

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



TRABAJO DE GRADO:

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE MAÍZ BLANCO Var. HG-5B, UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE HONGO MICORRIZOGENO (Glomus sp) A LA SIEMBRA.

PRESENTADO POR:

JOSÉ LÁZARO HERNÁNDEZ
TOMÁS ENRIQUE MARTÍNEZ RAMÍREZ
OSCAR EVELIO NIETO MONTANO

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

DOCENTE DIRECTOR

ING. NELSON ROLANDO DUKE CRUZ

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, OCTUBRE DE 2015

SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

RECTOR

Ms.D ANA MARIA GLOWER DE ALVARADO

VICE-RECTORA ACADEMICA

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

SECRETARIA GENERAL

LIC. FRANCISCO CRUZ LETONA

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

AUTORIDADES

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

DECANO

LIC. CARLOS ALEXANDER DIAZ

VICE-DECANO

LIC. JORGE ALBERTO ORTEZ HERNANDEZ

SECRETARIO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. JOAQUÍN ORLANDO MACHUCA GÓMEZ

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. M.Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA

**ASESOR ESTADÍSTICO Y COORDINADOR DE LOS PROCESOS DE
GRADUACIÓN**

ING. ANA AURORA BENÍTEZ PARADA

JURADO CALIFICADOR

ING. MARCO VINICIO CALDERÓN CASTELLANO

JURADO CALIFICADOR

RESUMEN

La producción de maíz (Zea mays) se ve afectada por la poca disponibilidad de nutrientes en el suelo y la falta de estimulantes para la absorción de estos, necesarios para que la planta tenga mayor desarrollo y mejor rendimiento productivo. Por esta razón es necesario utilizar nuevas técnicas que restablezcan la micro flora del suelo.

En la presente investigación, se evaluó el rendimiento de maíz blanco Var. Hg-5b, utilizando diferentes niveles de hongo micorrizógeno (Glomus sp) a la siembra, 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.

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 variable 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.

La variable diámetro de 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.

En 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.

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.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO POR HABERNOS PERMITIDO FINALIZAR CON ÉXITO NUESTROS ESTUDIOS, SEA TODA GLORIA Y ALABANZA A TI PADRE DE MISERICORDIA.

A nuestro docente director Ing. Nelson Rolando Duke Cruz por haber tenido la paciencia y el tiempo para orientarnos en el desarrollo de nuestra investigación.

A nuestro asesor metodológico y coordinador de procesos de graduación Ing. M. Sc. José Ismael Guevara Zelaya por su indispensable aporte en el área estadística y en la coordinación de nuestro trabajo de investigación.

A nuestro asesor Ing. Alex Navas por compartir sus valiosos conocimientos de campo, orientar el desarrollo de la investigación.

Al jefe del Departamento de Ciencias Agronómicas Ing. Joaquín Orlando Machuca Gómez por el apoyo moral y académico en forma incondicional.

A la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, en especial al personal docente del Departamento de Ciencias Agronómicas por haber instruido en nuestra formación profesional así como en la creación de criterios y valores éticos.

DEDICATORIA

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 Blanca Elia Luna, María Hernández, Julio Argueta, Blanca Argueta y Carlos Argueta, que en ningún momento dejaron de ayudarme, moral y económicamente para alcanzar el éxito.

A mi abuela Cornelia Gómez, que siempre motiva a seguir buscando el desarrollo personal, hasta lograr ayudar a quien lo necesita.

A mis compañeros de tesis Tomás Martínez y Evelio Nieto, 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.

JOSÉ LÁZARO HERNÁNDEZ

DEDICATORIA

Este triunfo se lo dedico a Dios todo poderoso por haberme dado la sabiduría y la fortaleza en momentos tempestuosos de mi formación profesional.

A mis padres: Lázaro Martínez Sorto y María Arabela Ramírez de Martínez por su amor, comprensión y por haberme mostrado un buen camino a seguir en estos tiempos tan difíciles, que Dios los bendiga padres míos e infinitas gracias madrecita querida.

A mis hermanos: Lázaro Avilio Martínez Ramírez, Damaris Martínez Ramírez, Iris Lisset Martínez Ramírez, Josefina Martínez Ramírez y Ingrid Fabiola Martínez Ramírez por haberme motivado a seguir adelante en mis estudios.

A mis abuelas: Marina Ramírez y Paula Martínez (Q.D.D.G).

A toda mi familia por apoyarme en cada momento de mi vida.

A mis amigos: por estar con migo en las buenas y en las malas.

A mis compañeros: por su amistad y comprensión especialmente.

TOMÁS ENRIQUE MARTÍNEZ RAMÍREZ

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por ser la luz que me guio en el camino y por darme la sabiduría que me condujo hacia el éxito de mi carrera.

A mis padres, Oscar Nieto y Sandra Montano por su amor, comprensión e infinito sacrificio en todo momento de mi vida y especialmente para alcanzar mi ideal.

A mi tía, Carmen Nieto, por su cariño y por su apoyo económico y moral a lo largo de mi carrera.

A mis abuelos: Efraín Rosales y en especial a mi abuela Ángela Nieto (Q.D.D.G) por su cariño y comprensión y por su valiosa atención y sacrificio.

A Carolina Portillo: De manera muy especial por su valioso amor y todo tu cariño (T.Q.M.).

A toda mi familia, por sus consejos, su apoyo moral y por confiar en mí hasta alcanzar una de mis metas.

A la Universidad de El Salvador, por haberme instruido durante mi formación profesional.

OSCAR EVELIO NIETO MONTANO

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xix
ÍNDICE DE FIGURAS	xxv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Generalidades de hongos micorrizógenos.....	3
2.1.1. Micorriza.	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.	3
2.1.3. Endomicorrizas.....	3
2.1.4. Importancia en la agricultura.....	4
2.1.5. Morfología del hongo micorrizógeno.....	4
2.1.6. Ciclo de vida del hongo micorrizógeno.....	5
2.1.7. Desarrollo y formación de micorrizas.	5
2.1.8. Proceso de colonización.	6
2.1.9. Simbiosis.	7
2.1.10. Factores que afectan la simbiosis.	7

2.1.10.2. Temperatura.....	8
2.1.10.3. PH.....	8
2.1.10.4. Compactación del suelo.....	8
2.1.10.5. Labranza del suelo.....	8
2.1.10.6. Rotación de cultivos.....	8
2.1.10.7. Plaguicidas.....	9
2.1.11. Dependencia de micorrizas.....	9
2.1.11.1. Dependencia obligada.....	10
2.1.11.2. Dependencia facultativa.....	10
2.1.11.3. Dependencia negativa.....	10
2.1.12.1. Nitrógeno.....	11
2.1.12.2. Fósforo.....	11
2.1.12.3. Otros elementos.....	12
2.1.13. Mecanismos de absorción de nutrientes por micorrizas.....	13
2.1.14. Beneficios de las micorrizas.....	13
2.2. Generalidades del cultivo de maíz.....	14
2.2.1. Origen.....	14
2.2.2. Clasificación taxonómica.....	14
2.2.4. Importancia económica.....	15
2.2.5. Morfología de la planta.....	15

2.2.5.1. Raíces.....	15
2.2.5.2. Tallo.....	16
2.2.5.3. Hojas.....	16
2.2.5.4. Flores.....	16
2.2.5.6. Fruto.....	17
2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos del maíz.....	17
2.2.5.1. Altitud.....	17
2.2.5.2. Temperatura.....	17
2.2.5.3. Suelo.....	17
2.2.5.4. PH.....	18
2.2.5.4. Precipitación.....	18
2.2.6.1. Aplicación del fertilizante.....	19
2.2.6. Requerimientos nutricionales.....	20
2.2.6.2. Importancia de los nutrientes para la planta.....	20
2.2.6.2.1. Nitrógeno.....	20
2.2.6.2.2. Fósforo.....	21
2.2.6.2.3. Potasio.....	21
2.2.6.2.4. Azufre.....	21
2.2.7. Preparación del terreno.....	21
2.2.7.1. Labranza mínima.....	21

2.2.7.2. Labranza mecanizada o con tracción animal.	22
2.2.7.3. Chapoda.	22
2.2.7.4. Arado.	22
2.2.7.5. Rastreado.	22
2.2.7.6. Surqueado.	22
2.2.7.7. Aporco.	22
2.2.8. Plagas del cultivo de maíz.	22
2.2.8.1. Plagas del suelo.	22
2.2.8.2. Plagas del follaje.	23
2.2.8.2.1. Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).	23
2.2.8.2.3. Gusano medidor (<i>Mocis latipes</i>), falso medidor (<i>Trichoplusia ni</i>).	24
2.2.8.2.4. Barrenador del tallo (<i>Diatraea</i> sp).	24
2.2.8.3. Enfermedades del cultivo de maíz.	24
2.2.8.3.1. Pudrición del tallo (<i>Erwinia</i> spp).	25
2.2.8.3.2. Complejo mancha de asfalto (<i>Phyllachora maydis</i> , <i>Monographella maydis</i>).	25
2.2.8.3.3. Roya común (<i>Puccinia sorghi</i>).	25
2.2.8.3.4. Achaparramiento del maíz (<i>Micoplasma helicoidal</i> o <i>Spiroplasma</i>).	25
2.3. Estudios realizados.	26

2.3.1. Evaluación de cepas de micorriza vesículo arbuscular en plantas de caoba (<i>Swietenia</i> sp.) en etapa de vivero en Zamorano, Honduras.....	26
2.3.2. Efecto de la aplicación de <i>Rhizobium</i> y <i>Mycorriza</i> en el crecimiento del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) Variedad CC-25-9 negro, en Cuba.....	27
2.3.3. Nutrición mineral e inoculación con hongos micorrízicos en la calidad postcosecha de frutos de papaya maradol, en México.	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. Generalidades.....	32
3.1.1. 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
3.2.1. Descripción del super concentrado ultrafino endo micoapply®.....	33
3.2.1.1. Componentes del super concentrado ultrafino endo micoapply®.	34
3.2.2. Características de la variedad.	34
3.2.3. Equipo y herramientas.	35
3.3. Metodología de campo.....	35
3.3.1. Muestreo y análisis químico de suelo.....	35
3.3.2. Descripción de las unidades experimentales.	35
3.3.3. Preparación del terreno.....	36
3.3.4. Preparación de semillas.	36

3.3.6. Fertilización del cultivo.....	37
3.3.7. Raleo.....	38
3.3.8. Limpia.....	38
3.3.9. Aporco.	38
3.3.10. Control fitosanitario.....	38
3.3.11. Cosecha del maíz.....	38
3.3.12. Cosecha de biomasa.	38
3.3.13. Cronograma de actividades.	39
3.4. Metodología estadística.....	39
3.4.1. Diseño estadístico.....	40
3.4.2. Modelo estadístico.....	40
3.4.3. Factor en estudio.....	40
3.4.4. Descripción de tratamiento.....	40
3.4.5. Variables.....	40
3.4.5.1. Rendimiento en grano (kg/ha).	41
3.4.5.2. Longitud de la mazorca (cm).	41
3.4.5.3. Diámetro de mazorca (mm).	41
3.4.5.4. Rendimiento en biomasa en materia seca (ton/ha)	41
3.4.5.5. Altura de planta (cm).	41
3.4.5.6. Diámetro de tallo (mm).....	41

3.4.5.7. Longitud de raíz (cm).	42
3.4.5.8. Peso de la raíz (gr).	42
3.4.5.9. Análisis económico (\$).	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. Rendimiento en grano (kg/ha).	43
4.2. Longitud de mazorca (cm).	45
4.3. Diámetro de mazorca (mm).	46
4.4. Rendimiento de biomasa en materia seca (ton/ha).	48
4.5. Altura de planta (cm).	49
a) Altura de planta (cm) a los 15 días después de siembra.	50
b) Altura de planta (cm) a los 30 días después de siembra.	51
c) Altura de planta (cm) a los 45 días después de siembra.	51
d) Altura de planta (cm) a los 60 días después de siembra.	52
4.6. Diámetro de tallo (mm).	53
a) Diámetro de tallo (mm) a los 15 días después de siembra.	53
b) Diámetro de tallo (mm) a los 30 días después de siembra.	54
c) Diámetro de tallo (mm) a los 45 días después de siembra.	55
d) Diámetro de tallo (mm) a los 60 días después de siembra.	55
4.7. Longitud de raíz (cm).	56
4.8. Peso de raíz (gr).	58

4.9. Análisis económico.....	59
5. CONCLUSIONES.....	62
6. RECOMENDACIONES.....	64
7. BIBLIOGRAFÍA.....	65
8. ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Rendimiento en grano promedio (kg/ha), por tratamiento al final del experimento.	43
Cuadro 2. Longitud de mazorca promedio (cm), por tratamiento al final del experimento.	45
Cuadro 3. Diámetro de mazorca promedio (mm), por tratamiento al final del experimento. ..	47
Cuadro 4. Rendimiento de biomasa en materia seca promedio (ton/ha), por tratamiento al final del experimento.....	48
Cuadro 5. Altura de planta promedio (cm), por tratamiento de los 15 a los 60 días después de siembra.....	50
Cuadro 6. Diámetro de tallo promedio (mm), por tratamiento de los 15 a los 60 días después de germinada la planta.	53
Cuadro 7. Longitud de raíz promedio (cm), al final del experimento.	56
Cuadro 8. Peso de raíz promedio (cm), al final del experimento.	58
Cuadro 9. Análisis económico comparativo para cada tratamiento.....	61
Cuadro A- 1. Rendimiento en grano promedio (kg/ha), por tratamiento al final del experimento.	79
Cuadro A- 2. Análisis de varianza de rendimiento en grano (kg/ha).	79
Cuadro A- 3. Prueba de Duncan para tratamientos de rendimiento en grano (kg/ha).	80
Cuadro A- 4. Prueba de Duncan para bloques de rendimiento en grano (kg/ha).	80
Cuadro A- 5. Longitud de mazorca promedio (cm), por tratamiento al final del experimento.....	81
Cuadro A- 6. Análisis de varianza de longitud de mazorca (cm).	81
Cuadro A- 7. Prueba de Duncan para tratamientos de longitud de mazorca (cm).	82
Cuadro A- 8. Prueba de Duncan para bloques de longitud de mazorca (cm).	82

Cuadro A- 9. Diámetro de mazorca promedio (mm), por tratamiento al final del experimento.....	83
Cuadro A- 10. Análisis de varianza de diámetro de mazorca (mm).....	83
Cuadro A- 11. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de mazorca (mm).	84
Cuadro A- 12. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de mazorca (mm).....	84
Cuadro A- 13. Rendimiento de biomasa en materia seca promedio (ton/ha), por tratamiento al final del experimento.....	85
Cuadro A- 14. Análisis de varianza de rendimiento de biomasa en materia seca (ton/ha).	85
Cuadro A- 15. Prueba de Duncan para tratamientos de biomasa en materia seca (ton/ha).	86
Cuadro A- 16. Prueba de Duncan para bloques de biomasa en materia seca (ton/ha).	86
Cuadro A- 17. Altura de planta promedio (cm), correspondiente a los 15 días después de siembra.	87
Cuadro A- 18. Análisis de varianza de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de siembra.....	87
Cuadro A- 19. Prueba de Duncan para tratamientos de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de siembra.....	88
Cuadro A- 20. Prueba de Duncan para bloques de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de siembra.	88
Cuadro A- 21. Altura de planta promedio (cm), correspondiente a los 30 días después de siembra.	89
Cuadro A- 22. Análisis de varianza de altura de planta (cm), correspondiente a los 30 días después de siembra.....	89
Cuadro A- 23. Prueba de Duncan para tratamientos de altura de planta (cm), correspondiente a los 30 días después de siembra.....	90

Cuadro A- 24. Prueba de Duncan para bloques de altura de planta (cm), correspondiente a los 30 días después de siembra.	90
Cuadro A- 25. Altura de planta promedio (cm), correspondiente a los 45 días después de siembra.	91
Cuadro A- 26. Análisis de varianza de altura de planta (cm), correspondiente a los 45 días después de siembra.....	91
Cuadro A- 27. Prueba de Duncan para tratamientos de altura de planta (cm), correspondiente a los 45 días después de siembra.....	92
Cuadro A- 28. Prueba de Duncan para bloques de altura de planta (cm), correspondiente a los 45 días después de siembra.	92
Cuadro A- 29. Altura de planta promedio (cm), correspondiente a los 60 días después de siembra.	93
Cuadro A- 30. Análisis de varianza de altura de planta (cm), correspondiente a los 60 días después de siembra.....	93
Cuadro A- 31. Prueba de Duncan para tratamientos de altura de planta (cm), correspondiente a los 60 días después de siembra.....	94
Cuadro A- 32. Prueba de Duncan para bloques de altura de planta (cm), correspondiente a los 60 días después de siembra.	94
Cuadro A- 33. Diámetro de tallo promedio (mm), correspondiente a los 15 días después de siembra	95
Cuadro A- 34. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 15 días después de siembra.....	95
Cuadro A- 35. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 15 días después de siembra.....	96

Cuadro A- 36. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 15 días después de siembra.....	96
Cuadro A- 37. Diámetro de tallo promedio (mm), correspondiente a los 30 días después de siembra.	97
Cuadro A- 38. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 30 días después de siembra.....	97
Cuadro A- 39. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 30 días después de siembra.....	98
Cuadro A- 40. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 30 días después de siembra.....	98
Cuadro A- 41. Diámetro de tallo promedio (mm), correspondiente a los 45 días después de siembra.	99
Cuadro A- 42. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 45 días después de siembra.....	99
Cuadro A- 43. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 45 días después de siembra.....	100
Cuadro A- 44. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 45 días después de siembra.....	100
Cuadro A- 45. Diámetro de tallo promedio (mm), correspondiente a los 60 días después de siembra.	101
Cuadro A- 46. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 60 días después de siembra.....	101
Cuadro A- 47. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 60 días después de siembra.....	102

