variable diámetro de mazorca, se demostró que no existieron diferencias entre tratamientos ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$).

Se asume que el diámetro de mazorca se mantuvo similar por el manejo agronómico que se proporcionó al cultivo. Mientras que el efecto de fraccionar el fertilizante no se evidencio en el diámetro de mazorca.

Al comparar esta variable de diámetro de mazorca con los datos obtenidos del estudio realizado por Hernández y colaboradores no se encuentran diferencia significativa para el diámetro de mazorca al fertilizar dos o más veces el cultivo de maíz.

4.5 Rendimiento en grano (Ton/ha).

Los resultados de la variable en rendimiento en grano (Ton/ha), se obtuvieron pesando los granos del maíz completamente seco, utilizando una báscula electrónica, se realizó una medición en todo el experimento, después de la cosecha. El resumen de los resultados se presenta en el cuadro 9 y figura 9.

Cuadro 9. Promedio por tratamientos de rendimiento en grano (Ton/ha)

Tratamientos	Rendimiento en grano (Ton/ha)
	Media
T0	6.48 ns
T1	6.17 ns
T2	6.42 ns
T3	6.63 ns
PROMEDIO	6.42

T0: control (2 fertilizaciones); 16-20-00 (7.5 qq/ha) y S/A 8.5 qq/ha, **T1: 3 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T2: 4 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T3: 5 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha.

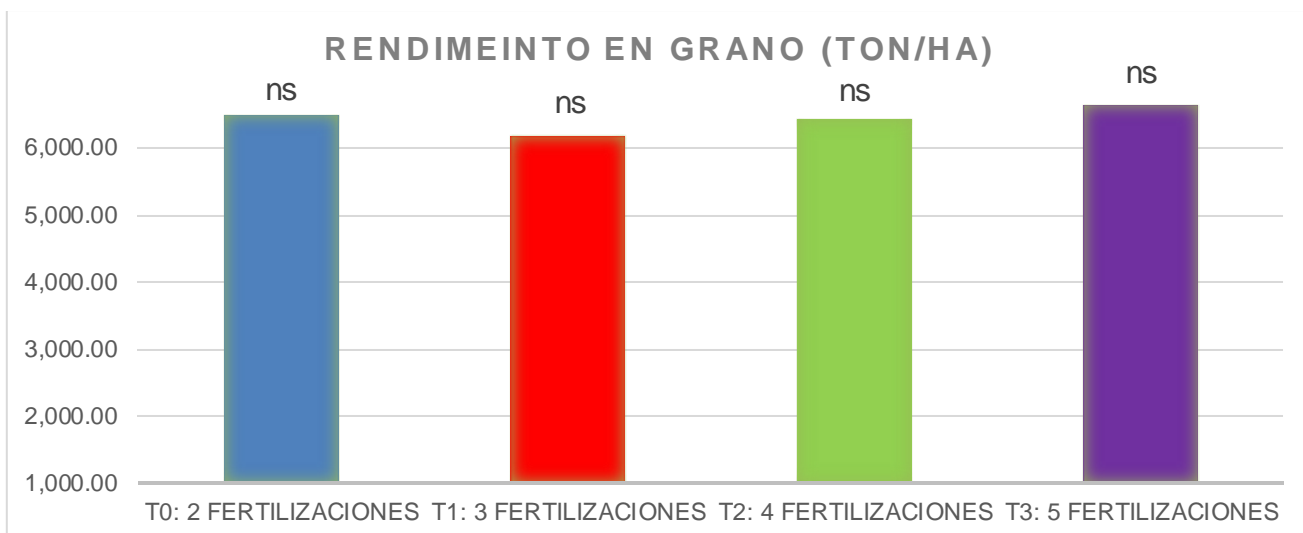


Figura 5. Promedio de rendimiento en grano (Ton/ha).

Al realizar el análisis de varianza y la prueba DUNCAN (anexo A-57 y A-58), a la variable rendimiento en grano (kg/ha), demostraron que no existieron diferencias significativas entre tratamientos. Observándose que los tratamientos fueron estadísticamente similares.

Serna López y colaboradores en su estudio para la variable rendimiento de grano presentaron diferencias significativas para los niveles de fósforo. La dosis de 90 kg por hectárea de P_2O_5 . En comparación con la dosis de 45 kg por hectárea esto indica que presentaron incrementos en rendimiento de maíz híbrido Pioneer 30F87 con la aplicación de N, P, K en forma fraccionada. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la dosis más alta de fósforo con un 11.5% (32).

4.6 Rendimiento de biomasa en materia seca (Ton/ha).

Los resultados de la variable rendimiento de materia seca ton/ha, se obtuvieron pesando el zacate de maíz completamente seco y picado, utilizando una báscula electrónica, se realizó una medición por cada y tratamiento en estudio, después de la cosecha. El resumen de los resultados se presenta en el cuadro 10 y figura 10.

Al realizar el análisis de varianza y prueba Duncan (anexo A-60 y A-61), a la variable rendimiento de biomasa de materia seca, se demostró que no existían diferencias significativas entre tratamiento.

En el rendimiento de biomasa en materia seca, los resultados fueron similares para cada tratamiento, sin evidenciar diferencias esto puede atribuirse a que el

cultivo no presentó diferencias significativas en altura de planta, pero si en diámetro de tallo entre los tratamientos. Por lo tanto, no se evidencia el efecto del fraccionamiento de fertilizante en el rendimiento de materia seca.

Cuadro 10. Promedio de rendimiento de biomasa en materia seca (Ton/ha).

Tratamientos	Rendimiento de biomasa en materia seca (Ton/ha)
	Media
T0	5.35
T1	5.94
T2	5.13
T3	5.64
PROMEDIO	5.52

T0: control (2 fertilizaciones); 16-20-00 (7.5 qq/ha) y S/A 8.5 qq/ha, **T1: 3 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T2: 4 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha, **T3: 5 fertilizaciones;** 16-20-00 7.5 qq/ha, S/A 4.5 qq/ha y Urea 1.8 qq/ha.

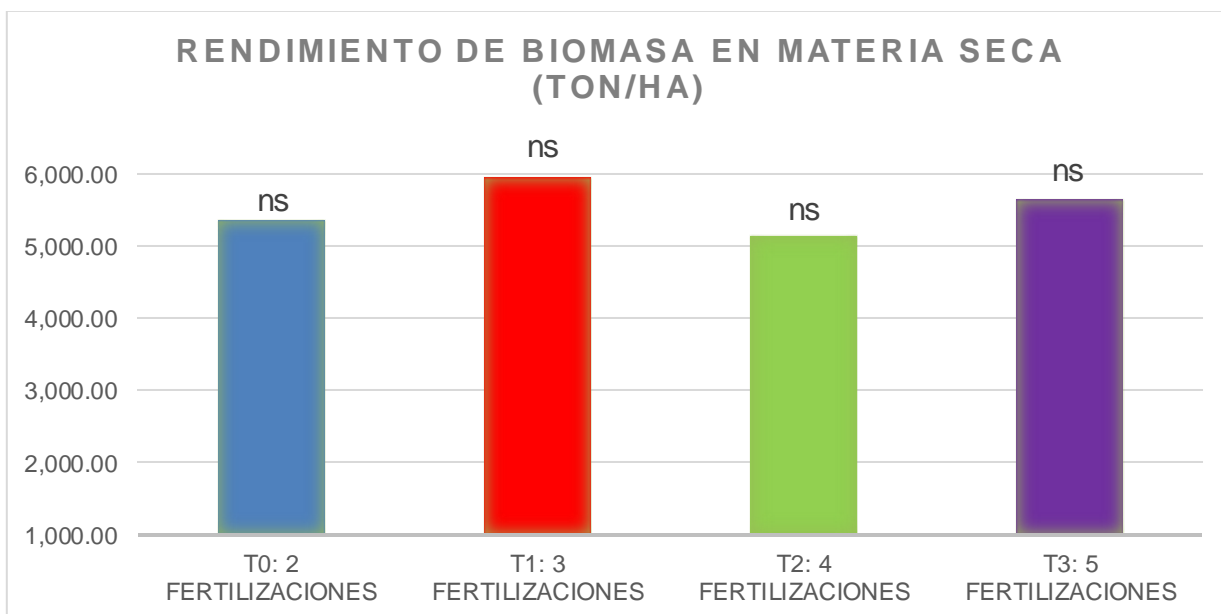


Figura 6. Rendimiento de biomasa en materia seca (Ton/ha)

4.7 Análisis económico.

El resultado obtenido en la presente investigación demuestra que el tratamiento 0 (Testigo) con dos fertilizaciones, obtuvo un egreso total de \$1,484.23, los cuales van desde la preparación del terreno hasta la cosecha del maíz, ver anexo 63.