Cuadro A- 48. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 60 días después de siembra.....	102
Cuadro A- 49. Longitud de raíz promedio (cm), al final del experimento.	103
Cuadro A- 50. Análisis de varianza de longitud de raíz (cm).....	103
Cuadro A- 51. Prueba de Duncan para tratamientos de longitud de raíz (cm).	104
Cuadro A- 52. Prueba de Duncan para bloques de longitud de raíz (cm).	104
Cuadro A- 53. Peso de raíz promedio (gr), al final del experimento.....	105
Cuadro A- 54. Análisis de varianza de peso de raíz (gr).	105
Cuadro A- 55. Prueba de Duncan para tratamientos de peso de raíz (gr).....	106
Cuadro A- 56. Prueba de Duncan para bloques de peso de raíz (gr).	106
Cuadro A- 57. Costo de producción por hectárea del T0 (tratamiento control).	107
Cuadro A- 58. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T0 (tratamiento control).	108
Cuadro A- 59. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T0 (Tratamiento control).	108
Cuadro A- 60. Costo de producción por hectárea del T1 (0.71 kg de super concentrate/ha).	109
Cuadro A- 61. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T1 (0.71 kg de super concentrate).	110
Cuadro A- 62. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T1 (0.71 kg de super concentrate/ha).	110
Cuadro A- 63. Costo de producción por hectárea del T2 (1.07 kg de super concentrate/ha).	111
Cuadro A- 64. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T2 (1.07 kg de super concentrate/ha).	112

Cuadro A- 65. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T2 (1.07 kg de super concentrate/ha).	112
Cuadro A- 66. Costo de producción por hectárea del T3 (1.43 kg de super concentrate/ha). 113	
Cuadro A- 67. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T3 (1.43 kg de super concentrate/ha).	114
Cuadro A- 68. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T3 (1.43 kg de super concentrate/ha).	114
Cuadro A- 69. Costo de producción por hectárea del T4 (1.78 kg de super concentrate/ha). 115	
Cuadro A- 70. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T4 (1.78 kg de super concentrate/ha).	116
Cuadro A- 71. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T4 (1.78 kg de super concentrate/ha).	116
Cuadro A- 72. Costo de producción por hectárea del T5 (2.14 kg de super concentrate/ha). 117	
Cuadro A- 73. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T5 (2.14 kg de super concentrate/ha).	118
Cuadro A- 74. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T5 (2.14 kg de super concentrate/ha).	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento en grano promedio (kg/ha), por tratamiento al final del experimento.	43
Figura 2. Longitud de mazorca promedio (cm), por tratamiento al final del experimento. ...	46
Figura 3. Diámetro de mazorca promedio (mm), por tratamiento al final del experimento...	47
Figura 4. Rendimiento de biomasa en materia seca promedio (ton/ha), por tratamiento al final del experimento.	49
Figura 5. Altura de planta promedio (cm), por tratamiento de los 15 a los 60 días después de siembra.	50
Figura 6. Diámetro de tallo promedio (mm), por tratamiento de los 15 a los 60 días después de germinada la planta.....	54
Figura 7. Longitud de raíz promedio (cm), al final del experimento.....	57
Figura 8. Peso de raíz promedio (gr), al final del experimento.	59
Figura A- 1. Análisis de suelo del área donde se realizó el experimento.	119
Figura A- 2. Diseño de campo de la distribución aleatoria de unidades experimentales.	120
Figura A- 3. Diseño de parcela.	120
Figura A- 4. Ubicación del experimento.	121

1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador, la mayor parte de suelos destinados a la agricultura, carecen de microflora, materia orgánica y elementos nutritivos; debido al manejo inadecuado de estos y al uso irracional de fertilizantes químicos, causando bajos rendimientos en los cultivos.

Existe una motivación por la necesidad creciente de contribuir al desarrollo sostenible de la agricultura, para mejorar la calidad de vida, sanear y preservar el medio ambiente, esto requiere aplicar en los cultivos metodologías que sean factibles dentro del nivel científico, técnico y económico.

La producción de maíz (*Zea mays*) se ve afectada por poca disponibilidad de nutrientes en el suelo y falta de estimulantes para la absorción de estos, necesarios para que la planta tenga mayor desarrollo y mejor rendimiento productivo. Por esta razón es necesario utilizar nuevas técnicas que restablezcan la microflora del suelo.

En la presente investigación, se propone como alternativa el uso de hongo micorrizógeno como estimulante natural, el cual promueve una simbiosis para favorecer al cultivo de maíz, en la absorción de nutrientes y tolerancia a condiciones adversas.

Se establecieron cinco tratamientos con diferentes niveles de aplicación de hongo micorrizógenos a la siembra, y un tratamiento testigo; para evaluar qué nivel aporta mejor beneficio económico y productivo. Pudiendo así dar una recomendación técnica y científica.

El estudio se realizó en los meses de marzo – agosto de 2014 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), longitud de raíces (cm), peso de la raíz (gr), y rendimiento en grano (kg/ha) y relación beneficio – costo (\$).

El propósito principal de la investigación fue determinar el rendimiento de grano y de biomasa, mediante el uso de hongos micorrizógenos en el cultivo de maíz y otras características como la longitud de mazorca, diámetro de mazorca, altura de plantas, diámetro de tallo, longitud de raíz, peso de raíz, finalmente fue evaluar la relación beneficio costo entre los tratamientos en estudio.

La hipótesis alterna para la presente investigación es que se obtendrán diferencias significativas positivas entre los tratamientos mediante la aplicación de diferentes niveles de hongos micorrizógenos (Glomus sp), en el cultivo de maíz.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades de hongos micorrizógenos.

2.1.1. Micorriza.

El término “micorriza” proviene del vocablo “myces” que significa hongo y “rhiza” raíz, definido por el botánico Alemán Albert Bernard Frank en el año 1877 (9).

Micorriza es una estructura, formada por la interacción simbiótica mutualista, entre las raíces de las plantas con hongos formadores de micorrizas; los hongos se encuentran naturalmente en el suelo, e interactúan aproximadamente con el 95 % de especies de plantas, hospedándose en las raíces de estas y parte de sus hifas alcanzan tejidos internos, mediante esta interacción ambos se benefician (4, 55, 59).

2.1.2. Clasificación taxonómica.

La clasificación de los hongos micorrizógenos es la siguiente (11).

ReinoFungí
División.....Glomeromycota
ClaseGlomeromycetes
OrdenGlomerales
FamiliaGlomeraceae
GéneroGlomus

Existe una gran cantidad de hongos formadores de micorrizas, aproximadamente 8 géneros y unas 150 especies (57, 62).

2.1.3. Endomicorrizas.

Los hongos pertenecientes a la interacción simbiótica endomicorriza; son organismos productores de hifas, vesículas y arbusculos, en las raíces, creando una simbiosis mutualista, en donde la planta se beneficia con la absorción de nutrientes y los hongos micorrízicos obtienen

un nicho ecológico protegido y sustancias que produce la planta, necesarios para su supervivencia (58, 59).

Más del 90% de los casos de plantas que se encuentran micorrizadas son del tipo endomicorrizas (57).

2.1.4. Importancia en la agricultura.

El uso de productos a base de hongos formadores de micorriza, desempeña un papel muy importante en la agricultura, por favorecer las características agronómicas de los cultivos y mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo. Estos microorganismos participan en la translocación de nutrientes presentes en el suelo y en la capacidad de aumentar la tolerancia de las plantas a estrés biótico y abiótico (55, 56).

El aumento de los niveles de colonización de las raíces y la densidad de hifas en el suelo, en etapas tempranas del crecimiento de la planta aumenta la absorción de fósforo y el rendimiento del cultivo de maíz, cuando el suelo es deficiente en fósforo (48).

2.1.5. Morfología del hongo micorrizógeno.

Los hongos micorrizógenos pueden presentar dos tipos morfológicos de colonización, donde las hifas presentan diferente forma de crecimiento (4):

- **Arum:** tienen la forma de crecimiento intercelular y los arbusculos se encuentran dentro de las células corticales de la raíz.
- **Paris:** donde las hifas y arbusculos tienen un crecimiento intracelular, pero las hifas forman enrollamientos cuando están dentro de la célula.

De acuerdo a su morfología y función, las hifas se pueden clasificar en tres tipos (4):

- **Hifas infectivas:** son las que inician los puntos de colonización en una o varias raíces.
- **Hifas absorbentes:** son las que se encargan de explorar el suelo para la extracción de

nutrientes.

- **Hifas fértiles:** contienen esporas para la propagación del hongo.

2.1.6. Ciclo de vida del hongo micorrizógeno.

El ciclo de vida puede iniciarse a partir de tres formas de propágulos que son: esporas maduras, fragmentos de raíz micorrizada y redes de hifas que sobreviven en el suelo (31, 44).

Los hongos formadores de micorrizas, son simbioses estrictos, por lo que requieren la presencia de raíces susceptibles a ser colonizada, para producir la infección y completar su ciclo de vida (31).

La finalización del ciclo se da cuando el establecimiento del hongo en la raíz ha sido completo y suficientemente desarrollado, para producir la esporulación, dando origen a esporangiosporas que pueden reiniciar el ciclo (19).

2.1.7. Desarrollo y formación de micorrizas.

El desarrollo de hongos micorrizógenos se ve limitado en un corto periodo de tiempo de una a dos semanas, esto se debe a que las condiciones del medio no son las adecuadas para desarrollarse. Con la presencia de raíces se desarrolla el micelio vegetativo que puede colonizar entre el 60-90% del sistema radical en condiciones favorables (24).

En el proceso de desarrollo de hongos formadores de micorrizas, ocurren dos estadios para la formación final (44).

- **Reposo-reproductivo:** inicia con la germinación de esporas maduras, es un proceso independiente de raíces, requiriendo condiciones adecuadas de humedad y temperatura en el suelo.
- **Vegetativo:** involucra interacciones complejas dependientes de la planta, es donde se da la colonización y desarrollo de estructuras fúngicas micorrízicas, vesículas y

arbúsculos.

2.1.8. Proceso de colonización.

La infección o colonización de raíces por hongos micorrizógenos, es un largo proceso que involucra una secuencia de etapas, reguladas por una interacción entre endo simbiote y hospedero. El proceso inicia a partir de esporas desarrolladas por el hongo, o del micelio originado en una raíz previamente infectada (54):

- 1. Pre-infección:** En la rizosfera, o en regiones próximas a los pelos absorbentes de las raíces, se da el inicio de esta etapa; en la cual el hongo se activa, para darse una identificación mutua y producir la simbiosis. Este proceso es facilitado por exudados de la raíz que provocan el crecimiento del micelio y adaptación a la planta (26).
- 2. Penetración:** Posterior a la identificación entre el hongo y la raíz, se produce un punto de entrada por cada espora, caracterizado por un abultamiento o apresorio. El hongo no penetra por heridas, ni en sitios de raíz dañada; indicando que se necesita un lugar fisiológicamente activo para la penetración (52).
- 3. Colonización intra-radical:** Esta comprende la modificación morfológica de la raíz al realizarse la colonización, produciéndose cambios estructurales tanto en los tejidos colonizados por el hongo, como en la organización de la pared celular de la raíz, que producen una integración fisiológica de ambas especies (23, 26).

Realizada la infección, se desarrollan arbúsculos en el interior de las células, mediante ramificaciones repetidas de hifas intracelulares. La función de los arbúsculos es liberar el fósforo al interior de la célula durante 4 a 14 días; desarrolladas las hifas internas, se forman las vesículas que tienen la función de almacenar lípidos (54).
- 4. Desarrollo del micelio externo:** Dependiendo de la colonización cortical, se desarrolla simultáneamente el micelio extra-radical, constituido por hifas (51).

Cuando el hongo coloniza la corteza de la raíz, pasa a formar parte de este órgano, por el contacto endógeno que permite la planta; el micelio externo explora el suelo y actúa como un sistema radicular complementario que ayuda a la planta a adquirir nutrientes y agua (25, 26).

5. Esporulación y re-infección: El hongo, puede esporular pocas semanas después de producida la colonización de la raíz; este proceso está regulado por el contenido de humedad presente en el suelo, estimándose que el estrés hídrico aumenta la generación de estructuras de resistencia (esporas). Al cumplirse el proceso de esporulación, las esporas están nuevamente en condiciones para realizar la pre-infección o re- infección (51).

2.1.9. Simbiosis.

Las plantas presentan respuestas de defensa a la invasión de microorganismos patógenos, iniciando una serie de cambios fisiológicos y bioquímicos como engrosamiento de la pared celular, compuestos fenoles, saponinas y lectinas que impiden o dificultan la entrada de éstos en células radiculares, estas no impiden la colonización de hongos formadores de micorrizas, debido a que el hongo emite señales por medio de exudados que libera la raíz, para que la planta lo reconozca y no inicie una reacción de defensa (4, 56).

Cuando la planta ha sido infectada por el hongo, libera compuestos de naturaleza volátil o exudados, uno de ellos es el CO₂, que es fundamental para la germinación de esporas y el crecimiento de la hifa germinativa, la espora tiene la capacidad de almacenar carbohidratos en forma de lípidos y azúcares, el CO₂ es una de las fuentes de carbono necesario para el crecimiento de la hifa (56).

2.1.10. Factores que afectan la simbiosis.

La asociación de hongos micorrizógenos con plantas, puede verse afectada por los siguientes factores (55):

2.1.10.1. Preferencia de los hongos micorrizógenos.

Sustancias exudadas por las raíces como, las flavonoides, strigolactona y auxinas, controlan las preferencias de los hongos micorrizógenos, ya que estas estimulan la germinación de esporas, crecimiento y ramificación de hifas (55).

La colonización de los hongos micorrizógenos, varía con la edad de la planta, especialmente en plantas perennes o semiperennes, prefiriendo plantas jóvenes (55).

2.1.10.2. Temperatura.

La temperatura óptima para que se realice la simbiosis es de 30°C pero se puede realizar en temperaturas que rondan entre los 18-40°C, bajando o subiendo de ese rango hay una inhibición de colonias (55).

2.1.10.3. PH.

Los efectos del pH sobre los hongos son variables, mostrando comportamientos positivos, negativos y neutros, en diferentes rangos de pH, aunque pueden ser afectados en suelos distintos al de su origen, limitando su adaptación (55).

2.1.10.4. Compactación del suelo.

Suelos aireados, húmedos y con materia orgánica favorecen la formación de micorrizas; sin embargo, suelos compactados, afectan negativamente la simbiosis, ya que disminuyen la distribución y penetración de las hifas en la rizosfera. (34, 55).

2.1.10.5. Labranza del suelo.

Cuando se laboreo el suelo de forma mecanizada, se afecta el estado natural, y su efecto más importante en el funcionamiento de micorrizas, es el rompimiento de la red de micelio extra radical, que permite la extracción de nutrientes y agrupación de microagregados, que contribuyen a la estabilidad física y biológica del suelo (7).

2.1.10.6. Rotación de cultivos.

Las familias Brassicaceae, Quenopodiáceas, Ciperáceas, Cariofiláceas y Juncáceas, en un 33 % no permiten micorrización y reducen la cantidad de propágulos infectivos, disponibles en el suelo de forma natural para otros cultivos, por lo que no se recomienda rotación con especies de estas familias (7, 33).

2.1.10.7. Plaguicidas.

Los plaguicidas fueron diseñados para combatir la mayoría de plagas que afectan los cultivos, sin tomar en cuenta los microorganismos benéficos del suelo, ya que causan efectos variables a las poblaciones de hongo micorrizógenos, determinados por la dosis y forma de aplicación (7).

Los fungicidas como el dicarboximidazoles, ditiocarbamatos, hidrocarburos, carboxin, tridemorph y benomyl causan efectos negativos en el desarrollo de los hongos disminuyendo la colonización de estos (7).

El efecto de los herbicidas solo puede ser indirecto, ya que destruye el hospedero de los hongos micorrizógenos (7).

Los nematocidas e insecticidas siguiendo las dosis recomendadas de aplicación, controlan competidores y depredadores de hongos micorrizógenos (7).

2.1.11. Dependencia de micorrizas.

Puede definirse como el grado de dependencia de las plantas para formar simbiosis micorrízica y completar su máximo desarrollo, vegetativo y productivo, bajo los niveles de fertilidad del suelo (15).

En el desarrollo de la planta son notables los efectos causados por hongos micorrízicos, pero el efecto varía según el tipo de raíz, tasa de crecimiento de la planta, clima, tipo de suelo y las especies de hongos formadores de micorrizas, esto determina la dependencia o no dependencia micorrízica de las plantas (15).

Se sostiene que plantas con raíces gruesas no ramificadas y pocos pelos absorbentes, mantienen mayor dependencia de estructuras micorrízicas. En general, la mayor o menor formación de pelos radiculares en muchas plantas, está inversamente relacionada con un incremento en la dependencia de hongos micorrizógenos (15).

La dependencia micorrízica, puede darse en tres formas (25):

2.1.11.1. Dependencia obligada.

Este grupo incluye especies vegetales que presentan crecimiento muy reducido en ausencia de la simbiosis, ya que la dependencia de esta interacción es indispensable para asegurar una nutrición adecuada. Estas plantas presentan tasas de colonización micorrízica muy altas, superiores al 60 %. Dentro de este grupo se encuentran las especies de cítricos, tubérculos, solanáceas, leguminosas, cafeto, entre otras (25, 51).

2.1.11.2. Dependencia facultativa.

Está compuesto por plantas que poseen un sistema radicular profuso y desarrollado, con gran cantidad de pelos absorbentes y eficiente absorción de nutrientes y agua; sin embargo, bajo condiciones edáficas que no cumplen con los requerimientos, responden positivamente a las asociaciones micorrízicas. En general, las tasas de colonización son inferiores al 50 % y se encuentran representadas mayormente por Poaceas (25, 51).

2.1.11.3. Dependencia negativa.

Algunas especies de las familias Brassicaceae, Quenopodiáceas, Ciperáceas, Cariofiláceas y la mayoría de Juncáceas, no permiten la formación de micorrizas; debido a que inhiben la germinación de esporas, crecimiento hifal y formación de apresorios, por el contenido de potentes antifúngicos como; fenoles, fitoalexinas, etileno, que regulan la colonización de hongos (7, 24, 50).

2.1.12. Relación del hongo micorrizógeno en la nutrición de las plantas.

Las plantas tienen cierta capacidad para absorber nutrientes; determinada por los movimientos de las raíces en el suelo, la especie vegetal, variedad, densidad de las raíces, morfología de la raíz y el crecimiento de hongos micorrizógenos (28).

2.1.12.1. Nitrógeno.

En la absorción de nitrógeno las micorrizas no son de gran importancia; pero se ha demostrado que en leguminosas aumenta la absorción y fijación de nitrógeno atmosférico, al combinarse con *Rhizobium* o *Frankia*, pero se tiene que encontrar una concentración baja de fósforo en el suelo, para que tenga una respuesta fisiológica favorable en la planta (35).

2.1.12.2. Fósforo.

Uno de los efectos más importantes que realizan las micorrizas, es transportar las cantidades necesarias de fósforo a la planta (37).

El fósforo se encuentra en pocas cantidades disponible para las plantas por ser poco soluble; entre el 95-99% de fósforo orgánico e inorgánico presente en el suelo, no se encuentra disponible para las plantas. La disponibilidad de fósforo inorgánico es afectada por tres factores que son; la solubilidad, la cantidad de solución presente y la distancia entre el ion fósforo y la raíz (34, 58).

La aplicación de fertilizante con altas cantidades de fósforo, aumentan el fosfato insoluble en el suelo, más del 90% se fija, y se vuelve indisponible para las plantas durante ciertos periodos de tiempo (34).

El fósforo estimula la formación y crecimiento de raíces, interviene en la formación de los órganos reproductores de las plantas, formación de semillas y transfiere energía a la planta (34).

Los niveles de fósforo presentes en la solución del suelo, están muy relacionados con la colonización radicular que realizan los hongos micorrizógenos; al encontrarse un nivel bajo

de fósforo en el suelo, se encuentra también un bajo nivel de fosfolípidos en la membrana vegetal, produciendo mayor exudación radicular que estimula la colonización del hongo (37).

Si se aplica cantidades altas de fertilizante fosforado interfiere con la simbiosis, llegando a inhibir la colonización de los hongos micorrizógenos, por las siguientes razones (19).

1. Las raíces que se encuentran en un área de suelo con alta concentración de fósforo no exudan suficientes productos estimulantes de ramificaciones de hifas y por eso hay menos infección o colonización.
2. Las plantas que tienen mayor contacto con altas cantidades de fósforo no proporcionan tantos carbohidratos al hongo. Esto limita la colonización desde la raíz al suelo.
3. Por la menor cantidad de carbohidratos que la planta sule al hongo reduce la cantidad de esporulación por falta de energía adecuada.

El transporte del fósforo desde la solución del suelo hasta las raíces se realiza en 3 partes (37).

1. El fósforo es captado por las hifas externas de la planta, unas 1000 veces más rápido que por la difusión a través de la solución del suelo.
2. Posteriormente el fósforo es trasladado a través de las hifas intraradicales.
3. Finalmente el poli fosfato y el ion fósforo se transfieren al citoplasma, impulsados a través de las hifas hacia los arbusculos en donde son degradados y transferidos a la célula hospedera.

2.1.12.3. Otros elementos.

Las hifas de los hongos micorrizógenos tienen capacidad para la absorción de nutrientes que se disuelven lentamente o se encuentran en bajas concentraciones en el suelo, como el Fósforo, Zinc, Cobre, Potasio y Amonio (60).

Los micronutrientes como el Zinc, Cobre, Boro, Hierro, Manganeso y Molibdeno, son tomados activamente por las hifas de los hongos y transportados a la planta hospedera, esenciales para su desarrollo vegetativo y productivo (60).

2.1.13. Mecanismos de absorción de nutrientes por micorrizas.

Los hongos micorrizógenos tienen relevancia en la fisiología de las plantas, ya que participan en la absorción de nutrientes, de acuerdo a los siguientes mecanismos (60, 62, 66).

1. Se calcula que 1 cm de raíz micorrizada posee unos 80 cm de hifas externas, aumentando la superficie del suelo para la absorción de elementos de poca movilidad. Una planta micorrizada puede llegar a explorar hasta unas 40 veces el volumen del suelo más que una planta normal.
2. Los hongos micorrizógenos pueden disolver los minerales de sílice, liberando elementos esenciales para las plantas.
3. Las hifas son de menor dimensión que las raíces de las plantas, por lo tanto pueden penetrar entre los poros más fácilmente, favoreciendo la extracción de nutrientes.

2.1.14. Beneficios de las micorrizas.

Las micorrizas presentan otros beneficios además de la absorción de nutrientes, que son de gran importancia para las plantas:

- Inducen la producción de hormonas (auxinas, citoquininas y giberelinas) que ayudan en el crecimiento y desarrollo de la planta (17, 60)
- Incrementan la vida útil de las raíces absorbentes (17).
- Ayudan a tolerar el estrés biótico por enfermedades, ya que estimulan la producción de sustancias antimicrobianas (ligninas, fenoles, fitoalexinas, etileno, quitinasa y peroxidas), que inhiben la acción de hongos patógenos (17, 44, 60).

- Ayuda a tolerar el estrés abiótico (sequía, altas temperaturas, toxicidad por metales pesados y sales) (17).
- Mejora las condiciones físicas del suelo, los micelios externos de los hongos atrapan y enlazan partículas que se encuentran sueltas en el suelo, facilitando la formación de agregados, proporcionando una estabilidad física al suelo (17, 44).
- Sustituyen en forma parcial el uso de fertilizantes químicos, haciendo más eficiente la absorción de nutrientes, llegando a disminuir entre 50-80% la fertilización química (17, 62).
- Establecen relación sinérgica con otros microorganismos, ya que pueden aumentar la nodulación de raíces producidas por bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (10, 17).

2.2. Generalidades del cultivo de maíz.

2.2.1. Origen.

El origen del maíz no ha sido determinado con exactitud, sin embargo se mencionan algunos sitios que van desde Sur América hasta México, señalando a México y Guatemala como lugares más probables de origen (61).

2.2.2. Clasificación taxonómica.

El maíz pertenece a la siguiente clasificación (6):

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae (Gramineae)

Tribu: Andropogoneae

Género: Zea

Especie: Mays

2.2.3. Importancia alimenticia.

El maíz es de gran importancia alimenticia para los seres humanos, por las grandes bondades que posee y diversidad de usos, es uno de los alimentos más antiguos, y en la actualidad se ha convertido en el más importante entre los cereales a nivel mundial, superando en toneladas producidas al arroz y al trigo (23).

En El Salvador el consumo per cápita por año es alrededor de 80.51 kilogramos en el área urbana y 127 kilogramos en el área rural (18).

2.2.4. Importancia económica.

La importancia económica del maíz en la región de Centroamérica es muy alta. El valor bruto de la producción del maíz a precios del mercado en el año 2005, fue de 1,100 millones de dólares y la generación de empleo alcanza los 119 millones de jornales (35).

Según MAG (46), en el periodo 2012-2013 la producción de maíz en El Salvador fue de 20.90 millones de quintales en un área cultivada de 403,955 mz, con un promedio de 51.90 quintales por manzana.

2.2.5. Morfología de la planta.

La planta de maíz es de porte robusto de fácil desarrollo que normalmente alcanza los 2 a 2.5 mt de altura y de producción anual (13, 40).

2.2.5.1. 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 (13, 40):

- **Raíces primarias:** emitidas por la semilla, comprende la radícula y las raíces seminales.
- **Raíces secundarias:** se forman a partir de la corona por encima de raíces primarias, 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.

2.2.5.2. 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 (13, 40).

2.2.5.3. 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 (13, 40).

2.2.5.4. 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 (18).

- **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 (13).

- **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” (13).

2.2.5.6. Fruto.

Es clasificado como cariósipide, fruto seco que no se cae de su soporte, este proviene de un ovario compuesto. La cubierta del grano está fuertemente adherida al pericarpio (13).

2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos del maíz.

2.2.5.1. Altitud.

En los climas tropicales el maíz crece desde el nivel del mar hasta 4000 msnm. Estando en altura superiores a los 1000 msnm el maíz puede llegar a medir hasta 5 metros de altura, y los rendimientos disminuyen sobrepasando los 3000 msnm. En el salvador se obtienen los mejores rendimientos en alturas desde los 0 a 900 msnm, llegando a alcanzar las plantas una altura desde los 2 a 2.65 metros (13, 18).

2.2.5.2. 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 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 (13).

2.2.5.3. Suelo.

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde se pueden producir buenas

cosechas, siempre y cuando se empleen técnicas adecuadas y variedades que tengan la capacidad para adaptarse al tipo de suelo (18).

Los suelos idóneos para cultivar maíz son los suelos de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos (60 cm) y con elevada capacidad de retención para el agua (18).

Los suelos no aptos para cultivar el maíz son los excesivamente pesados (arcillosos), porque se inundan fácilmente y los muy sueltos (arenosos) afectan el desarrollo de las plantas por su propensión a perder fácilmente la humedad (18).

2.2.5.4. PH.

El maíz se desarrolla mejor en suelos con pH entre 5.5-7.8, fuera de esos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos necesarios para la nutrición de la planta o se puede producir toxicidad. Cuando el pH es mayor a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), presenta carencias de Hierro, Manganeso y Zinc, menor a 5.5 presenta problemas de toxicidad por aluminio y magnesio (18).

2.2.5.4. Precipitación.

El maíz necesita precipitaciones de 500 a 700 mm bien distribuidos durante todo el ciclo del cultivo (18).

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 (18).

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 (18).

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 (18).

2.2.5.5. 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 (13).

2.2.6.1. Aplicación del fertilizante.

El método de aplicación del fertilizante más recomendable es por postura e incorporado; aunque existen otros, tales como; postura superficial y en banda. Para que un fertilizante ejerza su acción, es indispensable que exista buena humedad en el suelo (18).

De no contar con un análisis de suelo se recomienda las siguientes fertilizaciones (18):

- **Suelos de textura fina (francos y franco-arcillosos)**
 - ✓ Aplicar 325 kg/ha (715 lb/ha) de fórmula 16-20-0 a la siembra u ocho días después de siembra, como primera fertilización.
 - ✓ La segunda, hacerla con 253 kg/ha (556 lb/ha) de Sulfato de Amonio u 116 kg/ha (255 lb/ha) de Urea, a los 30 días después de siembra.
- **Suelos de textura gruesa (arenosos)**
 - ✓ Aplicar como primera fertilización, 325 kg/ha (715 lb/ha) de fórmula 16-20-0 a la siembra, o hasta ocho días después de la siembra.
 - ✓ La segunda fertilización, a los 30 días después de siembra con 130 kg/ha (286 lb/ha) de Sulfato de Amonio.

- ✓ La tercera fertilización, 45 días después de la siembra, se deben aplicar 65 kg/ha (143 lb/ha) de Urea.

2.2.6. 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 (8). A continuación se presentan las necesidades de fertilización para el cultivo de maíz híbrido:

ELEMENTO	KG/HA
*Nitrógeno	187
*Fósforo	38
*Potasio	192
*Calcio	38
*Magnesio	44
*Azufre	22
Cobre	0.1
Zinc	0.3
Boro	0.2
Hierro	1.9
Manganeso	0.3
Molibdeno	0.1

- ✓ Los elementos con (*) son absorbidos en mayores cantidades (18).

2.2.6.2. Importancia de los nutrientes para la planta.

El maíz requiere de nutrientes, especialmente Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio y Azufre, para mantener un buen desarrollo durante todo el ciclo vegetativo. En la mayoría de los suelos donde se cultiva maíz, no es necesario aplicarle elementos menores como Cobre, Zinc, Boro, Hierro, Magnesio y Molibdeno, debido a que por lo general los suelos disponen de estos elementos o la demanda de los mismos es mínima (28).

2.2.6.2.1. Nitrógeno.

Es el promotor del crecimiento de la planta. La demanda de Nitrógeno aumenta

conforme la planta se desarrolla; cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de este elemento crece rápidamente, en tal forma que al aparecer las flores femeninas, la planta ha absorbido más de la mitad del total extraído durante todo el ciclo (23).

2.2.6.2.2. Fósforo.

Es un elemento importante para la nutrición del maíz y desarrollo radicular, presentándose en tejidos jóvenes. Es necesario en el almacenamiento y transferencia de energía en la planta (23).

2.2.6.2.3. Potasio.

La planta de maíz lo toma en los primeros 30 días, pero no es muy tomado en cuenta al momento de la fertilización ya que puede encontrarse en formas variables pero significativas naturalmente en el suelo. Juega un papel muy importante, en la activación de enzimas y síntesis de carbohidratos y proteínas (3, 23).

2.2.6.2.4. Azufre.

La deficiencia de este nutriente, se presenta generando clorosis general o intervenal de las hojas más nuevas de la planta. Al ocurrir deficiencia de Azufre afecta la absorción de Nitrógeno y provoca que la mazorca quede pequeña y no llena adecuadamente (8).

2.2.7. Preparación del terreno.

Puede realizarse mediante 2 métodos; dependiendo de las condiciones del terreno, disponibilidad de recursos y preferencias del productor (13).

2.2.7.1. 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 (8).

2.2.7.2. Labranza mecanizada o con tracción animal.

Se realiza utilizando maquinaria agrícola específica o utilizando bueyes para la tracción de implementos. Es apropiada para terrenos planos y libres de obstáculos (18)

2.2.7.3. Chapoda.

Se debe realizar un mes antes de establecer el cultivo para eliminar malezas, troncos 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 (30).

2.2.7.4. 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 (8).

2.2.7.5. Rastreado.

Se pueden hacer 2 ó 3 pasos a una profundidad de 15 ó 20 cm, dependiendo del tipo del suelo; con la finalidad de mullir terrones dejados con el paso de arado y nivelar el suelo (41).

2.2.7.6. 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 (42).

2.2.7.7. 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 (34).

2.2.8. Plagas del cultivo de maíz.

2.2.8.1. 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 (42).

Entre los insectos más comunes presentes en el suelo que afectan el cultivo del maíz se pueden mencionar: gallina ciega (Phyllophaga spp), gusano cuerudo (Agroti spp), tierreros (Feltia sp), gusano de alambre (Metanotu spp, Aeolu spp); se alimentan de las raíces y base del tallo por lo que causan la marchitez y muerte de la planta (18).

El control de los insectos del suelo puede estar basado en diferentes alternativas (42):

- ✓ 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.

2.2.8.2. Plagas del follaje.

2.2.8.2.1. Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda).

La severidad del ataque depende de algunos factores como; la edad de la planta, estadio de la plaga y condición del clima (18).

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 (12).

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 al establecido se recomienda control con insecticida (18).

2.2.8.2.2. 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 (18).

Daño: Los adultos se alimentan del follaje, pueden dañar los estigmas de la flor femenina (jilote), afectando la polinización, lo cual disminuye llenado de grano en la mazorca; las larvas o gusanos pueden perforar las raíces, lo que puede resultar en tallos deformados (12).

2.2.8.2.3. Gusano medidor (Mocis latipes), falso medidor (Trichoplusia ni).

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 (18).

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 (12).

2.2.8.2.4. Barrenador del tallo (Diatraea sp).

Plaga de moderada importancia; la severidad del daño depende de la edad y estado de la planta (14).

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 (14).

2.2.8.3. Enfermedades del cultivo de maíz.

2.2.8.3.1. Pudrición del tallo (Erwinia spp).

El primer síntoma se caracteriza por flacidez del cogollo seguido de un marchitamiento y muerte de tejidos de la planta; en el tallo se presenta pudrición acuosa mal oliente del área afectada, generalmente afecta antes de la floración (18).

La presencia de plantas enfermas por tiempos prolongados, favorece la propagación de la bacteria, con mayor incidencia en días muy calurosos, generalmente después de la lluvia o riego (64).

2.2.8.3.2. Complejo mancha de asfalto (Phyllachora maydis, Monographella maydis).

La incidencia de la enfermedad, se da mayormente en zonas donde se mantiene alta humedad, y suelos con poco drenaje, ya que favorecen el desarrollo de hongos fitopatógenos (64).

Los síntomas inician con pequeños puntos negros, que se distribuyen por toda la lámina foliar, llegando a fusionarse, provocando la quemadura completa de la hoja. Es importante la observación permanente del cultivo para detectar el problema con anticipación y evitar la propagación. El control puede realizarse, cuando los puntos negros no están dispersos en todo el follaje, mediante la aplicación de fungicidas sistémicos (18).

2.2.8.3.3. Roya común (Puccinia sorghi).

Se identifica por pústulas pulverulentas pequeñas, en ambos lados de la hoja. A principio las pústulas son café rojizas luego rompen la epidermis y se tornan negras. Se manifiesta principalmente en las hojas, aunque puede afectar el tallo y la envoltura de la mazorca (13).

CESAVEG (14), recomienda la eliminación de hospederos alternos (malezas), la rotación de cultivo disminuye el inóculo del hongo, ya que ayudan a romper su ciclo.

2.2.8.3.4. 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 (8).

Los microorganismos causantes son transmitidos por chicharritas (Dalbulus maidis), por esto la importancia de establecer un sistema integrado de plagas en el cultivo (64).

2.2.8.3.5. 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 (64).

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 (8).

Para prevenir la enfermedad se recomienda la siembra de híbridos tolerantes, fertilizaciones adecuadas, buen control de plagas y evitar condiciones de sequía (64).

2.3. Estudios realizados.

2.3.1. Evaluación de cepas de micorriza vesículo arbuscular en plantas de caoba (Swietenia sp.) en etapa de vivero en Zamorano, Honduras.

Guerra (36), en el 2009, realizó una investigación para evaluar cepas de micorriza vesículo arbuscular en plantas de caoba (Swietenia sp) en etapa de vivero. Se establecieron cinco tratamientos que consistieron en plantas inoculadas con las cepas de micorriza, Glomus sp (M7 y C4), Acaulospora sp (M8) y Entrophospora sp (SE3) y el testigo que no fue inoculado con micorrizas; cuatro bloques, representando cada bloque una repetición. La unidad experimental estuvo conformada por siete plantas. A continuación se resumen los resultados de la investigación:

Tratamientos	Raíces (gr)	Altura de planta (cm)	Infección de raíces (%)
<u>Acaulospora sp</u> (M8)	2.8 b	18.50 a	21 b
<u>Glomus sp</u> (M7)	3.3 ab	18.10 ab	35 b
<u>Entrophospora sp</u> (SE7)	4.2 a	18.20 ab	19 b
<u>Glomus sp</u> (C4)	2.5 b	16.60 bc	61 a
Sin inculo	4.1 a	16.10 c	20 b

Se presentaron diferencias ($P < 0.05$) en el peso fresco de raíces entre algunas cepas, pero en general éstas no fueron superiores al testigo. La cepa de Glomus sp. (C4) fue inferior a algunas de las otras cepas y al testigo en el peso fresco de la raíz.