Los rendimientos en grano (6.48 Ton/ha), obtuvo un ingreso de \$2,567.88 y el rendimiento de biomasa en materia seca (5.36 Ton/ha), con un ingreso de \$706.98. Los ingresos totales fueron de \$3,274.86 con una utilidad de \$1,790.73 obteniendo una relación beneficio-costo de \$2.20.

El tratamiento 1 (tres fertilizaciones), obtuvo un egreso total de \$1,490.81, los cuales van desde preparación del terreno hasta la cosecha del maíz, ver anexo 64.

Los rendimientos en grano (6.17 Ton/ha), obtuvo un ingreso de \$2,444.04 y el rendimiento de biomasa en materia seca (5.94 Ton/ha), con un ingreso de \$784.92. Los ingresos totales fueron de \$3,228.96 con una utilidad de \$1,738.27, obteniendo una relación beneficio-costo \$2.16.

Los egresos totales del tratamiento 2 (4 fertilizaciones), obtuvo un egreso total de \$1,490.75, los cuales van desde la preparación del terreno hasta la cosecha del maíz ver anexo 65.

Los rendimientos en grano (6.42 Ton/ha), obtuvo un ingreso de \$ 2,545.02 y el rendimiento de biomasa en materia seca (5.14 Ton/ha), con un ingreso de 678.36. Los ingresos totales fueron \$3,233.38 con una utilidad de \$ 1,732.63, obteniendo una relación beneficio-costo de \$2.16.

El egreso total del tratamiento 3 (5 fertilizaciones) fue de \$1,518.58, los cuales van desde la preparación del terreno hasta la cosecha del maíz ver anexo 66.

Los rendimientos en grano (6.63 Ton/ha), obtuvo un ingreso de \$2,626.2 y el rendimiento de biomasa en materia seca (5.64 Ton/ha) con un ingreso de 744.78. Los ingresos totales fueron de \$3,370.98 con una utilidad de \$1,852.40, obteniendo una relación beneficio-costo de \$ 2.22.

Los resultados económicos obtenidos en la presente investigación demuestran que el T0 (\$1,484.23 kg/ha), resultó ser el de menor inversión en comparación a los tratamientos; T1 (\$1,490.81 kg/ha), T2 (\$1,490.75 kg/ha) T3 (\$1,518.58 kg/ha); los cuales incrementaron el egreso principalmente por la utilización de más mano de obra por mayor número de fertilización, en cambio en el T0 fue el tratamiento control que solo se fertilizó 2 veces.

En los ingresos económicos, el T3 (\$ 3,370.98/ha) fue mayor respecto a los tratamientos T0 (\$3,274.86 kg/ha), T1 (\$ 3,228.96/ha), que presentaron un ingreso intermedio y el T2 (\$ 3,223.38 /ha) obtuvo el beneficio económico más bajo.

Al realizar el análisis económico mediante la relación beneficio/costo, se determinó que el T2 presentó \$ 2.16 que equivale a decir que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 1.16 siendo este el de menor rentabilidad y T1 presentó \$ 2.16 que equivale a decir que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 1.16, T0 presentó \$ 2.20 lo cual indica, que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 1.20, T3 que presentó \$ 2.22 que significa, que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 1.22, siendo este el de mayor rentabilidad en el presente estudio. El resumen de los resultados se presenta en el cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis económico comparativo para cada tratamiento.

Concepto	T0(kg/ha)(Control)	T1(kg/ha)	T2(kg/ha)	T3(kg/ha)
Total Ingreso	\$3,274.86	\$3,228.96	\$3,223.38	\$3,370.98
Total Egresos	\$1,484.23	\$1,490.81	\$1,490.75	\$1,518.58
Ingresos de grano	\$2,567.88	\$2,444.04	\$2,545.02	\$ 2,626.2
Ingreso biomasa	\$ 706.98	\$ 784.92	\$ 678.36	\$ 744.78
Rendimientos en grano	\$6,484.38 kg/ha	\$6,171.88 kg/ha	\$6,423.61 kg/ha	\$6,631.94 kg/ha
Rendimiento en biomasa	\$5,355.90 kg/ha	\$5,946.18 kg/ha	\$5,138.89 kg/ha	\$5,642.36 kg/ha
Utilidad	\$ 1790.63	\$ 1738.27	\$ 1732.63	\$ 1852.40
B/C	\$2.20	\$2.16	\$2.16	\$2.22

Nota: Cálculo en base a precio de venta del grano de maíz para el mes de junio de 2016 fue de \$39.60/100 kg y para el de biomasa fue \$6.60/100 kg.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio y su análisis de varianza se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. En la altura de la planta (cm), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 212.83 cm, T1: 213.01 cm, T2: 217.27 cm, T3: 221.87 cm.

2. En la variable diámetro del tallo (cm), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 2.59 cm, T1: 2.64 cm, T2: 2.68cm, T3: 2.70cm.

3. En la longitud de mazorca (cm), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 13.34 cm, T1: 13.54, T2: 13.77 cm, T3: 14.06 cm.

4. En el diámetro de mazorca (cm) el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 4.23 cm, T1: 4.25 cm, T2: 4.29 cm, T3: 4.33 cm.

5. En la variable rendimiento en grano (Ton/ha), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 6.48 Ton/ha, T1: 6.17 Ton/ha, T2: 6.42 Ton/ha, T3: 6.63 Ton/ha.

6. La biomasa en materia seca (Ton/ha), el efecto de la fertilización fraccionada no fue significativo de acuerdo a los datos obtenidos T0: 5.35 Ton/ha, T1: 5.95 Ton/ha, T2: 5.14 Ton/ha, T3: 5.64 Ton/ha.

7. En el análisis económico el T3 resultó ser el más rentable con una relación beneficio-costos de \$2.22, debido a que se obtuvo mayor rendimiento en grano y biomasa y el T1 y T2 fue el menos rentable con una relación beneficio-costos de \$2.16

6. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio y su análisis de varianza se recomienda:

1. Realizar un análisis completo del suelo, antes de establecer el cultivo, con el objetivo de determinar carencia de macronutrientes y micronutrientes que pueden afectar el desarrollo fisiológico normal y la producción del cultivo.

2. Comparar los resultados obtenidos del cultivo de maíz, mediante la aplicación de fertilización fraccionada en la época seca con los que se obtendrían al realizar la investigación en época lluviosa.

3. Se sugieren estudios aplicando fórmulas completas para la producción del cultivo de maíz.

4. Se sugiere a la Universidad de El Salvador que facilite equipo e insumos al Departamento de Ciencias Agronómicas para el mejor desarrollo de la fase experimental de futuras investigaciones.