Se obtuvo diferencia ($P > 0.05$) en el incremento de altura entre las plantas inoculadas con las cepas Acaulospora sp (M8), Glomus sp (M7) y Entrophospora sp (SE3) con respecto al testigo, pero no hubo diferencia entre ellas. La nueva cepa de Glomus sp. (C4) no fue diferente a las otras cepas que actualmente constituyen el inoculante Mycoral® ni al testigo. En general el crecimiento de las plantas fue constante.

El mayor porcentaje de infección de raíces se obtuvo con la cepa Glomus sp (C4) ($P < 0.05$). Sin embargo, esta mayor infección no tuvo efecto en la mayoría de variables medidas.

Concluyo que las cepas de mejor comportamiento en pesos frescos de las plantas fueron las de Glomus sp (M7) y Entrophospora sp (SE3), en altura de las plantas de caoba aumentó con el uso de micorrizas seleccionadas, la cepa de micorriza Glomus sp (C4) mostró mayor efecto en el porcentaje de infección de raíces, que Acaulospora sp (M8), Glomus sp (M7) y Entrophospora sp (SE3).

2.3.2. Efecto de la aplicación de Rhizobium y Micorriza en el crecimiento del frijol

(Phaseolus vulgaris L) Variedad CC-25-9 negro, en Cuba.

González y col. (32), en el 2012, evaluaron el efecto de bacterias del genero Rhizobium

y micorriza en el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad CC-25-9 negro. El diseño estadístico utilizado fue bloques completos al azar con cuatro tratamientos, las variables en estudio fueron: Altura de las plantas (cm), número de hojas trifoliadas, diámetro de la base del tallo (mm), número de nódulos por planta. A continuación se resumen los resultados de la investigación.

Tratamientos	Altura de las plantas (cm) 60 días	Numero de hojas trifoliadas	Diámetro de la base del tallo (mm)	Numero de nódulos por planta	Rendimiento (ton/ha)
Control	24.57 c	12.89 c	4.27 c	0 b	0.91 d
Rhizobium	51.38 ab	27.47 b	7.94 a	8.31 a	2.25 b
Micorrizas	48.62 b	26.36 b	6.67 b	7.95 a	1.96 c
Rhizobium + Micorrizas	54.73 a	34.62 a	7.75 a	8.27 a	2.54 a

La altura de las plantas muestra una marcada diferencia en aquellos tratamientos en que se aplicó Rhizobium y Micorrizas respecto al testigo, destacando el tratamiento (Rhizobium + Micorrizas) con 54.73 cm, el cual no difiere de la inoculación con Rhizobium, pero sí del resto de los tratamientos.

El número de hojas trifoliadas presenta diferencia significativa entre tratamientos y con 34.62 hojas trifoliadas la coinoculación de Rhizobium y micorrizas mostró los mejores resultados, no observándose diferencia significativa entre los tratamientos en que se llevó a cabo la inoculación simple de Rhizobium y micorrizas, pero sí entre estos y el testigo.

El diámetro de la base del tallo no muestra diferencia significativa entre la inoculación con Rhizobium y la coinoculación de Rhizobium y micorrizas, correspondiendo a estos tratamientos con 7.94 y 7.75 mm, respectivamente, los valores más altos, los cuales difieren significativamente del resto de los tratamientos.

El número de nódulos por planta no muestra diferencia significativa en aquellos tratamientos en que se aplicó Rhizobium y micorrizas de forma simple y combinada, resaltando la marcada diferencia entre estos tratamientos y el testigo en el cual no se observó formación de nódulos, obteniéndose los mejores resultados en la inoculación con Rhizobium con 8.31 nódulos por planta.

El rendimiento en ton/ha muestra diferencia significativa entre tratamientos, obteniéndose los mayores valores con el tratamiento (Rhizobium + micorrizas) con 2.54 t/ha, el cual difiere significativamente del resto de los tratamientos, observándose una clara tendencia al incremento del rendimiento cuando se aplicaron los biofertilizantes. El testigo mostró los más bajos rendimientos con 0.91 t/ha.

Los resultados expuestos sugieren una asociación planta-microorganismo efectiva, considerando la inoculación simple y coinoculación de Rhizobium y micorrizas como una alternativa viable, sostenible y ecológica para la producción del cultivo del frijol.

En sentido general la coinoculación Rhizobium + micorrizas, mostró los mejores resultados en las variables de crecimiento evaluadas, así como en el rendimiento y sus componentes.

2.3.3. Nutrición mineral e inoculación con hongos micorrízicos en la calidad postcosecha de frutos de papaya maradol, en México.

Vázquez (65), en el 2011, evaluó el efecto de la nutrición mineral e inoculación con hongos micorrízicos en la calidad postcosecha de frutos de papaya maradol. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con 6 repeticiones por tratamiento, las variables evaluadas fueron, altura de la planta (cm), diámetro del tallo (cm) y altura al primer fruto (cm), colonización micorrízica (%) y rendimiento en (ton/ha). A continuación se resumen los resultados de la investigación.

Tratamiento	Altura de la planta (cm)			Diámetro del tallo (cm)		
	Días después del trasplante			Días después del trasplante		
	30	120	210	30	120	210
Testigo	29.19 b	85.98 b	174.88 b	1.14 b	6.5 b	10.63 a
G. mosseae	32.53 a	88.9 a	180.34 a	1.32 a	6.93 a	10.76 a
E. colombiana	31.28 a	87.28 ab	174.92 b	1.27 a	6.65 b	10.64 a

Tratamiento	Altura al primer fruto (cm)	Colonización Micorrízica (%)	Rendimiento (ton/ha)
Testigo	37.50 a	16.46 c	70.6 c
G. mosseae	36.93 a	91.52 a	144.9 a
E. colombiana	37.18 a	58.24 b	101.7 b

La inoculación con *G. mosseae* incremento significativamente la altura de planta, respecto al testigo, en 11.33, 3.4 y 3.1 % a los 30, 120 y 210 días después del trasplante; así mismo, el diámetro del tallo incremento en 18.2 y 6.2 % a los 30 y 120 días, respectivamente. La inoculación de *E. colombiana* solo incremento significativamente la altura de planta (7.2 %) y el diámetro del tallo (18.2 %) comparado con el testigo a los 30 días después del trasplante. *G. mosseae* mostró mayor efecto que *E. colombiana* en la altura de planta a los 210 días después del trasplante y diámetro del tallo a los 120 días; ninguno de los tratamientos afecto la altura al primer fruto.

La inoculación con *G. mosseae* incremento en un 105.20 %, el rendimiento con respecto al tratamiento testigo y la inoculación con *E. colombiana*, aumento en un 44.10 % el rendimiento con respecto al tratamiento testigo.

La colonización micorrízica y densidad de esporas fue mayor en plantas inoculadas con *G. mosseae* que con *E. colombiana*.

En conclusión la inoculación con *G. mosseae* y *E.colombiana* incrementó el rendimiento de papaya al mejorar el amarre y peso de frutos. *G. mosseae* incremento significativamente la altura de plantas de papaya. La inoculación de planta de papayo con *E.colombiana* no afectó la calidad de los frutos. *G. Mosseae* y *E. Colombiana* redujeron significativamente la pérdida de peso, aspecto importante en papaya, dada la alta transpiración y perecibilidad de los frutos *G. mosseae* influyó mejor en varios aspectos, posiblemente a una mayor asociación con las plantas de papaya y una mejor adaptabilidad a las condiciones edáficas y medioambientales de la región.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Generalidades.

3.1.1. 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 (figura A-4). La temperatura promedio 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.

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, cuya unidad de mapeo Sma, presenta las características siguientes:

- **Sma:** san miguel franco arcilloso ligeramente inclinado en planicies.
- **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 arcilloso 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.

3.1.3. Periodo de ejecución.

La investigación se realizó en un período de 20 semanas, comprendidas del 13 de marzo de 2014 al 30 de julio y se presentaron las siguientes condiciones climáticas. A continuación se resumen las condiciones climáticas promedio en la zona oriental, desde el mes de marzo hasta julio de 2014:

Parámetro	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Temperatura promedio °C	29.96	30.57	29.69	29.13	30.65
Temperatura máxima promedio °C	38.16	38.13	35.23	34.81	38.22
Temperatura mínima promedio °C	21.76	23.01	24.14	23.45	23.07
Humedad relativa %	65.65	60.13	74.10	79.80	65.48
Precipitación mm	23.30	1.20	143.60	263.40	29.70

Fuente: SNET

3.2. Materiales.

3.2.1. Descripción del super concentrado ultrafine endo micoapply®.

El inóculo en polvo, consistente en un purgado de 4 especies de hongos

endomicorrízicos, en un tamaño menor de 220 micras. Este concentrado, es ideal para mezclarse con agua, las esporas de los hongos se encuentran en estado de latencia y pueden activarse con la presencia de raíces en el suelo.

3.2.1.1. Componentes del super concentrado ultrafine endo microapply®.

Glomus intraradices, Glomus mosseae, Glomus aggregatum y Glomus etunicatum (250,000 propágulos/lb).

Nota: el producto fue importado desde Estado Unido, proporcionado por el Ing. Alex Navas.

3.2.2. Características de la variedad.

La variedad de maíz utilizada fue el Var. Hg-5b. A continuación se describen las características agronómicas de la Var. Hg-5b, utilizada en la presente investigación:

Características agronómicas de la Var. Hg-5b	
Adaptación	0-1500 msnm
Altura de la planta	2.50 mt
Altura de la mazorca	1.40 mt
Días a floración	55
Días a maduración fisiológica	92
Días a cosecha	125
Cobertura de mazorca	Buena
Resistencia a enfermedades	Excelente
Resistencia al acame	Buena
Tipo de grano	Semicristalino
Color del grano	Blanco
Rendimiento qq/mz	Mayor de 95

Datos promedios recopilados en el centro de investigación y evaluación genéticas de agroindustrias la flecha, ubicada en Nueva Concepción, Escuintla, Guatemala y puede variar según el manejo agronómico, clima, elevación sobre el nivel del mar y densidad de población,

variedad distribuida por semillas “La Abundancia”.

3.2.3. Equipo y herramientas.

El equipo utilizado para el manejo de la investigación fue el siguiente: cinta métrica, azadón, pala, tijeras, martillo, machete, estacas, pita nylon, báscula electrónica, bomba de mochila de 4 galones, cumas, pie de rey y bomba de riego con accesorios.

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 está ubicada en La Unidad de Investigación Agropecuario de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, el 06 de febrero de 2014, en la cual se tomaron muestras de suelo al azar en toda el área del ensayo, a una profundidad de 20 cm, la muestra 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. A continuación se presenta el resultado del análisis de suelo de las parcelas donde se realizó la investigación (figura A-1):

Análisis de suelo		
Textura	Franco arenoso	
pH en agua 1:2:5	6,3	Ligueramente acido
Fosforo (mg kg ⁻¹)	14	Alto
Potasio (mg kg ⁻¹)	350,4	Muy alto
Materia orgánica (%)	2,48	Medio

3.3.2. Descripción de las unidades experimentales.

En el ensayo se utilizó un área de 707.56 m², con una dimensión de 26.60 x 26.60 m, dividida en 36 parcelas iguales distribuidas aleatoriamente, con dimensiones de 3.60 x 3.60 m=12.96 m²; una área útil de 6 posturas con una dimensión de 1.80 x 1.20 m=2.16 m² con un

metro de separación entre parcelas (figura A-2 y A-3).

3.3.3. Preparación del terreno.

La preparación del terreno se realizó con maquinaria agrícola. A continuación se resumen las actividades agronómicas realizadas para la preparación del terreno:

Actividad	Descripción	Fecha
Paso de chapodadora	A 0,05 m de altura.	13-03-2014
Paso de arado	A 40 cm de profundidad.	17-03-2014
Paso de rastra	Se realizó hasta que el suelo quedo bien desmenuzado.	20-03-2014
Riego a capacidad de campo.	Se aplicó riego hasta que el suelo quedo con suficiente humedad.	13-04-2014
Delimitación de parcelas, bloques.	Dimensión de parcelas y bloques 3.60 x 3.60m=12.96 m ² .	14-04-2014
Surqueado	Con un distanciamiento de 0,90 m entre cada surco orientado de este a oeste.	14-04-2014

3.3.4. Preparación de semillas.

Se utilizó la semilla certificada Hg-5b, la cual se sembró el 14-04-2014; colocando 2 semillas por postura (posteriormente se eliminó una planta de cada postura) a un distanciamiento de 0.40 m entre postura, ubicando 36 posturas por parcela, en total se ubicaron 1,296 posturas.

La aplicación de hongo micorrizógeno se realizó de la siguiente forma (1):

1. La semilla se depositó en un recipiente con el super concentrato (hongo micorrizógeno), mezclándose con agua hasta obtener una mezcla homogénea, utilizando la cantidad específica por tratamiento.
2. La mezcla se ubicó bajo la sombra, 10 minutos antes de la siembra.
3. Se procedió a la siembra de la semilla mezclada con el super concentrato (hongo

micorrizógeno).

El objetivo de este procedimiento es crear contacto físico entre las raíces de la planta y el inoculante. A continuación se presentan las dosis utilizadas del super concentrado en los tratamientos del experimento:

Tratamiento	Dosis de super concentrado (gr)	Cantidad de semilla (gr)	Cantidad de agua (ml)
T0	0	125,34	0
T1	6,24	125,34	4,68
T2	9,36	125,34	7,02
T3	12,48	125,34	9,36
T4	15,60	125,34	11,7
T5	18,72	125,34	14,04

3.3.5. Programación de riego.

La modalidad de riego que se empleada fue el sistema de riego por gravedad, en cual se utilizó una programación de riego para el periodo de transición de época seca-lluviosa. A continuación se muestra la calendarización de los riegos aplicados al cultivo:

Transición de época seca-lluviosa		
N° de riego	Fecha	Volumen de agua
1	13-4-2014	Capacidad de campo
Siembra el 14-04-2014		
2	17-4-2014	4.35 m ³
3	22-4-2014	4.35 m ³
4	27-4-2014	4.35 m ³
5	19-5-2014	10.65 m ³

3.3.6. Fertilización del cultivo.

La fertilización se realizó de acuerdo al análisis de suelo (figura A-1):

1. Fertilización: a la siembra aplicando 27 lb de fórmula 16-20-0.
2. Fertilización: 30 días después de siembra se aplicó 35 lb de sulfato de amonio.

3.3.7. Raleo.

Se realizó 15 días después de la siembra, eliminando las plantas menos desarrolladas y dejando una planta por postura, la que presentaba las mejores características (sanas, más vigorosas y de mejor tamaño).

3.3.8. Limpia.

Estas se realizaron 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.

3.3.9. Aporco.

Esta actividad se realizó a los 30 días después de la siembra, con el objeto de darles mayor fijeza y mejor desarrollo a las plantas, ya que esta labor permite mejor disposición de los fertilizantes aplicados al suelo.

3.3.10. Control fitosanitario.

A los 37 días después de siembra se observaron daños por gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), mediante el muestreo de campo se determinó realizar el control con una aplicación de larvin 37,5 SC (1-1,50 L/ha), utilizando 0.05 L. en el área del experimento.

3.3.11. Cosecha del maíz.

La cosecha de maíz se realizó de forma manual, 98 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 4 días y luego se procedió a desgranar manualmente.

3.3.12. Cosecha de biomasa.

La cosecha de biomasa se realizó, cortando el tallo a ras del suelo, haciendo un manojo por área útil y depositándolos en un saco previamente identificado para cada parcela, se secó al sol durante 10 días hasta que perdió totalmente la humedad, luego se procedió a picarlo con picadora de zacate.

3.3.13. Cronograma de actividades.

Actividades desarrolladas durante el ensayo de “Evaluación del rendimiento de maíz blanco Var. Hg-5b, utilizando diferentes niveles de hongo micorrizógeno (*Glomus sp*) a la siembra”. A continuación se muestra las actividades realizadas en la investigación:

FECHAS	ACTIVIDADES REALIZADAS
06-02-2014	Toma de muestra de suelo para el análisis, compra de insumos.
13-03-2014	Chapoda
17-03-2014	Arado
20-03-2014	Rastreado
13-04-2014	Riego a capacidad de campo
14-04-2014	Surqueado, siembra, y primera fertilización
17-04-2014	Segundo riego
22-04-2014	Tercer riego
24-04-2014	Control de maleza
27-04-2014	Cuarto riego
28-04-2014	Raleo
03-05-2014	Control de maleza y aporco.
14-05-2014	Control de maleza y segunda fertilización
19-05-2014	Quinto riego
20-05-2014	Control de plagas
24-05-2014	Control de maleza y Aporco
21-07-2014	Cosecha de maíz

3.4. Metodología estadística.

3.4.1. Diseño estadístico.

El diseño estadístico que se utilizó en el ensayo fue bloques completamente al azar con seis tratamientos y seis repeticiones por tratamiento.

3.4.2. Modelo estadístico.

El modelo estadístico que se utilizó fue el siguiente:

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

Dónde:

Y_{ij} = Observaciones individuales.

μ = Media global.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

B_i = Efecto del i-ésimo bloque.

E_{ij} = Error experimental.

3.4.3. Factor en estudio.

El factor en estudio fue “evaluar el efecto de la utilización de hongo micorrizógeno (*Glomus sp*) en el cultivo de maíz, bajo diferentes niveles de aplicación.

3.4.4. Descripción de tratamiento.

En el ensayo se evaluaron seis tratamientos los cuales son:

- ✓ T0: Control.
- ✓ T1: 0.71 kg super concentrate /ha.
- ✓ T2: 1.07 kg super concentrate /ha.
- ✓ T3: 1.43 kg super concentrate /ha.
- ✓ T4: 1.78 kg super concentrate/ha.
- ✓ T5: 2.14 kg super concentrate/ha.

3.4.5. Variables.

3.4.5.1. Rendimiento en grano (kg/ha).

Las mazorcas de las 4 plantas de cada área útil se desgranaron manualmente y luego se pesó el maíz en una báscula electrónica. Obteniéndose un peso de grano por cada área útil.

3.4.5.2. Longitud de la mazorca (cm).

Esta variable se obtuvo midiendo las mazorcas desde la base de la hasta la punta de la mazorca con una cinta métrica, midiendo 4 mazorcas del área útil, tomando el promedio de longitud.

3.4.5.3. Diámetro de mazorca (mm).

Esta variable se midió utilizando un pie de rey, ubicándolo a la mitad de la mazorca, midiendo 4 mazorcas obtenidas del área útil.

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

Para determinar esta variable, se realizó el corte a ras de suelo de 4 planta de maíz de cada área útil, se desmenuzo utilizando una picadora de zacate, se depositó en bolsas rotuladas y se pesaron en una báscula electrónica.

3.4.5.5. Altura de planta (cm).

Para determinar esta variable se realizaron 4 mediciones con intervalos de 15 días, iniciando a partir de los 15 días después de siembra hasta los 60 días después de la siembra, tomando la medida desde la base del tallo hasta la última hoja. Se midieron 6 plantas del área útil de cada parcela tomando la medida desde el suelo hasta la última hoja de las plantas.

3.4.5.6. Diámetro de tallo (mm).

Para determinar esta variable se realizaron 4 mediciones con intervalos de 15 días, iniciando a partir de los 15 días después de siembra hasta los 60 días después de la siembra. Se midieron 6 plantas del área útil de cada parcela tomando la medida con un pie de rey a 1 cm sobre el nivel del suelo.

3.4.5.7. Longitud de raíz (cm).

Se extrajeron las raíces de 2 plantas, para facilitar la extracción de raíces se procedió a mojar el suelo, luego se lavaron y secaron, posteriormente se midió la longitud con una cinta métrica.

3.4.5.8. Peso de la raíz (gr).

Para obtener el peso de las raíces se utilizó una báscula electrónica, se utilizaron las mismas raíces con que se midió la longitud.

3.4.5.9. 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. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento en grano (kg/ha).

Los resultados de la variable rendimiento en grano (kg/ha), se obtuvieron pesando los grano 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 1 y figura 1.

Cuadro 1. Rendimiento en grano promedio (kg/ha), por tratamiento al final del experimento.

Tratamientos *	Rendimiento en grano (kg/ha)
	Media
T0	3,542.36 b
T1	4,335.30 a
T2	4,023.84 ab
T3	4,556.01a
T4	3,989.46 ab
T5	4,217.59 a
PROMEDIO	4,110.76

* T0: Control, 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, T5: 2.14 kg de super concentrate/ha.

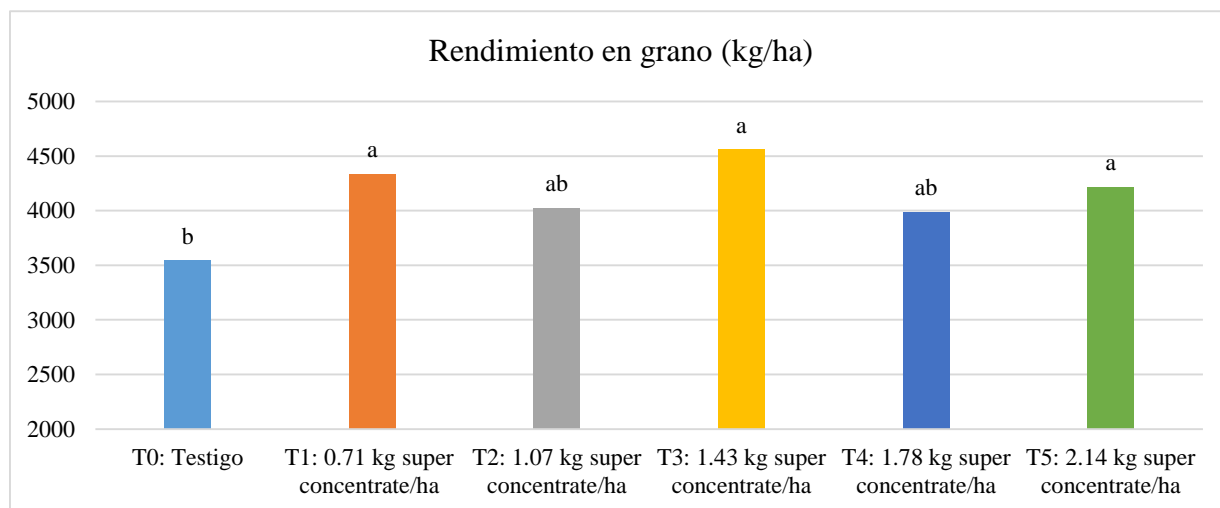


Figura 1. Rendimiento en grano promedio (kg/ha), por tratamiento al final del experimento.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN (anexo A- 2 y A- 3), a la variable rendimiento en grano (kg/ha), demostraron que existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$). Observándose que los tratamientos T1 (4,335.30 kg/ha), T3 (4,556.01 kg/ha) y T5 (4,217.59 kg/ha) fueron estadísticamente similar a los tratamientos, T2 (4,023.84 kg/ha) y T4 (3,989.46 kg/ha), sin embargo, T1 (4,335.30 kg/ha), T3 (4,556.01 kg/ha) y T5 (4,217.59 kg/ha) fueron estadísticamente superior ($P < 0.05$) a T0 (3,542.36 kg/ha). En una segunda comparación los tratamientos T0, T2 y T4 fueron estadísticamente no significativos ($P < 0.091$). Por lo tanto, podría considerarse que la superioridad estadística en rendimiento en grano se logra con la aplicación de los tratamientos T1 (4,335.30 kg/ha), T3 (4,556.01 kg/ha) y T5 (4,217.59 kg/ha), sobre el resto de los tratamientos comparados.

El maíz es un cultivo con altas demandas nutricionales, entre los elementos de mayor demanda se encuentra el nitrógeno, seguido del potasio y el fósforo, siendo estos fundamentales para optimizar el resultado de la producción (5).

En el año de 1937, hach demostró que con la inoculación de hongo micorrízico en plántulas de Pinus strobus, se obtuvo una mayor absorción de fósforo, nitrógeno y potasio, en comparación a las plántulas que no fueron inoculadas (44).

Los datos pueden compararse con los obtenidos por INIFAP, en su investigación “Resultados en maíz y frijol con biofertilizante” en el ciclo 2008/2009, en la región de Huasteca Hidalguense evaluaron el rendimiento del maíz criollo, utilizando hongo micorrízico como biofertilizante, los resultados obtenidos se compararon con el rendimiento promedio de la región (1.90 ton/Ha), demostrando que con la utilización del hongo micorrízico se obtuvo un mayor rendimiento (3.10 ton/ha), se comprobó que se da un incremento entre el 63 % mediante el uso y manejo del hongo micorrízico, al contraste con el rendimiento medio regional (54), en otro estudio “Efecto del *Azospirillum brasilense* y micorriza INIFAP en el rendimiento de maíz en

el estado de Tlaxcala, México” realizado en el año 2011, en la región de San Matías Tepetomatitlan, con la Var. H-40, obteniendo resultado superior en el tratamiento donde se aplicó el hongo micorrizogeno (8.51 ton/ha), comparado con un tratamiento testigo sin micorriza (6.81 ton/ha) (58). Aguirre en su investigación “Resultados en parcelas establecidas con micorriza” utilizando la Var. H-515 en los estados de Chiapas y Guerrero, sin fecha, demuestra que debido a los beneficios que ofrecen los hongos micorrizogenos el tratamiento donde se inocularon estos hongos (6,497 kg/ha) fue superior al tratamiento testigo (5,787 kg/ha) (2).

4.2. Longitud de mazorca (cm).

Los resultados de la variable longitud de mazorca, se obtuvieron midiendo la longitud de las mazorcas en cm, 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 2 y figura 2.

Cuadro 2. Longitud de mazorca promedio (cm), por tratamiento al final del experimento.

Tratamientos *	Longitud de mazorca (cm)
	Media
T0	17.56 ns
T1	18.04
T2	17.31
T3	18.31
T4	17.91
T5	17.72
PROMEDIO	17.81

* T0: Control, 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, T5: 2.14 kg de super concentrate/ha.

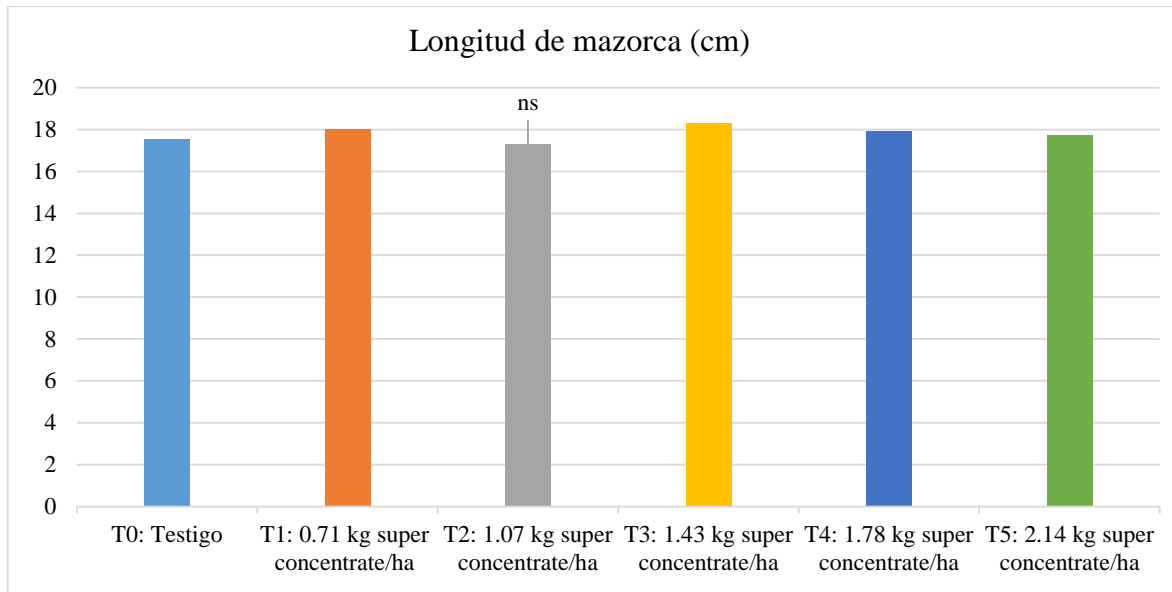


Figura 2. Longitud de mazorca promedio (cm), por tratamiento al final del experimento.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN (anexo A-6 y A-7), a la variable longitud de mazorca se demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$).

El análisis no demuestra diferencias significativas para la variable longitud de mazorca entre tratamientos, debido a que el efecto de las micorrizas no incremento significativamente el desarrollo de mazorcas. Puede asegurarse que los datos obtenidos fueron similares debido a que el manejo del cultivo fue igual para cada tratamiento.

Estos datos coinciden con los presentados por Vera Buste (67), quien evaluó la utilización de hongos micorrizógenos en maíz, obteniendo resultados no significativos en diferentes variables de desarrollo.

4.3. Diámetro de mazorca (mm).

Los resultados de la variable de diámetro de mazorca, se obtuvieron midiendo el diámetro de las mazorcas en mm, utilizando el pie de rey, para la obtención de datos se realizó una medición en todo el experimento, después de la cosecha. El resumen de los resultados se

presenta en el cuadro 3 y figura 3.

Cuadro 3. Diámetro de mazorca promedio (mm), por tratamiento al final del experimento.

Tratamientos *	Diámetro de mazorca (mm)
	Media
T0	38.17 ns
T1	39.75
T2	39.29
T3	40.67
T4	38.42
T5	39.38
PROMEDIO	39.28

* T0: Control, 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, T5: 2.14 kg de super concentrate/ha.

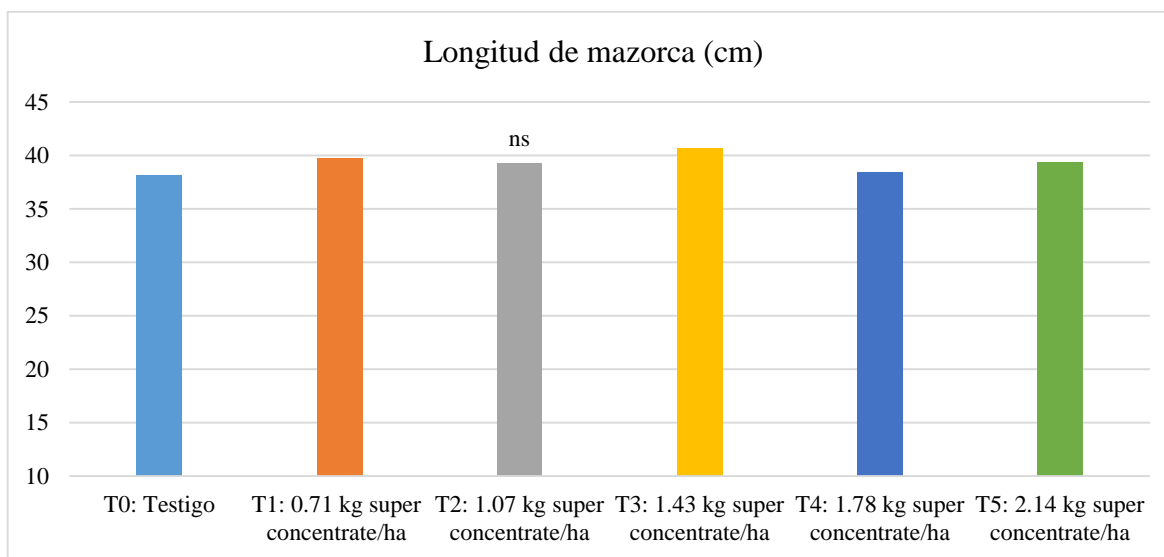


Figura 3. Diámetro de mazorca promedio (mm), por tratamiento al final del experimento.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN (anexo A-10 y A-11), a la variable diámetro de mazorca, se demostró que no existieron diferencias significativas 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 los hongos micorrizógenos no se evidencio en el diámetro de mazorcas. Blanco y col. (7), manifiesta que el efecto de micorrizas es determinante en la producción y en el desarrollo de los cultivos, sin embargo el mayor efecto depende de las condiciones edafoclimáticas y manejo del cultivo.

4.4. 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, 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 4 y figura 4.

Cuadro 4. Rendimiento de biomasa en materia seca promedio (ton/ha), por tratamiento al final del experimento.

Tratamiento *	Rendimiento de biomasa en materia seca (ton/ha)
	Media
T0	4.84 ns
T1	5.17
T2	4.78
T3	5.57
T4	4.74
T5	4.93
PROMEDIO	5.01

* T0: Control, 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, T5: 2.14 kg de super concentrate/ha.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN (anexo A-14 y A-15), a la variable rendimiento de biomasa de materia seca, se demostró que no existía diferencias significativas

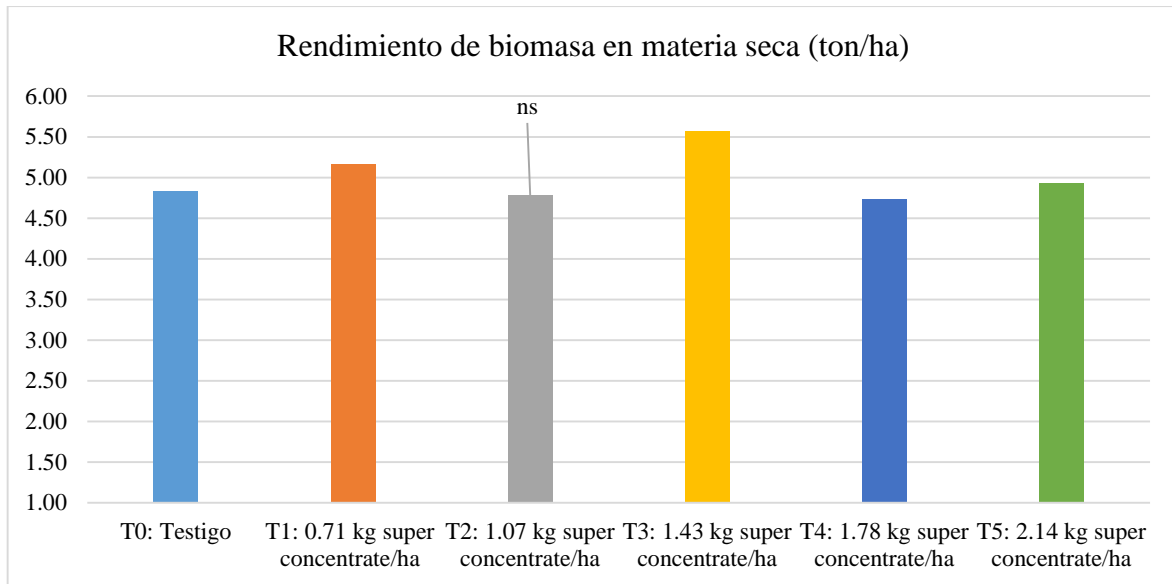


Figura 4. Rendimiento de biomasa en materia seca promedio (ton/ha), por tratamiento al final del experimento.

entre tratamientos ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$).

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 ni en diámetro de tallo entre los tratamientos debido a que fue manejado con la fertilización de igual manera en todas las repeticiones, por lo tanto no se evidencia el efecto de los hongos micorrizógenos en el rendimiento de biomasa en materia seca; Hernández Artaza (39), manifiesta que la mayor respuesta de las plantas a la inoculación de hongos micorrízicos se presenta en suelos con limitada disponibilidad de nutrientes.

4.5. Altura de planta (cm).

Los resultados de la variable altura de planta, se obtuvieron midiendo el grosor del tallo, cada 15 días después de la germinación. Se realizaron 4 mediciones en todo el experimento (15, 30, 45 y 60 días), 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 60 días después de siembra.