5. Realizar nuevas investigaciones en variedades criollas de maíz en comparación con variedades híbridas.

6. Desarrollar nuevos estudios utilizando diferentes porcentajes de fertilizantes para evaluar el rendimiento en el cultivo de maíz.

7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. AGROMATICA. 2012. Plagas y enfermedades del maíz (en línea). Consultado 19 de enero de 2016. Disponible en <http://www.agromatica.es/enfermedades>.
2. Álvarez Solís, JD; Tasistro, A; Vesga Cala, AD. 1990. Evaluación de métodos de preparación de suelo usando aperos de labranza de tiro animal en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en dos clases textuales de suelo, San Luis Talpa. Tesis Ing. Agro. San Salvador, El salvador, Universidad de El Salvador. 86 pag.
3. Anchundia Olivo, CA. 2015. Efecto de diferentes dosis de fertilizante Yara en el comportamiento agronómico del híbrido de maíz (*Zea mays* L) Pionner 30F35 en el Cantón Balzar, provincias de Guayas, Ecuador. Tesis Ing. Agrónomo. Ecuador. Consultado el 15 sept. 2017. Disponible en <http://studylib.es/doc/3586103/tesus-anchundia-maiz.-.-final.docx.pdf>.
4. Benitez, TT. 2008. Caracterización morfológica y térmica del almidón de maíz (*Zea mays* L) obtenido por diferentes métodos de aislamiento. Tesis Lic. Hidalgo. MX: UAEH. 78 p. Consultado 8 ene. 2016. Disponible en <http://dgsa.uaeh.edu.mx>.
5. Bonilla Morales, N. 2009. Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de maíz (*Zea mays*). INITTA (Instituto Nacional de innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria). San José, CR. Consultado 9 ene. 2016. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00178.pdf>.
6. Castro, C. 2005. Maíz genéticamente modificado. Bogotá. CO. 61 p. Consultado 8 ene. 2016. Disponible en: [http:// www.argenbio.org](http://www.argenbio.org).
7. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de maíz. Turrialba, CR. 95

p. Consultado 15 ene. 2016. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7040E/A7040E>

8. CEDAF (Centro para el desarrollo agropecuario y forestal). 1998. El cultivo de maíz. Santo Domingo, RO. Ed. CEDAF. 51 p. Consultada 9 ene, 2016. Disponible en <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/detalle.asp?Codigo=CU33> .
9. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestas), MAG (Ministerio de Agricultura y ganadería), RED SICTA (Proyecto de Red de Innovación Agrícola) y Agencia Suiza para el Desarrollo. 2014. Guía técnica, El cultivo de maíz. El Salvador. 40 pag.
10. CESAVEG (Comité Estatal de Sanidad vegetal de Guanajuato). Campaña de manejo fitosanitario de maíz. Guanajuato, MX. 20 p. Consultado ene. 2016. Disponible en: http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_08/folleto_maiz_08.pdf
11. Cisneros Contreras, JD; Benavides, A; Moran Centeno, JC. 2011. Evaluación de niveles de fertilización en Maíz (*Zea mays* L) y Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L), en las comunidades del municipio de Las Sabanas. 17 pag. Disponible en http://departir.net/index.php/biblioteca/doc_view/83-protocolo-proyecto-maiz-frijo-19-de-enero
12. CORFO (área de desarrollo, Rio Colorado). 2010. Fertilización en maíz. Argentina. Consultado el 15 de enero de 2016. Disponible en: <http://www.corforiocolorado.gov.ar/archivos/fertilizacionmaiz.pd>
13. Ehow, TM. 2013. Que es el fertilizante urea (en línea). Minnesota, Estados Unidos. Consultado el 19 de enero de 2016. Disponible en http://www.ehowenespanol.com/fertilizante-urea-sobre_165824/
14. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2011. Enfermedades del maíz (en línea). Consultado 19 de enero de 2016. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s10.htm>

15. FONAIAP. 1988. Enfermedades en el cultivo de maíz (en línea). Consultado el 19 de enero de 2016. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd28/texto/enfermedades.htm
16. Gaspar, L. Tejerina, W. Fertilización del cultivo de maíz. Rosario, Argentina. Agro estrategias. Consultado el 12 de enero de 2016. Disponible en : <http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>
17. Gavande, SA. 1972. Evaluación de métodos de preparación de suelo usando aperos de labranza de tiro animal en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en dos clases textuales de suelo, San Luis Talpa. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El salvador, Universidad de El Salvador. 86 pag
18. GRUPO FERTICA. 2012. Formula química 16-20-00 (en línea). San Salvador, El Salvador. Consultado el 19 de enero de 2016. Disponible en <http://fertica.com/formulas-quimicas-grado-16-20-0-y-16-16-0/>
19. Guananga Quishpe, AM. 2004. Efecto de dos arreglos agroforestales en la colonización micorrízica y contenido de fósforo del suelo en Cutuglahua, pichincha (en línea). Tesis Ing. Santo domingo de los colorados, EC: UTE. 146 p. Consultada 17 ene. 2016. Disponible http://books.google.es/books?id=_4QzAQAAMAAJ&pg=PR9&dq
20. Gudiel, VM. 1985-1987. Manual agrícola: cultivo de maíz. Edición 6. Guatemala, producto superb. Página 257.
21. Gutierrez Rodriguez JD; Castellanos Rojas, FJ. Evaluacion de Cuatro Programas de Fertilizacion en el Crecimiento Vegetativo de Caña de Azucar (**Saccharum officinarum**), en la Azucarera Choluteca, Choluteca Honduras. Tesis ING. Agrónomo. Choluteca, Honduras. 29 pag.

22. Ibañez Cienfuegos, M. 1968. Evaluación de métodos de preparación de suelo usando aperos de labranza de tiro animal en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en dos clases textuales de suelo, San Luis Talpa. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El salvador, Universidad de El Salvador. 86 pag.
23. INFOAGRO. Sf. El cultivo del maíz 1ª parte, (en línea). S.L. Consultada 15 ene. 2016. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>
24. IPNI (INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE), 2010. Fuente de nutrientes específico, sulfato de amonio (en línea). Estados Unidos. Consultado el 20 de enero de 2016. Disponible en [https://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BB_A0059C154/\\$FILE/NSS-ES-12.pdf](https://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BB_A0059C154/$FILE/NSS-ES-12.pdf)
25. Jacob, A.; Nex Kull. (1973). Fertilización, nutrición y abonos de los cultivos tropicales y sub-tropicales. Trad. Por Lopez de Alba. D.F.; Mexico. 4ta edición Euro America. Pag. 40, 47, 48 y 49.47
26. Lafitte HR. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). México D.F., MX. 122 p. Consultado 18 ene. 2016. Disponible en: <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/727/43157.pdf>
27. Lagos, J.A. 1973. Evaluación de métodos de preparación de suelo usando aperos de labranza de tiro animal en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en dos clases textuales de suelo, San Luis Talpa. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El salvador, Universidad de El Salvador. 86 pag.
28. Lazaro Hernandez J; Martinez Ramirez, TE; Nieto Montano, OE. 2015. Evaluación del Rendimiento de Maíz blanco Var. HG-5B, Utilizando Diferentes Niveles de Hongo Micorrizogeno (*Glomus sp*) a la Siembra. Tesis ING. Agronomo. San Miguel, El salvador. 123 pag.