Tratamientos *	Altura de tallo (cm)			
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días
T0	25.88 b	71.80 b	188.75 b	252.55 ns
T1	27.83 ab	74.27 ab	208.16 ab	262.44
T2	29.16 ab	83.16 a	223.69 a	266.94
T3	30.55 a	82.72 a	215.08 ab	266.41
T4	26.05 b	72.80 b	191.61 b	261.38
T5	27.97 ab	78.33 ab	191.30 b	253.16
PROMEDIO	27.91	77.19	203.10	260.49

* T0: Control, 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, T5: 2.14 kg de super concentrate/ha.

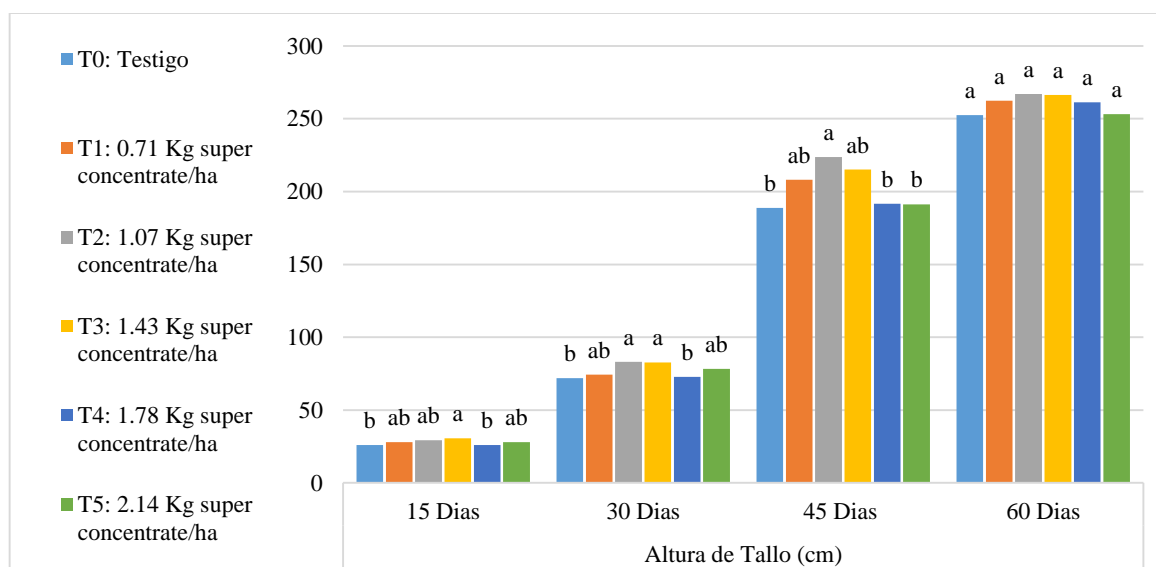


Figura 5. Altura de planta promedio (cm), por tratamiento de los 15 a los 60 días después de siembra.

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

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN (anexo A-18 y A-19), a la

variable altura de planta en la primera medición, demostraron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$).

En la primera comparación, T3 (30.55 cm), fue estadísticamente similar en altura a los tratamientos T1 (27.83 cm), T2 (29.16 cm) y T5 (27.97 cm). Sin embargo, T3 (30.55 cm), fue estadísticamente superior ($P < 0.05$) a T0 (25.88 cm) y T4 (26.05 cm). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T1, T2, T4 y T5 fueron estadísticamente no significativos ($P < 0.091$). Por lo tanto, podría considerarse que a los 15 días después de siembra el cultivo, logra mejor diámetro de tallo el tratamiento T3 (30.55 cm), sobre el resto de los tratamientos comparados.

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

Al realizar el análisis de varianza (anexo A-22), a la variable altura de planta en la segunda medición, este demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Sin embargo al realizar la prueba de DUNCAN (anexo A-23), demostró que existían diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. En la primera comparación, T2 (83.16 cm) y T3 (82.72 cm), fueron estadísticamente similar en altura a los tratamientos T1 (74.27 cm) y T5 (78.83 cm). Sin embargo, T2 (83.16 cm) y T3 (82.72 cm) fueron estadísticamente superiores ($P < 0.05$) a T0 (71.80 cm) y T4 (72.80 cm). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T1, T4 y T5 fueron estadísticamente no significativos ($P < 0.091$). Por lo tanto, podría considerarse que a los 30 días después de siembra el cultivo, logra mejor diámetro de tallo el tratamiento T2 (83.16 cm) y T3 (82.72 cm), sobre el resto de los tratamientos comparados.

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

Al realizar el análisis de varianza (anexo A-26), a la variable altura de planta en la tercera

medición, este demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Sin embargo al realizar la prueba de DUNCAN (anexo A-27), demostró que existían diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. En la primera comparación, T2 (223.69 cm), fue estadísticamente similar en altura a los tratamientos T1 (208.16 cm) y T3 (215.08 cm). Sin embargo, T2 (223.69 cm) fue estadísticamente superior ($P < 0.05$) a T0 (188.75 cm), T4 (191.61 cm) y T5 (191.306 cm). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T1, T3, T4 y T5 fueron estadísticamente no significativos ($P < 0.091$). Por lo tanto, podría considerarse que a los 45 días después de siembra el cultivo, logra mejor diámetro de tallo el tratamiento T2 (83.16 cm), sobre el resto de los tratamientos comparados.

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

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de 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 ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$).

En resumen los resultados estadísticos obtenidos en el análisis de la variable altura de planta (cm), muestran diferencias significativas en las primeras tres mediciones de altura 15, 30 y 45 días después de siembra, las cuales tenían un intervalo de tiempo de 15 días una de otra.

Al comparar las primeras tres mediciones de altura de planta, la primera a los 15 días después de siembra, muestra mayor altura el tratamiento T3 (30.55 cm) que el resto de tratamientos, la segunda a los 30 días después de siembra, mostrando mayor altura los tratamientos T2 (83.16 cm) y T3 (82.72 cm) y la tercera medición a los 45 días después de siembra, en la que muestra nuevamente que el tratamiento T2 (223.69 cm) es mayor en la ganancia de altura.

Estas diferencias no se deben directamente al efecto de los hongos micorrízicos, sino a las

condiciones climáticas y edáficas que limitaron el desarrollo de las plantas.

A los 60 días después de siembra se pierde la significación estadística, que se evidencio en los primeros 45 días, debido a que se mejoran las condiciones de humedad en el suelo producto de las condiciones meteorológicas, provocando ganancia en la altura de las plantas.

4.6. Diámetro de tallo (mm).

Los resultados de la variable diámetro de tallo, se obtuvieron midiendo el grosor del tallo, cada 15 días después de la germinación. Realizando 4 mediciones durante todo el experimento (15, 30, 45 y 60 días), a un centímetro de altura sobre la superficie del suelo, utilizando para ello un pie de rey. El resumen de los resultados se presenta en el cuadro 6 y figura 6.

Cuadro 6. Diámetro de tallo promedio (mm), por tratamiento de los 15 a los 60 días después de germinada la planta.

Tratamientos *	Diámetro de tallo (mm)			
	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días
T0	3.62 ab	15.43 b	22.73 ns	22.22 ns
T1	3.76 ab	18.72 a	23.69	22.91
T2	3.97 ab	18.27 ab	23.16	21.94
T3	3.98 ab	19.02 a	23.16	22.52
T4	3.56 b	17.56 ab	23.58	22.94
T5	4.11 a	19.02 a	23.19	22.47
PROMEDIO	3.84	18.01	23.26	22.50

* T0: Control, 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, T5: 2.14 kg de super concentrate/ha.

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

Al realizar el análisis de varianza (anexo A-34), a la variable diámetro de tallo en la primera medición, este demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$).

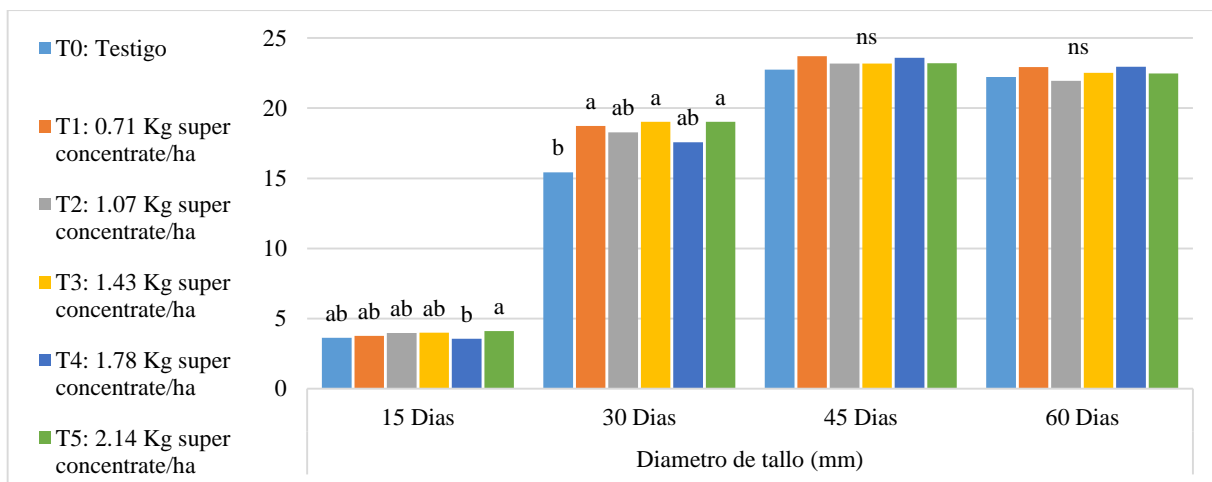


Figura 6. Diámetro de tallo promedio (mm), por tratamiento de los 15 a los 60 días después de germinada la planta.

Sin embargo al realizar la prueba de DUNCAN (anexo A-35), demostró que existían diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. En la primera comparación, T5 (4.11 mm), fue estadísticamente similar en diámetro a los tratamientos T3 (3.98 mm), T2 (3.97 mm), T1 (3.76 mm) y T0 (3.62 mm). Sin embargo, T5 fue estadísticamente superior ($P < 0.05$) a T4 (3.56 mm). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 fueron estadísticamente no significativos ($P < 0.091$). Por lo tanto, podría considerarse que a los 15 días después de siembra el cultivo, logra mejor diámetro de tallo el tratamiento T5 (4.11 mm), sobre el resto de los tratamientos comparados.

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

Al realizar el análisis de varianza (anexo A-38), a la variable diámetro de tallo en la segunda medición, este demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo al realizar la prueba de DUNCAN (cuadro A-39), demostró que existían diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. En la primera comparación, T1 (18.72 mm), T3 (19.02 mm) y T5 (19.02 mm), fueron estadísticamente similares en diámetro a los tratamientos T2 (18.27 mm) y T4 (17.56 mm). Sin embargo, T1, T3 y T5 fueron estadísticamente superiores

($P < 0.349$) a T0 (15.43 mm). En una segunda comparación estadística los tratamientos T0, T2 y T4 fueron estadísticamente no significativos ($P < 0.058$). Por lo tanto, podría considerarse que a los 30 días después de siembra el cultivo, logra mejor diámetro de tallo el tratamiento T1 (18.72 mm), T3 (19.02 mm) y T5 (19.02 mm), sobre el resto de los tratamientos comparados.

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

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN (anexo A-42 y A-43), a la variable diámetro de tallo en la tercera medición, se demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$).

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

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN (anexo A-46 y A-47), a la variable diámetro de tallo en la cuarta medición, se demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$).

En resumen los resultados estadísticos obtenidos en el análisis de la variable diámetro de tallo (mm), muestran diferencias significativas en las primeras dos mediciones de diámetro 15 y 30 días después de siembra, las cuales tenían un intervalo de tiempo de 15 días una de otra.

Al comparar los diámetros de tallo, en la primera medición, 15 días después de siembra, el T5 (4.11 mm), mostró mayor diámetro que el resto tratamiento; y la segunda medición a los 30 días después de siembra, mostrando mayor diámetro los tratamientos T1 (18.72 mm), T3 (19.02 mm) y T5 (19.02 mm).

Las diferencias significativas en las dos primeras mediciones no podrían atribuirse al efecto directo del hongo micorrízico contenido en los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, sino a las condiciones climáticas (T° , precipitaciones) y edáficas (suelo arenoso) que limitaron el desarrollo de las plantas en sus primeras etapas. El efecto de las micorrizas muchas veces

coincide con la etapa fenológica de fructificación de los cultivos (49).

En relación a las condiciones climáticas y edáficas presentadas en este estudio sucedió que la mayoría de parcelas, contenían arena en su composición, lo que pudo haber promovido una mayor infiltración de agua en el suelo. El cultivo de maíz es muy exigente en agua y necesita de una buena cantidad ya que la deficiencia de ésta en el suelo reduce el crecimiento y desarrollo de la planta, estas necesidades varían a lo largo del cultivo; es necesario suplir las necesidades de agua en las primeras etapas (15-30 días), ya que una deficiencia afecta más el desarrollo de las plantas (18)

Para lograr un buen desarrollo y crecimiento, el cultivo de maíz depende de condiciones ambientales apropiadas en todas sus etapas fenológicas principalmente, temperatura, suelo y humedad (35).

A los 45 y 60 días después de siembra se pierde la significación estadística, que se evidencio en los primeros 30 días debido a que se mejoran las condiciones de humedad en el suelo producto de las condiciones meteorológicas, provocando buen desarrollo de diámetro de tallo al final del experimento.

4.7. Longitud de raíz (cm).

Los resultados de la variable longitud de raíz, se obtuvieron midiendo la longitud de la raíz en cm, utilizando una cinta métrica, 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.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN (anexo A-50 y A-51), a la variable variable longitud de raíz (cm), se demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.01$) y ($P < 0.05$).

En el análisis de datos se puede resaltar, que en la variable longitud de raíz los resultados fueron similares; no se demostró diferencia en ningún tratamiento, asumiéndose que la formaci-

Cuadro 7. Longitud de raíz promedio (cm), al final del experimento.

Tratamientos *	Longitud de raíz (cm)
	Media
T0	43.13 ns
T1	43.92
T2	44.58
T3	45.92
T4	44.50
T5	43.25
PROMEDIO	44.22

* T0: Control, 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, T5: 2.14 kg de super concentrate/ha.

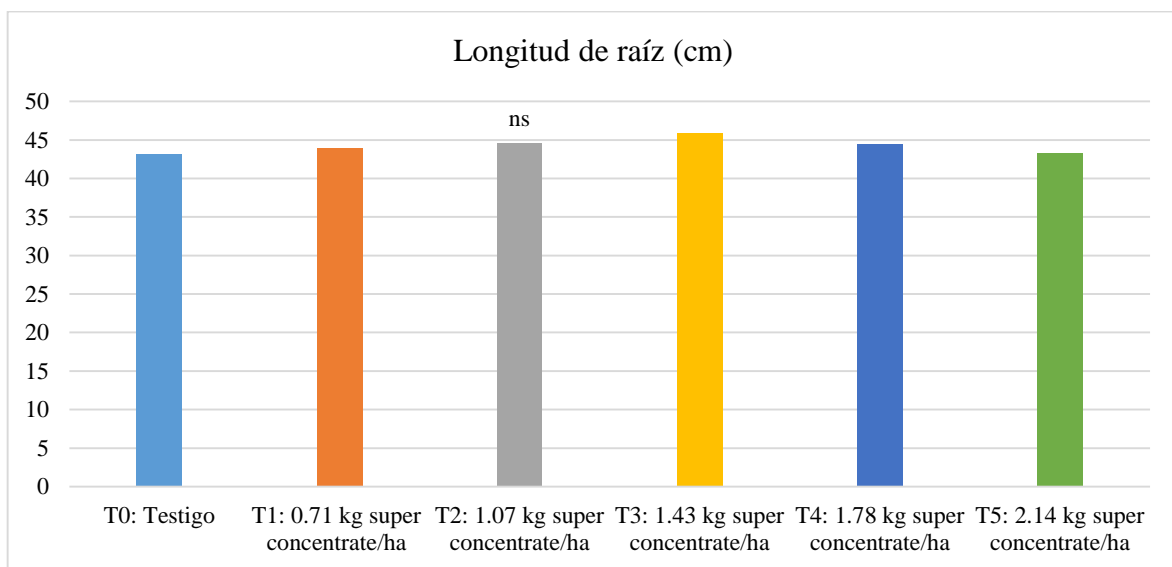


Figura 7. Longitud de raíz promedio (cm), al final del experimento.

ón de micorrizas no afectó los parámetros de longitud de raíz y que el establecimiento de la simbiosis se da cuando el desarrollo de la raíz ha llegado a su plenitud.

El crecimiento radicular del maíz se da más que todo en las primeras etapas de desarrollo,

siendo determinantes los factores edafoclimáticos (68). Mientras tanto el establecimiento de la micorriza coincide con la fructificación (49). Es por eso que el efecto de la simbiosis en la longitud de raíz no mostro diferencias significativas.

Estos datos coinciden con resultados obtenidos por Matamoros (47), que evaluaron el “Efecto de altas dosis de Mycoral en las variedades de café Catimor 51/75 y Caturra en siembra directa en bolsa, Zamorano, Honduras” y observaron en sus resultados finales que el efecto de las micorrizas no mostro diferencia significativa entre tratamientos.

4.8. Peso de raíz (gr).

Los resultados de la variable peso de raíz, se obtuvieron pesando las raíces en gramos, utilizando una báscula electrónica, se realizó una medición en todo el experimento, antes de la cosecha. El resumen de los resultados se presenta en el cuadro 8 y figura 8.

Cuadro 8. Peso de raíz promedio (cm), al final del experimento.