29. Pastran, RM; (11 de enero de 2017). Productores presentan cifras de cosechas 2016/2017. La prensa gráfica. Disponible en: <http://www.laprensagrafica.com/2017/01/11/productores-presentan-cifras-de-cosecha-20162017>
30. Reggie, JL. 1960. Fertilidad del maíz. In. Reunión anual del programa cooperativos para el mejoramiento de los cultivos alimenticios. Managua, Nicaragua (memoria), Vol. (2). Pag 45-46.30
31. Roman Alvarez, JE. Estudio de Cinco Niveles de Nitrogeno Usando dos Fuentes de Fertilizantes Nitrogenados en Maiz (*Zea mays*). Tesis ING. Agrónomo. Guayaquil, Ecuador. 102 pag.
32. Salazar, JR. 1970. Estudio de fertilización en maíz. La Libertad, El Salvador. Ministerio de Agricultura y ganadería. Boletín técnico No. 50. Pag 16.34
33. Sarasola, AA; Rocca de Sarasola, MA. (1975). Fitopatología. Fitogenetica. Tomo 4. Buenos Aires, Argentina. 1era Edicion. Pag 71 y 75.56
34. Serna Lopez, C; Trujillo Cardenas, A; Ramiro, Urre Gomez, R. 2011. Respuesta del maíz (*zea mays* l.) a la aplicación edáfica de n-p-k en un andisol de la región centro-occidente de caldas. municipio de palestina, colombia. 9 pag. consultado el 24 de enero de 2016. Disponible en [http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia19\(1\)_7.pdf](http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia19(1)_7.pdf)
35. Smart-Fertilizer. Momento y frecuencia de la aplicación de fertilizante, (en linea). consultado el 22 de enero de 2016. DISPONIBLE EN <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/timing-fertilizer-application>.
36. Valle, BR; Fuentes, S. D.; G. F. 2005. Fertilización de variedades criollas de maíz Chimaltenango. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnologia Agricola. Boletín Tecnico No. 11. Pag 4.

8. ANEXOS

Cuadro A-1. Características agronómicas de híbridos de maíz generados por CENTA

CARACTERISTICAS	HIBRIDOS		
	H-59	Oro Blanco	Platino
Tipo de cultivar	Hibrido Triple	Hibrido Doble (ACP)	Hibrido Doble (ACP)
Ciclo vegetativo	110-115 días	115-120 días	115-120 días
Días a floración	55	57	57
Altura de planta (cm)	247	259	219
Altura de mazorca (cm)	135	112	130
Reacción a sequia	No evaluada	No evaluada	No evaluada
Reacción al acame	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Aspecto de tallo	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso
No. Hileras/mazorca	14	14	14
Color/tipo de grano	Blanco semi dentado	Blanco Cristalino	Blanco Cristalino
Potencial de rendimiento (qq/mz)	95-100	95-100	95-102

Cuadro A-2. Características agronómicas de variedades de polinización libre de maíz, Generados por el CENTA.

CARACTERISTICAS	VARIEDADES		
	CENTA pasaquina	CENTA protemas	CENTA Dorado
Tipo de cultivar	Variedad de polinización libre	Variedad de polinización libre (ACP)	Variedad de polinización libre (ACP)
Ciclo vegetativo	90-95 días	95 días	95 días
Días a floración	45	50	53-56
Altura de planta (cm)	187	240	255
Reacción a sequia	Tolerante	No evaluada	No evaluada
Reacción al acame	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Aspecto de tallo	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso
Color/tipo de grano	Blanco dentado	Blanco semi cristalino	Amarillo Cristalino
Potencial de rendimiento (qq/mz)	65	75	60-80

Cuadro 3. Cantidades de fertilizantes (Kg/ha) a nivel comercial

Fertilizantes	T1	T2	T3	T4	T5
	Kg/ha				
YaraMila 16-16-16	100	150	200	250	300
YaraMila Hydram	100	150	200	250	300
YaraMila Activa	50	100	150	200	250
Yaramila Nitrobor	50	50	50	50	50

Cuadro 4 . La altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra (cm)

Tratamientos	Altura de planta a los 30 días (cm)	Altura de planta a los 60 días (cm)	Altura de planta a los 90 días (cm)
T1	85 b	189 ns	224 ns
T2	90 a	190	242
T3	91 a	190	257
T4	92 a	190	238
T5	91 a	190	235

Cuadro 5. Longitud de mazorca (cm)

Tratamiento	Longitud de mazorca (cm)
T1	10.3 d
T2	13.3 c
T3	13.0 c
T4	14.3 b
T5	15.0 a

Cuadro 6. Diámetro de mazorca (cm)

Tratamientos	Diámetro de mazorca (cm)
T1	15.6 b
T2	17.0 a
T3	16.0 ab
T4	16.3 ab

Cuadro A-7. Dosis de N, P y K aplicados al híbrido Pioneer 30F87.

Tratamiento.	N (Kg/ha)	P2O5	K2O
1	160	90	140
2	160	90	70
3	160	45	140
4	160	45	70
5	80	90	140
6	80	90	70
7	80	45	140
8	80	45	70
9	35.20	90	140
10	35.20	90	70
11	17.60	45	140
12	17.60	45	70

Cuadro A-8. Promedio de altura para híbrido Pioneer 30F87.

Niveles de	Altura de plantas (m)
N	
17.6	2.37 a
35.2	2.34 a
80	2.35 a
160	2.35 a
P	
45	2.33 a
90	2.38 ab
K	
70	2.35 a
140	2.36 a

Cuadro A-9. Media para rendimiento de grano del híbrido de maíz Pioneer 30F87.

Elementos	Niveles	Rendimiento(kg)
N	17,6	6173,0a
	35,2	6055,6 ^a
	80	6449,0a
	160	6643,7 ^a
P	45	5984,4 ^a
	90	6676,2ab
K	70	6414,9 ^a
	140	6245,7 ^a

Cuadro A- 10. Altura de tallo (caña de azúcar), suelos francos limosos.

Tratamientos	Crecimiento en altura (cm). (SDS)					
	13	15	17	19	23	25
106-35-0-1-S30 ZnI (una aplicación)	50.7 a	74.9 a	101.6 a	119.7 a	155.5 a	170 a
106-35-0-1-S30 ZnI (dos aplicaciones)	48.9 ab	71.2 ab	92 b	116.8 ab	148.7 ab	162.9 a
171-45-152-0-45-S97- Zn21- B4 (una aplicación)	46.3 b	71.0 ab	91.3 b	112.2 b	146.4 b	162.6 a
171-45-152-0-45-S97- Zn21- B4 (dos aplicaciones)	15.9 b	67.7 b	94.6 b	116.8 ab	153.9 a	168.9 a

* SDS (semanas después de la siembra)

Cuadro A-11. Altura de tallo (caña de azúcar), suelo franco arcillosos limosos.

Tratamientos	Crecimiento en altura (cm) (SDS)						
	13	15	17	19	21	23	25
106-35-0-1-S30 ZnI (una aplicación)	42.5 a	67.9. a	82.8 a	84.5 a	101.5 a	131.9 a	148.2 a
106-35-0-1-S30 ZnI (dos aplicaciones)	40 a	66.2 a	84.3 a	79.2 b	94.3 b	126.1 ab	139.4 b
171-45-152-0-45-S97- Zn21- B4 (una aplicación)	41.1 a	66.2 a	85.3 a	84. 2 a	100.2 ab	128.1 ab	144.8 ab
171-45-152-0-45-S97- Zn21- B4 (dos aplicaciones)	41.1 a	65.9 a	79.8 a	81.7 ab	96.5 ab	123.1 ab	146.1 ab

* SDS (semanas después de la siembra)

Cuadro A-12. Altura de tallo (caña de azúcar), suelos arcillosos.