Tratamientos *	Peso de raíz (gr)
	Media
T0	74.90 ns
T1	97.09
T2	87.58
T3	101.04
T4	93.14
T5	87.85
PROMEDIO	90.27

* T0: Control, 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, T5: 2.14 kg de super concentrate/ha.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de DUNCAN (anexo A-54 y A-55), a la variable peso de raíz (gr), se demostró que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P <$

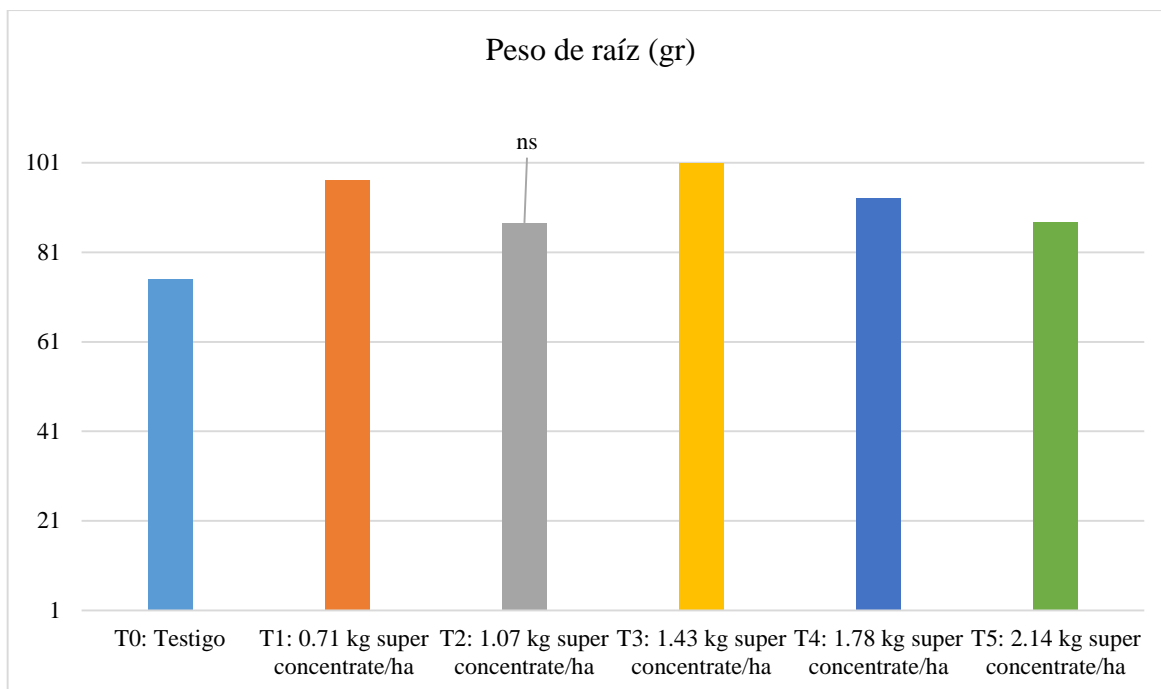


Figura 8. Peso de raíz promedio (gr), al final del experimento.

0.01) y ($P < 0.05$).

Los resultados obtenidos en la variable peso de raíz (gr) no mostraron diferencias significativas entre tratamientos debido a que el manejo agronómico fue similar para cada tratamiento por lo tanto el efecto de las micorrizas no evidencio diferencias en los datos, estos pueden compararse con los propuestos por Guerra (36), evaluando cepas de micorriza vesículo arbuscular en plantas de caoba (*Swietenia sp*) en etapa de vivero, en donde se presentaron diferencias ($P < 0.05$) en el peso fresco de raíces, tallos y hojas entre algunas cepas, pero en general éstas no fueron superiores al testigo. Por lo tanto la aplicación de hongos formadores de micorrizas no marco diferencias en los resultados finales.

4.9. Análisis económico.

Los resultados económicos obtenidos en la presente investigación demuestran que el T0 (\$ 1,609.20 kg/ha), resulto ser el de menor inversión en comparación a los tratamiento; T1 \$ (1,681.86 kg/ha), T2 (\$ 1,699.04 kg/ha), T3 (\$ 1,749.78 kg/ha), T4 (\$ 1,754.36 kg/ha) y T5 (\$

1,789.54 kg/ha); los cuales incrementaron el egreso principalmente por la utilización de super concentrate, en cambio en el T0 fue el tratamiento control.

En los ingresos económicos, el T3 (\$ 2,862.34 kg/ha) fue mayor respecto a los tratamientos T1 (\$ 2,710.66 kg/ha), T2 (\$ 2,514.06 kg/ha), T4 (\$ 2,492.67 kg/ha) y T5 (\$ 2,626.80 kg/ha), que presentaron un ingreso intermedio y el T0 (\$ 2,276.43 kg/ha) obtuvo el beneficio económico más bajo (anexo del 57 al 74).

Al realizar el análisis económico mediante la relación beneficio/costo, se determinó que el T0 presentó \$ 1.41 que equivale a decir que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 0.41 siendo este el de menor rentabilidad y T1 presento \$ 1.61 que equivale a decir que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 0.61, T2 presentó \$ 1.48 que equivale a decir que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 0.48, T3 que presentó \$ 1.63 que equivale a decir que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 0.63, siendo este el de mayor rentabilidad en el presente estudio, T4 que presentó \$ 1.42 que equivale a decir que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 0.42 y T5 que presentó \$ 1.47 que equivale a decir que por cada dólar que se invierte, se gana \$ 0.47. El resumen de los resultados se presenta en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis económico comparativo para cada tratamiento.

Concepto	T0 (Control)	T1(0.71 kg/ha)	T2(1.07 kg/ha)	T3(1.43 kg/ha)	T4(1.78 kg/ha)	T5(2.14 kg/ha)
Total Ingreso	\$ 2,276.43	\$ 2,710.66	\$ 2,514.06	\$ 2,862.34	\$ 2,492.67	\$ 2,626.80
Total Egresos	\$ 1,609.20	\$ 1,681.86	\$ 1,699.04	\$ 1,749.78	\$ 1,754.36	\$ 1,789.54
Ingresos de grano	\$ 1,792.43	\$ 2,193.66	\$ 2,036.06	\$ 2,305.34	\$ 2,018.67	\$ 2,133.80
Ingreso biomasa	\$ 484.00	\$ 517.00	\$ 478.00	\$ 557.00	\$ 474.00	\$ 493.00
Rendimientos en grano	3,542.36 kg/ha	4,335.30 kg/ha	4,023.84 kg/ha	4,556.01 kg/ha	3,989.46 kg/ha	4,217.59 k/ha
Rendimiento en biomasa	4,400 kg/ha	4,700 kg/ha	4,345.45 kg/ha	5,063.63 kg/ha	4,309.09 kg/ha	4,381.81 kg/ha
Utilidad	\$ 667.23	\$ 1,028.80	\$ 815.03	\$ 1,112.56	\$ 738.31	\$ 837.27
B/C	1.41	1.61	1.48	1.63	1.42	1.47

Nota: Calculo en base a precio de venta del grano de maíz para el mes de agosto del 2014 fue de \$ 50.60/100 kg y para la biomasa fue de \$ 5.00/45.45 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. 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
2. La variable longitud de mazorca (cm), no presentó diferencia estadística entre tratamientos, con la aplicación del hongo micorrízico obteniendo para T0 = 17.56 cm, T1 = 18.04 cm, T2 = 17.31 cm, T3= 18.31 cm, T4 = 17.91 cm y T5 = 17.72 cm.
3. La variable diámetro de 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.
4. 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.
5. En 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.
6. 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
7. En la longitud de raíz (cm), los resultados obtenidos con el uso de los hongos 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.

8. En el peso de raíz (gr), los resultados obtenidos con el uso de los hongos 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.
9. 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.

6. RECOMENDACIONES

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

1. Realizar un análisis microbiológico del suelo, antes y después de establecer los hongos micorrizógenos para determinar la presencia y participación en los resultados obtenidos de los cultivos.
2. Ampliar investigaciones, en condiciones edáficas controladas, para el uso de hongo micorrizógenos en diferentes variedades de maíz para determinar el efecto real sobre el desarrollo vegetativo y rendimiento.
3. Comparar los resultados obtenidos del cultivo de maíz, mediante la utilización de hongos micorrizógenos en época seca con los que se obtendrían al realizar la investigación en época lluviosa.
4. Documentar estudios realizados en nuestro país en diferentes especies vegetales utilizando micorrizas.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE MEDINA, JF; IRIZAR GARZA, MB; PEÑA DEL RIO, A; GRAJEDA CABRERA, OA; CRUZ CHÁVEZ, FJ. Sf. Micorriza. Veracruz. MX. INFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2 p. Consultada 28 feb. 2014. Disponible en <http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/noticias/micorriza.pdf>
2. AGUIRRE MEDINA; JF. Sf. Resultados relevantes en parcelas establecidas con micorriza. MX. Consultado 28 mar. 2015. Disponible en http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/file/seminario_fertilizacion/presentaciones_9agosto/dia1_presentacion6_francisco_aguirre.pdf
3. AZCÓN-BIETO, J; TALÓN, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona. ES. McGraw-Hill. 133 p. Consultada 27 mar. 2014. Disponible en <https://gradocienciasdelmar.files.wordpress.com/2012/09/fundamentos-de-fisiologc2a1a-vegetal-j-azcc2a6n-bieto-m-talc2a6n-mcgraw-hill-2000.pdf>
4. BARRER, SE. 2009. El uso de hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. Artículo de revisión. 10(7):1-10. Consultado 10 feb. 2014. Disponible en <http://www.unicauca.edu.co/biotecnologia/ediciones/vol17/EL%20USO%20DE%20HONGOS%20MICORRIZICOS%20ARBUSCULARES.pdf>
5. BEG, DM. 2000. Fertilización del cultivo maíz (en línea). Maracay. VE. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Consultado 27 mar. 2015. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd65/texto/maiz.ht

m.

6. BENÍTEZ, 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 11 feb. 2014. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/231104/508/1/Caracterizacion%20morfologica%20y%20termica%20almidon%20de%20maiz.pdf>
7. BLANCO, FA; SALAS, EA. 1996. Micorrizas en la agricultura. Agronomía Costarricense 21(1):55-67. Consultada 5 feb. 2014. Disponible <http://exa2.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Micorrizas%20y%20nutricion%20mineral.pdf>
8. 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 30 ene. 2014. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00178.pdf>
9. CAMARGO RICALDE, SL; MONTAÑO, NM; DE LA ROSA-MERA, CJ; MONTAÑOS ARIAS, SA. 2012. Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. Revista Digital Universitaria. 19(13):1-19. Consultado 10 feb. 2014. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num7/art72/art72.pdf>
10. CASANOVA OLIVO, EF. 2005. Introducción a la ciencia del suelo (en línea). 2 ed. Caracas, VE: UCV. S.e. 482 p. Consultado 23 feb. 2014. Disponible en http://books.google.es/books?id=k4FXuHW1ozQC&pg=PA269&dq=micorrizas-nitrogeno&hl=es&sa=X&ei=bRYKU_34PMfQyAHy94HwAQ&ved=0CG0Q6AEwCA#v=onepage&q=micorrizas-nitrogeno&f=false
11. CATÁLOGO DE HONGOS MICORRIZÓGENOS ARBUSCULARES DE HUERTOS DE

- AGUACATE DE MICHOACÁN, MÉXICO, (7°, Cairns, Australia, AU). 2011. Actas VII Congreso Mundial del Aguacate. Michoacán. MX. 7 P. Consultado 25 feb. 2014. Disponible en http://www.avocadosource.com/wac7/Section_02/BarcnasAE2011.pdf
12. 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 5 may. 2014. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7040E/A7040E.pdf>
13. CEDAF (Centro para el desarrollo agropecuario y forestal). 1998. El cultivo de maíz. Santo Domingo, RO. Ed. CEDAF. 51 p. Consultada 11 feb. Disponible en <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/detalle.asp?Codigo=CU33>
14. CESAVEG (Comité Estatal de Sanidad vegetal de Guanajuato). Campaña de manejo fitosanitario de maíz. Guanajuato, MX. 20 p. Consultado feb. 2014. Disponible en: http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_08/folleto_maiz_08.pdf
15. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1989. Andropogon gayanus Kunth: un pasto para los suelos ácidos del trópico. Eds. Toledo, JM; Vera, R; Lascano, C; Lenné, JM. Cali, CO. 406 p. Consultado 25 feb. 2014. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2013/35988_Andropogon_gayanus_kunth_pasto_suelos_acidos.pdf
16. CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2003. El gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda Smith). Eds. Negrete Baron, F; Morales Angulo, J. CO. 26 p. Consultado 5 may. 2014. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127153058_El%20gusano%20cogollero%20del%20maiz.pdf
17. CORPOICA (corporación colombiana de investigación agropecuaria) y MADR (Ministerio

- de Agricultura y Desarrollo Rural). 2008. Uso de microorganismo con potencial como biofertilizante en el cultivo de mora. Eds. Roveda, G; Cabra, L; Ramírez, M. CO. 18 p. Consultada 13 feb. 2014. Disponible en http://books.google.es/books?id=iH5Iuh2oQIQC&pg=PA21&dq=beneficios+de+las+micorrizas&hl=es&sa=X&ei=9xsBU7zCJ4S_kQfNhICIAw&ved=0CDUQ6AEwAQ#v=onepage&q=beneficios%20de%20las%20micorrizas&f=false
18. DERAS FLORES, H. 2010. El cultivo de maíz. Eds. Sorto, M; Menjívar N. Reyes Valientes, L. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) y CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). SV. 42 p. Consultado 10 feb. 2014. Disponible en: <http://www.iica.int/Esp/regiones/central/salvador/Documents/Documentos%20PAF/GuiaTecnicaelCultivodelMaiz.pdf>
19. DOUDS, D. Sf. El papel de los hongos formadores de micorrizas y su manejo. DFAEU (Departamento Federal de Agricultura de Estado Unido). Consultado 8 may. 2014. Disponible http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_organica_y_trazabilidad/45-micorrizas.pdf
20. ESTABLECIMIENTO Y RENOVACIÓN DE PASTURAS. 1991. Veracruz. MX. Eds. Lacano, C; Spain, J. (Cali, CO. VI Reunión de RIEPT). 426 P. Consultado 15 de mar. 2014. Disponible en <https://books.google.com.sv/books?id=0WntmVEorQkC&pg=PA172&lpg=PA172&dq=20.+ESTABLECIMIENTO+Y+RENOVACION+DE+PASTURAS&source=bl&ots=fbOfotMh4F&sig=kC9qGX6XrxtV513m5MkZbbvCRSg&hl=es-419&sa=X&ved=0CBwQ6AEwAGoVChMIjOye0pHwyAIVBe4mCh3ykwhe#v=>

onepage&q=20.%20ESTABLECIMIENTO%20Y%20RENOVACI%C3%93N%20
ODE%20PASTURAS&f=false

21. FAGGIOLI, V. Sf. Micorrizas en soja: beneficios y manejos de suelos para su conservación. Estación Experimental Marcos Juárez. INTA (Instituto Nacional Tecnológico Agropecuario). 5 p. Consultada 6 feb. 2014. Disponible en http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_sojamicorrizas12.pdf
22. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) y IFA (Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes). 2002. Los fertilizantes y su uso. Roma. IT. 77 p. Consultado 10 feb. 2014. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
23. FENALCE (Federación Nacional de Cereales y Leguminosas). 2010. El cultivo de maíz, historia e importancia. CO. 10 p. Consultado 11 feb. 2014. Disponible en http://www.fenalce.org/arch_public/maiz93.pdf
24. FERNÁNDEZ, F. Sf. La simbiosis micorrícica arbuscular. La Habana, CU. Consultado 20 feb. 2014. Disponible en: <http://mst.ama.cu/573/1/Cap1.Simbiosis%20micorrizica.pdf>
25. FRANCO CORREA, M. 2008. Evaluación de caracteres PGPR en actinomicetos e interacciones de estas Rizobacterias con hongos formadores de micorrizas. Tesis Dr. Granada, ES: UG. Facultad de ciencias. 260 p. Consultada 15 feb. 2014. Disponible en <http://hera.ugr.es/tesisugr/17716093.pdf>
26. FRANCO NAVARRO, JD. Sf. Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas. ES: US. 27 p. Consultado 28 feb. 2014. Disponible en http://www.bioscripts.net/col/Apuntes/Nutricion_Vegetal/Trabajo_de_nutricion_vegetal.pdf

27. FUENTES LOPEZ, MR. 2002. El cultivo del maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico. ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnologías Agrícolas). GT. 45 p. Consultado 11 feb. 2014 disponible en <http://www.icta.gob.gt/granosBasicos/cultivoMaizManejoAgronomico.pdf>
28. GALINDO, P. 2008. Comparación del efecto de inoculación con micorrizas vesículo-arbusculares nativas y comerciales en plantas de frijol (Vigna unguiculata (L) walpa). Tesis M.Sc. Maracaibo. VE: UZ. 67 pag. Consultado 30 ene. 2014. Disponible http://tesis.luz.edu.ve/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=321
29. GARCÍA CAÑAS, XE.; SÁNCHEZ RAJO, JC; TREJO CANELO, RE. 2009. Evaluación del rendimiento del cultivo de pipián (Cucurbita mixta) en asocio con el cultivo de maíz (Zea mays) utilizando diferentes densidades de siembra. Tesis Ing. Agr. San Miguel, SV: UES. 98 p. Consultado 15 feb. 2014. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/7148/1/50107297.pdf>
30. GARCÍA RODRÍGUEZ, S. 2006. Efecto de las micorrizas arbusculares sobre la regulación de genes implicados en el metabolismo carbonado en plantas de tomate (Solanum esculentum). Tesis Ph.D. Granada, ES: UG. CSIC. 222 p. Consultado 28 mar. 2014. Disponible en <http://hera.ugr.es/tesisugr/1649071x.pdf>
31. GONZÁLEZ GUERRERO, M. 2005. Estudio de los mecanismos implicados en la homeostasis de metales pesados en el hongo formador de micorrizas arbusculares Glomus intraradices. Tesis Ph.D. Granada, ES: UG. CSIC. 179 p. Consultado 28 mar. 2014. Disponible en <http://hera.ugr.es/tesisugr/15432440.pdf>
32. GONZÁLEZ, RL; NÚÑEZ SOSA, DB; BARCELÓ DÍAZ, R. 2012. Efecto de la aplicación de Rhizobium y Mycorriza en el crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L) Variedad CC-25-9 negro. Matanzas, CU: UMCC. 17 pag. Consultada