Tratamientos	Crecimiento en altura (cm) (SDS)						
	13	15	17	19	21	23	25
106-35-0-1-S30 ZnI (una aplicación)	43.2 ab	62.8 ab	81.9 a	90 ab	107 b	132 b	147.6 b
106-35-0-1-S30 ZnI (dos aplicaciones)	44.6 a	63.7 a	82.5 a	92.3 ab	109 b	129.4 b	145.6 b
171-45-152-0-45-S97- Zn21- B4 (una aplicación)	39.8 b	59.2b	80.7 a	89.4 b	111.3 ab	132.5 b	152 b
171-45-152-0-45-S97- Zn21- B4 (dos aplicaciones)	41.7 ab	60.6 ab	83.8 a	94.8 a	115.6 a	140.2 a	163.9 a

* SDS (semanas después de la siembra)

Cuadro A-13. Diámetro de tallo (caña de azúcar), suelo con textura franco limosa.

Tratamientos	Diámetro (mm) (SDS)						
	13	15	17	19	23	25	
106-35-0-1-S30 ZnI (una aplicación)	25.5 a	27.6 a	27.8 a	27.2 a	26.2 a	26.2 a	
106-35-0-1-S30 ZnI (dos aplicaciones)	24.9 a	27.8 a	27.6 a	27 a	26.4 a	26.3 a	
171-45-152-0-45-S97- Zn21- B4 (una aplicación)	24.9 a	27.7 a	27.4 a	26.8 a	26 a	26 a	
171-45-152-0-45-S97- Zn21- B4 (dos aplicaciones)	24.8 a	28.1	27.7 a	27.2 a	26.6 a	26.8 a	

* SDS (semanas después de la siembra)

Cuadro A-14. Diámetro de tallo (cultivo de caña de azúcar),textura franco arcillosa limosa.

Tratamientos	Diámetro (mm) (SDS)						
	13	15	17	19	21	23	25
106-35-0-1-S30 ZnI (una aplicación)	24.9 a	29.7 a	27.4 a	27.1 a	26.6 a	26.6 a	26.5 a
106-35-0-1-S30 ZnI (dos aplicaciones)	25.5 a	28.1 a	27.5 a	27.2 a	26.5 a	26.5 a	26.4 a
171-45-152-0-45-S97-Zn21- B4 (una aplicación)	25.2 a	28.4 a	27.3 a	27.4 a	27.1 a	27 a	27.1 a
171-45-152-0-45-S97-Zn21- B4 (dos aplicaciones)	25 a	28.3 a	27.8 a	27.6 a	27.2 a	27.2 a	27.2 a

* SDS (semanas después de la siembra)

Cuadro A-15. Diámetro de tallo (cultivo de caña de azúcar),textura arcillosa.

Tratamientos	Diámetro (mm) (SDS)						
	13	15	17	19	21	23	25
106-35-0-1-S30 ZnI (una aplicación)	26.5 a	29.1 a	28.5 a	28.1 a	28 a	27.3 a	27.5 a
106-35-0-1-S30 ZnI (dos aplicaciones)	26.1 a	28 a	28.1 a	27.6 a	27.5 a	27.3 a	27.4 a
171-45-152-0-45-S97-Zn21- B4 (una aplicación)	25.2 a	27.6 a	27.3 a	27.2 a	27.4 a	26 a	27.1 a
171-45-152-0-45-S97-Zn21- B4 (dos aplicaciones)	25.8 ab	28.3 a	27.8 a	28 a	27.5 a	27.5 a	27.4 a

Cuadro A-16. Tratamientos estudiados.

Tratamientos		
Tratamiento	Fuente de Nitrógeno	Kg N/ha
1	Urea	40
2	Urea	80
3	Urea	120
4	Urea	160
5	Urea	200
6	Sulfato	40
7	Sulfato	80
8	Sulfato	120
9	Sulfato	160
10	Sulfato	200
11	Urea+sulfato+fertilización foliar	-
12	Testigo	0

Cuadro A-17. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo (cm).

F. de V.	G.L.	S.C	C.M	F.C
Tratamientos	11	4,32584167	0,39325833	0,44258893 ns
Grupo urea	4	1,23418	0,308545	0,34724909 ns
Grupo sulfato	4	1,30958	0,327395	0,36846365 ns
Grupo testigo	1	0,005	0,005	0,36846365 ns
Entre grupos	2	1,7770816	0,88854083	3,26250525 ns
Error Exp.	33	8,987525	0,27234924	
Total	47	15,2587917		

Cuadro A-18. Análisis de varianza de la variable altura de planta (cm).

F. de V.	G.L.	S.C	C.M	F.C
Tratamientos	11	2432,8225	221,165682	2,42834403 *
Grupo urea	4	846,652	211,663	2,32400695 ns
Grupo sulfato	4	1320,812	330,203	3,62554659*
Grupo testigo	1	83,205	83,205	0,91357015 ns
Entre grupos	2	182,1535	91,07675	0,45718704 ns
Error Exp.	33	6573,9675	199,211136	
Total	47	9426,4525		

Cuadro A-19. Análisis de varianza de la variable rendimiento de grano (Kg/ha).

F de V	G L	S C	C M	F C
Tratamientos	11	20503019,5	1863910,86	0,27824241 ns
Grupo urea	4	3011536,01	752884,002	0,11238963 ns
Grupo sulfato	4	4086103,34	1021525,84	0,15249217 ns
Grupo testigo	1	7631,87027	7631,87027	0,00112928 ns
Entre grupos	2	13397748,3	6698874,13	114,715842 **
Error Exp.	33	1927047,24	58395,371	
Total	47	22517833,2		

Cuadro A-20. Análisis de varianza de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	.418	3	.139	.045	.0987
Bloque	141.164	5	28.233	9.194	.000
Error	46.060	15	3.071		
Total	9878.254	24			

Cuadro A-21. Prueba DUNCAN de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
1	6	19.94
2	6	20.00
0	6	20.15
3	6	20.27

Cuadro A-22. Prueba DUNCAN para bloque de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
1	6	19.94
2	6	20.00
0	6	20.15
3	6	20.27

Cuadro A-23. Prueba Duncan para bloque de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de la siembra.

Bloque	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
BII	4	16.0950			
BIII	4	17.9900	17.9900		
BI	4		19.6150	19.6150	
BV	4			22.0525	22.0525
BIV	4			22.1675	22.1675
BVI	4				22.6450

Cuadro A-24. Análisis de varianza de altura de planta (cm), correspondiente a los 30 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	49.699	3	16.566	.617	.614
Bloque	1194.204	5	238.841	8.902	.000
Error	402.470	15	26.831		
Total	97139.401	24			

Cuadro A-25. Prueba Duncan para tratamiento de altura de planta (cm), a los 30 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
1	6	61.32
3	6	62.53
2	6	63.18
0	6	65.29

Cuadro A-26. Prueba Duncan para bloque de altura de planta (cm), a los 30 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
1	6	61.32
3	6	62.53
2	6	63.18
0	6	65.29

Cuadro A-27. Análisis de varianza de altura de planta (cm), 45 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	212.314	3	70.771	.324	.808
Bloque	1990.522	5	398.104	1.822	.169
Error	3277.232	15	218.482		
Total	744650.969	24			

Cuadro A-28. Prueba Duncan para tratamiento de altura de planta (cm), a los 45 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
1	6	171.7767
0	6	174.2633
3	6	176.0000
2	6	179.9433

Cuadro A-29. Prueba Duncan para bloque de altura de planta (cm), correspondiente a los 45 días después de la siembra.

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
BII	4	161.8125	
BIII	4	167.3975	167.3975
BIV	4	175.5825	175.5825
BI	4	175.7900	175.7900
BVI	4	183.3925	183.3925
BV	4		189.0000

Cuadro A-30. Análisis de varianza de altura de planta (cm), a los 60 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	372.999	3	124.333	1.607	.230
Bloque	950.228	5	190.046	2.456	.81
Error	1160.677	15	77.378		
Total	1106090.786	24			

Cuadro A-31. Prueba Duncan para tratamiento de altura de planta (cm), a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	
1	6	210.31	
0	6	211.45	
2	6	215.68	
3	6	220.32	

Cuadro A-32. Prueba Duncan para bloque de altura de planta (cm), a los 60 días después de la siembra.

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
BII	4	203.8100	
BIV	4	210.3575	210.3575
BIII	4	213.2925	213.2925
BVI	4	216.9800	216.9800
BV	4		218.6875
BI	4		223.5000

Cuadro A-33. Análisis de varianza de altura de planta (cm), 75 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	329.018	3	109.673	1.375	.289
Bloque	1033.318	5	206.664	2.590	.70
Error	1196.684	15	79.779		
Total	1124883.544	24			

Cuadro A-34. Prueba Duncan para tratamiento de altura de planta (cm), a los 75 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
1	6	212.83
0	6	213.01
2	6	217.27
3	6	221.87

Cuadro A-35. Prueba Duncan para bloque de altura de planta (cm), a los 75 días después de la siembra.

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
BII	4	204.52	
BIV	4	212.58	212.58
BIII	4	215.36	215.36
BVI	4		219.10
BV	4		220.96
BI	4		224.98

Cuadro A-36. Análisis de varianza de diámetro de planta (cm), 15 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	.003	3	.001	.369	.776
Bloque	.236	5	.047	15.022	.000
Error	.047	15	.003		
Total	7.824	24			

Cuadro A-37. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de planta (cm), a los 15 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
2	6	.5433
3	6	.5550
0	6	.5700
1	6	.5733

Cuadro A-38. Prueba Duncan para bloque de diámetro de planta (cm), a los 15 días después de la siembra.

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
BIII	4	.4700	
BI	4	.4725	
BII	4	.4875	
BIV	4	.5425	
BV	4		.6700
BVI	4		.7200

Cuadro A-39. Análisis de varianza, diámetro de planta (cm), 30 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	.094	3	.031	3.080	.060
Bloque	.746	5	.149	14.643	.000
Error	.153	15	.010		
Total	85.818	24			

Cuadro A-40. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de planta (cm), a los 30 días después de la siembra.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto	
		1	2
1	4	1.7933	
3	4	1.8483	1.8483
0	4		1.9300
2	4		1.9483

Cuadro A-41. Prueba Duncan para bloque de diámetro de planta (cm), a los 30 días después de la siembra.

Bloque	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
BIII	4	1.6300			
BII	4	1.7500			
BI	4	1.7850	1.7850		
BIV	4		1.9225	1.9225	
BVI	4			2.0600	2.0600
BV	4				2.1325

Cuadro A-42. Análisis de varianza de diámetro de planta (cm), 45 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	.056	3	.019	2.147	.137
Bloque	.148	5	.030	3.396	.030
Error	.131	15	.009		
Total	126.239	24			

Cuadro A-43. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de planta (cm), a los 45 días después de la siembra.

TRATAMIENTO	N	Subconjunto	
		1	2
0	4	2.2400	
2	4	2.2633	2.2633
1	4	2.2900	2.2900
3	4		2.3683

Cuadro A-44. Prueba Duncan para bloque de diámetro de planta (cm), a los 45 días después de la siembra.

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
BII	4	2.2200	
BIV	4	2.2200	
BIII	4	2.2200	
BI	4	2.3000	2.3000
BV	4	2.3625	2.3625
BVI	4		2.4200

Cuadro A-45. Análisis de varianza de diámetro de planta (cm), 60 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	.044	3	.015	1.153	.360
Bloque	.217	5	.043	3.434	.029
Error	.189	15	.013		
Total	158.5556	24			

Cuadro A-46. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de planta (cm), a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
0	6	2.5167
2	6	2.5417
1	6	2.5783
3	6	2.6300

Cuadro A-47. Prueba Duncan para bloque de diámetro de planta (cm), a los 60 días después de la siembra.

Bloque	N	Subconjunto		
		1	2	3
BI	4	2.4200		
BIII	4	2.5125	2.5125	
BII	4	2.5450	2.5450	2.5450
BIV	4	2.5525	2.5525	2.5525
BV	4		2.6625	2.6625
BVI	4			2.7075

Cuadro A-48. Análisis de varianza de diámetro de planta (cm), 75 días después de la siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	.043	3	.014	1.299	.311
Bloque	.304	5	.061	5.571	.004
Error	.164	15	.011		
Total	158.5556	24			

Cuadro A-49. Prueba Duncan para tratamiento de diámetro de planta (cm), a los 75 días después de la siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
0	6	2.5983
2	6	2.6417
1	6	2.6850
3	6	2.7083

Cuadro A-50. Prueba Duncan para bloques de diámetro de planta (cm), a los 75 días después de la siembra.

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
BI	4	2.4950	
BII	4	2.5850	
BIII	4	2.6100	
BIV	4	2.6550	2.6550
BV	4		2.8000
BVI	4		2.8050

Cuadro A-51. Análisis de varianza de longitud de mazorca (cm).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	1.754	3	.585	.264	.850
Bloque	6.103	5	1.221	.551	.735
Error	4528.921	24	.011		
Total	41.060	23			

Cuadro A-52. Prueba Duncan por tratamientos para longitud de mazorca (cm).

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
0	6	13.3350
1	6	13.5367
2	6	13.7650
3	6	14.0617

Cuadro A-53. Prueba Duncan por bloques para longitud de mazorca (cm).

Bloque	N	Subconjunto
		1
BI	4	12.9550
BVI	4	13.4150
BII	4	13.5900
BIII	4	13.6225
BIV	4	13.8400
BV	4	14.6250

Cuadro A-54. Análisis de varianza de diámetro de mazorca (cm).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	.016	3	.005	.110	.953
Bloque	.296	5	.059	1.204	.354
Error	.739	15	.049		
Total	441.892	23			

Cuadro A-55. Prueba Duncan por tratamientos para diámetro de mazorca (cm).

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
1	6	4.2550
0	6	4.2767
2	6	4.2850
3	6	4.3267

Cuadro A-56. Prueba Duncan por bloques para diámetro de mazorca (cm).

Bloque	N	Subconjunto
		1
BVI	4	4.13
BII	4	4.1950
BI	4	4.1975
BV	4	4.3825
BIII	4	4.3950
BIV	4	4.4075

Cuadro A-57. Análisis de varianza de rendimiento en grano (Ton/ha).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	66234	3	220781.491	.192	.900
Bloque	662344.473	5	1871383.102	1.625	.214
Error	17275209.780	15	1151680.652		
Total	1.019	23			

Cuadro A-58. Prueba Duncan de tratamientos para rendimiento en grano (Ton/ha).

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
1	6	6171.875000
2	6	6423.611111
0	6	6484.375000
3	6	6631.944444

Cuadro A-59. Prueba Duncan de bloques para rendimiento en grano (Ton/ha).

Bloque	N	Subconjunto
		1
BII	4	5638.020833
BI	4	5807.291667
BVI	4	6223.958333
BIII	4	6484.375000
BIV	4	7018.229167
BV	4	7395.833333

Cuadro A-60. Análisis de varianza de peso de biomasa (Ton/ha).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	2212637.442	3	737545.814	1.231	.333
Bloque	6783040.365	5	1356608.073	2.265	.101
Error	8983922.888	15	598928.193		
Total	7.495	23			

Cuadro A-61. Prueba Duncan por tratamientos para peso de biomasa (Ton/ha).

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
2	6	5138.888889
0	6	5355.902778
3	6	5642.361111
1	6	5946.180556

Cuadro A-62. Prueba Duncan por bloques para rendimiento en biomasa (Ton/ha).

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
BI	4	4765.625000	
BIII	4	4895.833333	
BII	4	5520.833333	5520.833333
BIV	4	5742.187500	5742.187500
BV	4	6015.625000	6015.625000
BVI	4		6184.895833

Cuadro A-63. Presupuesto para una hectárea. (T0).

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNITARIO	COSTO TOTAL
Chapoda	1 Paso	\$ 30.00	\$ 30.00
Arado	1 Paso	\$ 50.00	\$ 50.00
Rastra	1 Paso	\$ 35.00	\$ 35.00
Surqueado	1 Paso	\$ 25.00	\$ 25.00
Aporco	1 Paso	\$ 25.00	\$ 25.00
Análisis de suelo	1 Muestra	\$ 23.50	\$23.50
Preparación de suelo			188.5
Semilla variedad h-59	35 Lb/Ha	\$ 2.00	\$ 70.00
Sulfato de amonio	8.5 qq/Ha	\$ 14.00	\$ 119
Formula 16-20-0	7.5 qq/Ha	\$ 26.00	\$ 195
Gramoxone	2L/Ha	\$6	\$12
Atrazina	1kg/Ha	\$7	\$7
Monarca	0.2L/Ha	\$11	\$11
Insumos			\$ 414
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 6.00	\$ 18.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	4 D/H	\$ 6.00	\$ 24.00
Fertilizaciones	4 D/H	\$ 6.00	\$ 24.00
Riego	17 D/H	\$ 6.00	\$ 102.00
Dobla del maíz	5D/H	\$ 6.00	\$ 30.00
Recolección	10 D/H	\$ 6.00	\$ 60.00
Destuse y Desgrana	4 D/H	\$ 6.00	\$ 24.00
Corte y picado de biomasa	10 D/H	\$ 6.00	\$ 60.00
Mano de obra			\$ 354
Aperos (cumas, azadón y baldes)	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			
Combustible	3Gal/riego	\$3	\$153
Materiales			\$ 183
Destusadora y Desgranadora	6,484.55 kg/ha	\$ 0.016	\$ 103.75
Picadora de biomasa	5,355.91 kg/ha	\$ 0.0198	\$ 106.05
Imprevisto y administración	10 %		\$ 134.93
Otros			\$ 344.73
TOTAL			\$ 1,484.23

Cuadro A-64. Presupuesto para una hectárea. (T1)

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNI	COSTO
Chapoda	1 Paso	\$ 30.00	\$ 30.00
Arado	1 Paso	\$ 50.00	\$ 50.00
Rastra	1 Paso	\$ 35.00	\$ 35.00
Surqueado	1 Paso	\$ 25.00	\$ 25.00
Aporco	1 Paso	\$ 25.00	\$ 25.00
Análisis de suelo	1 Muestra	\$ 23.50	\$23.50
Preparación de suelo			\$ 188.5
Semilla variedad h-59	35 Lb/Ha	\$ 2.00	\$ 70.00
Sulfato de amonio	4.5 qq/Ha	\$ 14.00	\$ 63
Formula 16-20-0	7.5 qq/Ha	\$ 26.00	\$ 195
Urea (46%)	1.8qq/Ha	\$24	\$43.2
Gramoxone	2L/Ha	\$6	\$12
Atrazina	1kg/Ha	\$7	\$7
Monarca	0.2L/Ha	\$11	\$11
Insumos			\$ 401.2
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 6.00	\$ 18.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	4 D/H	\$ 6.00	\$ 24.00
Fertilizaciones	6 D/H	\$ 6.00	\$ 36.00
Riego	17 D/H	\$ 6.00	\$ 102.00
Dobla del maíz	5D/H	\$ 6.00	\$ 30.00
Recolección	10 D/H	\$ 6.00	\$ 60.00
Destuse y Desgrana	4 D/H	\$ 6.00	\$ 24.00
Corte y picado de biomasa	10 D/H	\$ 6.00	\$ 60.00
Mano de obra			\$ 366
Aperos (azadón, Cuma y baldes)	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			
Combustible	3Gal/riego	\$3	\$153
Materiales			\$ 183
Destusadora y Desgranadora	6,171.81 kg/ha	\$ 0.016	\$ 98.74
Picadora de biomasa	5,946.36 kg/ha	\$ 0.0198	\$ 117.74
Imprevisto y administración	10 %		\$ 135.52
Otros			\$ 350.91
TOTAL			\$ 1,490.69

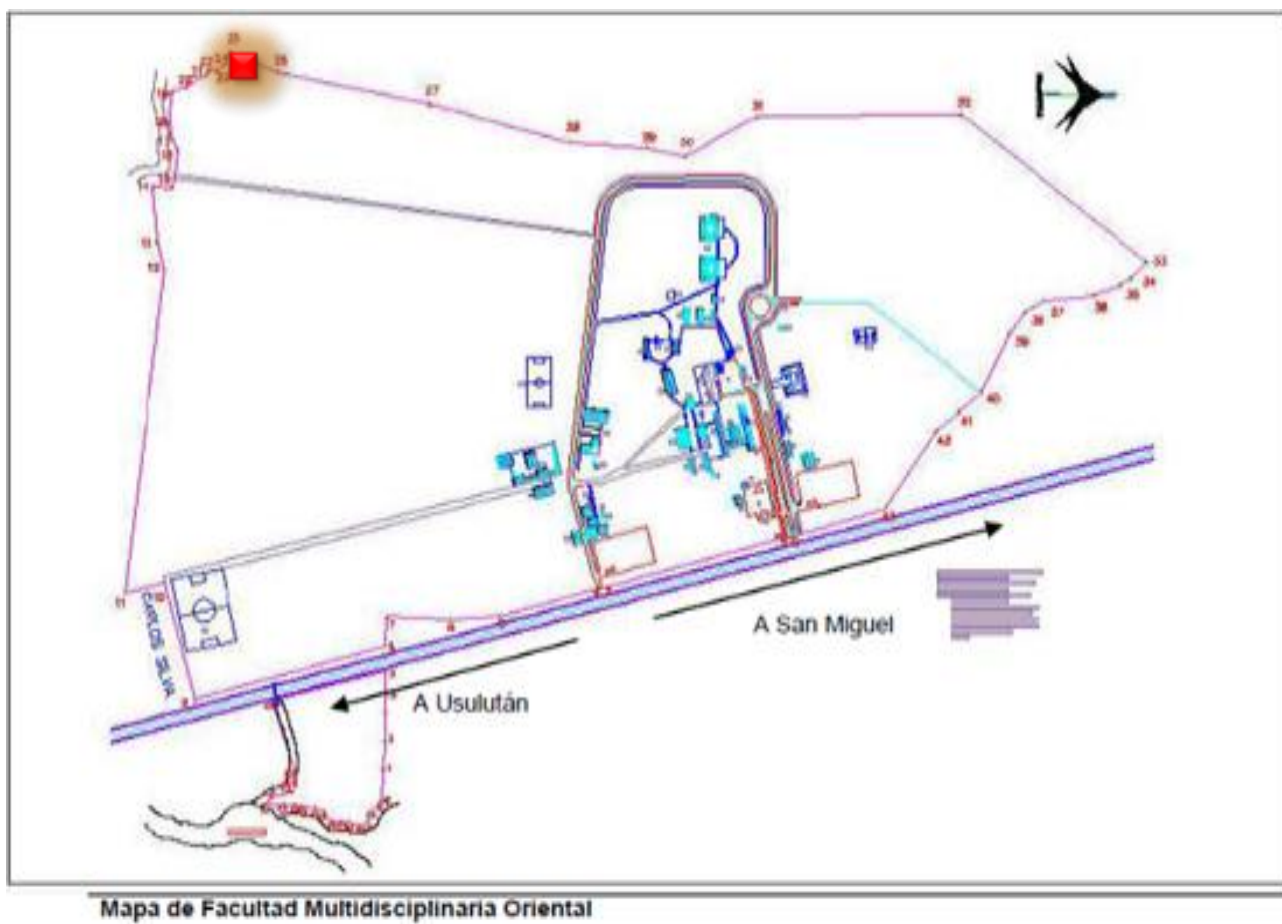
Cuadro A-65. Presupuesto para una hectárea. (T2)

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNI	COSTO
Chapoda	1 Paso	\$ 30.00	\$ 30.00
Arado	1 Paso	\$ 50.00	\$ 50.00
Rastra	1 Paso	\$ 35.00	\$ 35.00
Surqueado	1 Paso	\$ 25.00	\$ 25.00
Aporco	1 Paso	\$ 25.00	\$ 25.00
Análisis de suelo	1 Muestra	\$ 23.50	\$23.50
Preparación de suelo			\$ 188.5
Semilla variedad h-59	35 Lb/Ha	\$ 2.00	\$ 70.00
Sulfato de amonio	4.5 qq/Ha	\$ 14.00	\$ 63
Formula 16-20-0	7.5 qq/Ha	\$ 26.00	\$ 195
Urea (46%)	1.8qq/Ha	\$24	\$43.2
Gramoxone	2L/Ha	\$6	\$12
Atrazina	1kg/Ha	\$7	\$7
Monarca	0.2L/Ha	\$11	\$11
Insumos			\$401.20
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 6.00	\$ 18.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	4 D/H	\$ 6.00	\$ 24.00
Fertilizaciones	8 D/H	\$ 6.00	\$ 48.00
Riego	17 D/H	\$ 6.00	\$ 102.00
Dobla del maíz	5D/H	\$ 6.00	\$ 30.00
Recolección	10 D/H	\$ 6.00	\$ 60.00
Destuse y Desgrana	4 D/H	\$ 6.00	\$ 24.00
Corte y picado de biomasa	10 D/H	\$ 6.00	\$ 60.00
Mano de obra			\$ 378
Aperos (azadón, Cuma y baldes)	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			
Combustible	3Gal/riego	\$3	\$153
Materiales			\$ 183
Destusadora y Desgranadora	6,423.61 kg/ha	\$ 0.016	\$ 102.78
Picadora de biomasa	5,138.90kg/ha	\$ 0.0198	\$ 101.75
Imprevisto y administración	10 %		\$ 135.97
Otros			\$ 338.97
TOTAL			\$ 1,490.75

Cuadro A-66. Presupuesto para una hectárea. (T3)

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNI	COSTO
Chapoda	1 Paso	\$ 30.00	\$ 30.00
Arado	1 Paso	\$ 50.00	\$ 50.00
Rastra	1 Paso	\$ 35.00	\$ 35.00
Surqueado	1 Paso	\$ 25.00	\$ 25.00
Aporco	1 Paso	\$ 25.00	\$ 25.00
Análisis de suelo	1 Muestra	\$ 23.50	\$23.50
Preparación de suelo			\$ 188.5
Semilla variedad h-59	35 Lb/Ha	\$ 2.00	\$ 70.00
Sulfato de amonio	4.5 qq/Ha	\$ 14.00	\$ 63
Formula 16-20-0	7.5 qq/Ha	\$ 26.00	\$ 195
Urea (46%)	1.8qq/Ha	\$24	\$43.2
Gramoxone	2L/Ha	\$6	\$12
Atrazina	1kg/Ha	\$7	\$7
Monarca	0.2L/Ha	\$11	\$11
Insumos			\$ 401.20
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 6.00	\$ 18.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	4 D/H	\$ 6.00	\$ 24.00
Fertilizaciones	10 D/H	\$ 6.00	\$ 60.00
Riego	17 D/H	\$ 6.00	\$ 102.00
Dobla del maíz	5D/H	\$ 6.00	\$ 30.00
Recolección	10 D/H	\$ 6.00	\$ 60.00
Destuse y Desgrana	4 D/H	\$ 6.00	\$ 24.00
Corte y picado de biomasa	10 D/H	\$ 6.00	\$ 60.00
Mano de obra			\$ 390
Aperos (azadón, cumas y baldes)	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			
Combustible	3Gal/riego	\$3	\$153
Materiales			\$ 183
Destusadora y Desgranadora	6,631.95 kg/ha	\$ 0.016	\$ 106.11
Picadora de biomasa	5,642.36 kg/ha	\$ 0.0198	\$ 111.72
Imprevisto y administración	10 %		\$ 138.05
Otros			\$ 354.80
TOTAL			\$ 1,518.58

Figura A-7. Ubicación del experimento.



Ubicación de las parcelas experimentales



Figura A-8. Análisis del suelo donde se realizó el experimento.



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL
CENTA "ENRIQUEZ ALVAREZ CORDOVA"
LABORATORIO DE SUELOS
 TEL. 2397-2248 Correo electrónico: lab_suelos@centa.gov.sv

No. Carta	No. Muestra	Nombre del productor	Nombre de la Finca	Canton	Municipio	Departamento	Identificación	Profundidad	Utilizará riego Si ó No	Cultivo a fertilizar	Nombre del responsable	Agencia
9	21	Jufo César Portillo	s/n	Los Ejidos		San Miguel	1	0.4 m	Si	Maiz		Nueva Guatemala



RESULTADOS DE ANALISIS				
No. Muestra	TEXTURA	pH en agua 1:25	Fosforo (mg kg ⁻¹)	Potasio (mg kg ⁻¹)
21	Franco arcillo arenoso	6.9 Neutro	13 Alto	519 Muy alto

<u>CARTA N° 9</u>	<u>MUESTRA N° 21</u>	
CULTIVO: Maiz		
<u>Momento de aplicación</u>	<u>Dosis en lb/ Mz</u>	<u>Clase de fertilizantes</u>
A la siembra	<u>1</u> 330	Formula 18-46-0
Tres semanas despues siembra	420	Sulfato de amonio
6 meses despues de siembra	150	Urea
 Ing. M. Sc. Raúl Antonio Quintanilla Tecnico Investigador en Fertilidad de Suelos.		



Figura A-9. Unidad experimental.

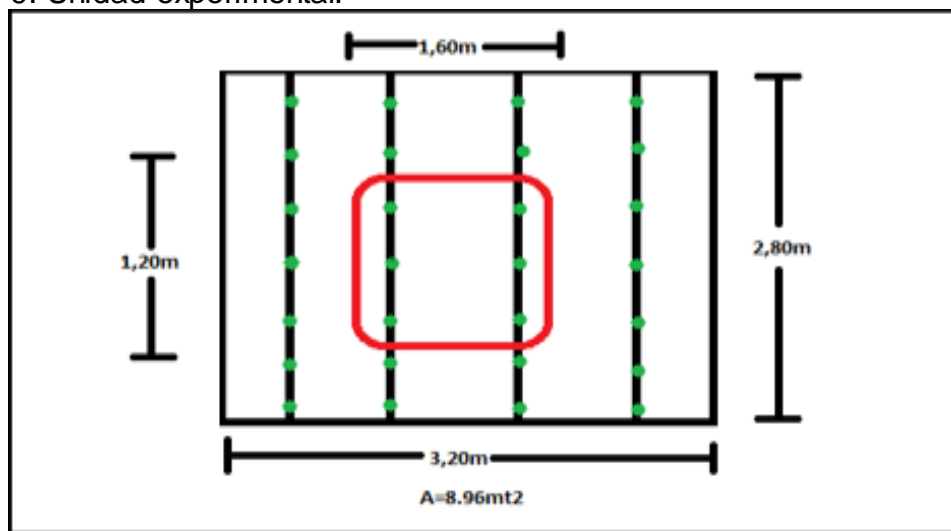


Figura A-10. Distribución de parcelas experimentales.