- 25 feb. Disponible http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V39-Numero_4/cag044121877.pdf
33. GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica). Sf. Manejo tecnificado del cultivo de maíz en la sierra. Eds. Ruiz, C; Cotrina, J; De Neef, J. 26 p. Consultado 15 may. 2014. Disponible en: www.pdrs.org.pe/img_upload_pdrs/36c22b17acbae902af95f805cbae1ec5/Manual_Manejo_tecnificado_del_cultivo_de_ma_z.pdf
34. 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 22 feb. 2014. Disponible http://books.google.es/books?id=_4QzAQAAMAAJ&pg=PR9&dq=beneficios+de+las+micorrizas&hl=es&sa=X&ei=4cgCU_T2AoaNkAfgpIDIDQ&ved=0CEUQ6AEwAjgU#v=onepage&q=beneficios%20de%20las%20micorrizas&f=false
35. GUERRA CASTILLO, ON. 2012. Evaluación agro – financiera de tres sistemas de maíz + leguminosas y lombriabono; y su efecto en la recuperación del suelo en la estación experimental y de prácticas de la universidad de el salvador. Tesis Ing. San Salvador, SV: UES. 93 p. Consultado 11 feb. 2014. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/3062/1/13101358.pdf>
36. GUERRA GONZÁLEZ, JE. 2009. Evaluación de cepas de micorriza vesículo arbuscular en plantas de caoba (Swietenia sp) en etapa de vivero en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. EAPZ. 19 pag. Consultada 17 feb. 2014. Disponible <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/368/1/T2768.pdf>
37. GUERRA SIERRA, BE. 2007. Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la

- agricultura sostenible. *Tecnología en marcha*. 11(21-1):191-201. Consultada 31 ene. 2014. Disponible http://www.digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/tec_marcha/article/viewFile/1352/1254
38. GUERRA, F; OSORIO, MJ. 2002. Híbrido de maíz Hq-61. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). SV. 18 p. Consultado 25 feb. 2014. Disponible en: <http://209.239.118.175/biblio/biblio/agricultura/cereales/maiz3.pdf>
39. HERNÁNDEZ ARTAZA, CA. 2001. Efecto del hongo micorriza (Glomus intraradices Schenk & Smith) en el crecimiento del portainjerto mexícola (Persea americana Mili) cultivado bajo cinco tratamientos de fertilización. Taller Lic. Quillota, CL: UCV. 95 p. Consultado 20 feb. 2014. Disponible en http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/G-H-I/HernandezClaudio2001.pdf
40. INFOAGRO. Sf. El cultivo del maíz 1ª parte, (en línea). S.L. Consultada 15 feb. 2014. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>
41. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2011. Manejo integrado del cultivo del maíz suave. (en línea). EC. Consultado 15 may. 2014. Disponible en: http://www.unl.edu.ec/agropecuaria/wp-content/uploads/2012/03/manejo-de-cultivo-de-maiz_Iniap-GIZ1.pdf
42. LAFITTE H. R. Sf. 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 28 feb. 2014. Disponible en: <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/727/43157.pdf>
43. LEÓN VELANDIA, D. 2006. Evaluación y caracterización de micorrizas arbusculares asociados a yuca (Manihot esculenta sp) en dos regiones de la amazonia

- Colombiana. Tesis Lic. Bogotá, CO. PUJFC. 125 p. Consultado 13 abr. 2014.
Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis296.pdf>
44. LUCAS SANTOYO, LG. 2011. Fertilización fosfatada en chile guajillo (Capsicum annuum L.) y su interacción con hongos micorrízicos arbusculares. Tesis M.Sc. Montecillo. MX. CP. 115 pag. Consultado 8 feb. 2014. Disponible en http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/515/Lucas_Santoyo_LG_MC_Edafologia_2011.pdf?sequence=1
45. MAC. 2011. Los hongos micorrizas, ventajas y bondades para tu cultivo (en línea). Consultado 24 febrero 2014. Disponible en <http://www.lamarihuana.com/cultivo/cultivo-general/los-hongos-micorrizas-ventajas-y-bondades-para-tu-cultivo-2/>
46. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2012. Informe de resultados encuesta de intenciones de siembra de granos básicos 2012. Santa Tecla, SV. 13 p. Consultado 15 Mar. 2014. Disponible en <file:///C:/Users/USUARIO1/Downloads/informe%20de%20intenciones%20de%20siembra-%202012.pdf>
47. MATAMOROS MONTOYA, JE. 2013. Efecto de altas dosis de mycoral en las variedades de café Catimor 51/75 y Caturra en siembra directa en bolsa, Zamorano, Honduras. Tesis Ing. 23 p. Consultada 11 feb. 2014. Disponible <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1844/1/CPA-2013-092.pdf>
48. MENA ECHEVARRÍA, A; OLALDE, V; FERNANDEZ, K; SERRATO, R. 2013. Diferencias en la respuesta del maíz (Zea mays L) a la inoculación con Glomus cubense (y. rodr. & dalpé) y con un conglomerado de especies de hongos micorrízicos arbusculares (hma). Cultivos tropicales. 4(34):12-15. Consultado 23

feb. 2014. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v34n2/ctr02213.pdf>

49. Micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) o arbusculares (MA) (en línea). Consultado 5 may. 2014. Disponible en: <http://www.agro.uba.ar/agro/ced/microbiologia/clases/micorrizas/clases/clase3.htm#b>
50. MONROY LÓPEZ, HJ. 2004. Caracterización de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) nativas, en 6 coberturas de cítricos en el pie de monte del meta. Tesis Ing. Bogotá, CO: UNC. Facultad de agronomía. 143 p. Consultado 4 feb. 2014. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/documento/jatrophacontrataciones/tesismicorrizasfrutales.pdf>
51. PELEGRÍN, YM. 2005. Influencia de la aplicación del biofertilizante micorrízico EcoMic en la producción de posturas de guayaba (Psidium guajava Mill) en la isla de la juventud. Tesis Ing. La Habana., CU: CUJMO. Facultad de Agronomía. Consultado 15 mayo 2014. Disponible en: <http://www.inca.edu.cu/redmicorrizas/docs/posgrados/resultados/47.pdf>
52. PEÑA VILLAMIL, LA; YEPEZ CHAMORRO, B; BOLAÑOS, MA; ARCILA GONZALEZ, B; INSUASTY, JE. 1999. Las micorrizas vesículo arbusculares (MA), una alternativa sostenible para los sistemas de producción de la zona andina de Mariño. CO. 18 p. Consultado 5 de ene. 2014. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024163332_Micorrizas%20vesiculo%20arbusculares.pdf
53. PEREIRA CANCINO, GE; HERRRERA MACHUCA, MA. 2001. Micorrizas vesículo arbusculares y su incidencia en el crecimiento de plántulas de Eucalyptus

- camaldulensis Dehnh. Bosque. 22(2): 39-44. Consultada 12 feb. 2014. Disponible en <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v22n2/art04.pdf>
54. PÉREZ CAMARILLO JP. 2010. Extraordinarios resultados en maíz y frijol con biofertilizante (en línea). MX. Consultado el 4 feb. 2015. disponible en <http://www.biofabrica.com.mx/blog/?p=318>
55. PÉREZ, CA; ROJAS, SJ; MONTES, VD. 2011. Hongos formadores de micorrizas arbusculares: una alternativa biológica para la sostenibilidad de los agroecosistemas de praderas en el caribe colombiano. Revista Colombiana ciencia animal. 20(2): 366-285. CO: US. 20 p. Consultado 2 feb. 2014. Disponible en dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3817504.pdf.
56. RAMIREZ GOMEZ, M; RODRIGUEZ VILLATE, A. 2010. Señales de reconocimiento entre plantas y hongos formadores de micorrizas arbusculares. Microbiología de suelos. no.8:53-60. Consultado 23 feb. 2014. Disponible en http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/Capitulo7Revista_CorpoicaV11_01.pdf
57. ROJAS MARTINEZ, I; FERNANDEZ SOSA, R. 2011. Efecto del Azospirillum brasilense y micorriza INIFAP en el rendimiento de maíz en el estado de Tlaxcala. MX. 2 p. Consultado 10 mar. 2015.
58. ROMÁN GARCÍA, F. 2003. Concentración de reguladores del desarrollo vegetal inducida por hongos endomicorrizicos en dos cultivares de chile (Capsicum annum L.). Tesis Ph.D. Tecomán. MX: UC. 121 Pag. Consultada 14 feb. 2014. Disponible en http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Francisco%20Roman%20Garcia.pdf
59. SAGRERO, AT. 2002. Presencia de hongos micorrizicos arbusculares en plantas silvestres de suelos salinos en el estado de colima. Tesis M.sc. Colima, PE: UC. Facultad de

- Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 124 p. Consultado 10 feb. 2014. Disponible en http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Adriana%20Tena%20Sagrero.pdf
60. SALAMANCA SOLÍS, CR; SILVIA HERRERA, MR. 1998. Las micorrizas como alternativa para el manejo sostenible de los trópicos agroecosistemas tropicales. Meta. CO. Ed. Nora Cubilos. MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). 27 p. Consultado 6 feb. 2014. Disponible en http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024163145_Micorrizas%20alternativa%20manejo%20sostenible.pdf
61. SILVA CASTRO, CA. 2005. Maíz genéticamente modificado. Bogotá, CO. 61 p. Consultado 10 feb 2014. Disponible en: <http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/Maiz20Geneticamente20Modificado.pdf>
62. VACACELA QUIZHPE, VM. Sf. Tipos de micorrizas. Tesis M.Sc. CU: UPRHSMO. Facultad de forestal y agronomía. 12 p. Consultado 18 mar. 2014. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/tipos-micorrizas/tipos-micorrizas.pdf>
63. VARELA, L; DORA, T. 2001. Los hongos micorrizogenos arbusculares como componentes de la biodiversidad del suelo en México. Acta zoológica Mexicana. 13(1):39-51. Consultado 4 feb. 2014. Disponible en <http://www1.inecol.edu.mx/azm/documentos/especial/especial-1d-Varela.pdf>
64. VARÓN DE AGUDELO, F; SARRIA VILLA, GA. 2007. Enfermedades del maíz y su manejo. ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). Palmira, CO. 56 p. Consultado 15 may. 2014. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/f1c1f3f1-d775-4216-a5d0-d9d4a67b7943/Publicacion-8.aspx>
65. VASQUEZ HERNANDEZ, MV. 2011. Nutrición mineral e inoculación con hongos micorrízicos en la calidad postcosecha de frutos de papaya maradol. Tesis Ph.D.

Montecillo. MX: CP. 74 p. Consultado 23 abr. 2015. Disponible en http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/573/3/Vazquez_Hernandez_MV_DC_Fruticultura_2011.pdf

66. VEGA MIRANDA, MV. 2011. Identificación de micorrizas vesículos-arbusculares en especies agrícolas y forestales en la zona de tingo maría. Tesis Ing. Tingo María. PE. UNAS. 64 pag. Consultada 29 ene. 2014. Disponible <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/32767553.doc>
67. VERA BUSTE, L. 2009. Efecto del bioestimulante ecofungi a base de micorrizas sobre la productividad del cultivo de maíz, INIAP 528, ESPAM 2007. Tesis Ing. Calceta: ESPA. 88 p. Consultado 28 may. 2014.
68. YUSMAIRA R; EGLENIS L; YARACELIS M; HECTOR P. 2011. Cultivo de maíz (en línea). Consultado 28 de mar. 2015. Disponible en <http://elmaizdelzulia.blogspot.com/2011/02/morfologia-de-la-planta-de-maiz.html>

8. ANEXOS

Cuadro A- 1. Rendimiento en grano promedio (kg/ha), por tratamiento al final del experimento.

BLOQU E	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	3388.88	4879.16	4293.05	4722.90	4434.02	4527.77
BII	3415.97	3854.16	4815.27	4938.19	4811.80	4729.16
BIII	4076.38	4118.75	3425.69	4402.08	4425.69	4425.69
BIV	3808.33	4388.19	3468.05	4289.58	2882.63	2882.63
BV	2867.36	4218.75	4093.05	4731.25	3831.94	4835.41
BVI	3697.22	4552.77	4047.91	4252.08	3550.69	3904.86
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	3542.357	4335.297	4023.837	4556.013	3989.462	4217.587
Sx	418.343	357.169	523.620	279.884	708.036	729.773
Sx ²	175010.91 3	127569.551	274178.16 1	78335.143	501315.51 9	532568.183
Σx	21254.140	26011.780	24143.020	27336.080	23936.770	25305.520
Σx ²	76164799. 09	113406630. 89	98518459. 92	124935220. 68	98001403. 93	109391064. 66

Cuadro A- 2. Análisis de varianza de rendimiento en grano (kg/ha).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	3632582.899	5	726516.580	3.079	0.027
Bloque	2544994.078	5	508998.816	2.157	0.092
Error	5899893.272	25	235995.731		
Total	12077470.249	35			

a. R cuadrado = .511 (R cuadrado corregida = .316)

Cuadro A- 3. Prueba de Duncan para tratamientos de rendimiento en grano (kg/ha).

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
0	6	3542.356	
4	6	3989.461	3989.461
2	6	4023.836	4023.836
5	6		4217.586
1	6		4335.296
3	6		4556.013
Sig.		0.116	0.081

Cuadro A- 4. Prueba de Duncan para bloques de rendimiento en grano (kg/ha).

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
4	6	3619.901	
6	6	4000.921	4000.921
5	6	4096.293	4096.293
3	6	4145.713	4145.713
1	6		4374.296
2	6		4427.425
Sig.		0.097	0.185

Cuadro A- 5. Longitud de mazorca promedio (cm), por tratamiento al final del experimento.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	17.50	18.00	17.50	18.50	18.25	17.50
BII	16.75	18.25	19.25	18.13	19.38	18.63
BIII	17.38	18.00	16.13	18.25	18.25	17.88
BIV	18.63	18.38	17.63	17.63	16.38	17.25
BV	17.25	17.75	17.13	19.63	17.75	18.50
BVI	17.88	17.88	16.25	17.75	17.50	16.63
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	17.563	18.042	17.313	18.313	17.917	17.729
Sx	0.636	0.233	1.137	0.719	0.993	0.764
Sx²	0.405	0.054	1.292	0.517	0.985	0.584
Σx	105.375	108.250	103.875	109.875	107.500	106.375
Σx²	1852.672	1953.281	1804.797	2014.672	1930.969	1888.859

Cuadro A- 6. Análisis de varianza de longitud de mazorca (cm).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	3.797	5	0.759	1.259	0.312
Bloque	4.109	5	0.822	1.363	0.272
Error	15.078	25	0.603		
Total	22.984	35			

a. R cuadrado = .344 (R cuadrado corregida = .082)

Cuadro A- 7. Prueba de Duncan para tratamientos de longitud de mazorca (cm).

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	
2	6	17.312	
0	6	17.562	
5	6	17.729	
4	6	17.916	
1	6	18.041	
3	6	18.312	
Sig.		0.058	

Cuadro A- 8. Prueba de Duncan para bloques de longitud de mazorca (cm).

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
6	6	17.312	
3	6	17.645	17.645
4	6	17.645	17.645
1	6	17.875	17.875
5	6	18.000	18.000
2	6		18.395
Sig.		0.182	0.146

Cuadro A- 9. Diámetro de mazorca promedio (mm), por tratamiento al final del experimento.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	36.25	42.50	39.75	40.75	39.75	39.50
BII	36.75	38.00	41.25	43.25	41.50	42.25
BIII	39.25	38.75	37.50	39.75	36.25	38.25
BIV	42.25	38.00	38.50	40.25	35.50	37.75
BV	35.50	40.25	39.00	41.50	39.25	40.25
BVI	39.00	41.00	39.75	38.50	38.25	38.25
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	38.167	39.750	39.292	40.667	38.417	39.375
Sx	2.503	1.817	1.279	1.618	2.245	1.686
Sx ²	6.267	3.300	1.635	2.617	5.042	2.844
Σx	229.000	238.500	235.750	244.000	230.500	236.250
Σx ²	8771.500	9496.875	9271.188	9935.750	8880.250	9316.563

Cuadro A- 10. Análisis de varianza de diámetro de mazorca (mm).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	24.826	5	4.965	1.375	0.267
Bloque	18.222	5	3.644	1.009	0.433
Error	90.299	25	3.612		
Total	133.347	35			

a. R cuadrado = .323 (R cuadrado corregida = .052)

Cuadro A- 11. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de mazorca (mm).

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
0	6	38.166
4	6	38.416
2	6	39.291
5	6	39.375
1	6	39.750
3	6	40.666
Sig.		0.053

Cuadro A- 12. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de mazorca (mm).

Bloque	N	Subconjunto
		1
3	6	38.291
4	6	38.708
6	6	39.125
5	6	39.291
1	6	39.750
2	6	40.500
Sig.		0.086

Cuadro A- 13. Rendimiento de biomasa en materia seca promedio (ton/ha), por tratamiento al final del experimento.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	4.80	5.49	3.94	4.80	4.88	3.95
BII	4.87	6.45	5.42	5.64	4.85	5.98
BIII	5.39	4.57	5.58	5.47	5.17	5.17
BIV	5.31	4.36	5.58	5.47	5.24	5.24
BV	5.03	4.80	5.02	6.71	3.96	5.49
BVI	3.62	5.34	3.16	5.34	4.34	3.76
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	4.837	5.168	4.783	5.572	4.740	4.932
Sx	0.640	0.765	1.008	0.628	0.497	0.883
Sx ²	0.410	0.585	1.015	0.394	0.247	0.780
Σx	29.020	31.010	28.700	33.430	28.440	29.590
Σx ²	142.410	163.193	142.359	188.231	136.041	149.827

Cuadro A- 14. Análisis de varianza de rendimiento de biomasa en materia seca (ton/ha).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	3.005	5	0.601	1.408	0.256
Bloque	6.479	5	1.296	3.034	0.028
Error	10.676	25	0.427		
Total	20.160	35			

a. R cuadrado = .470 (R cuadrado corregida = .259)

Cuadro A- 15. Prueba de Duncan para tratamientos de biomasa en materia seca (ton/ha).

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
4	6	4.740
2	6	4.783
0	6	4.836
5	6	4.931
1	6	5.168
3	6	5.571
Sig.		0.061

Cuadro A- 16. Prueba de Duncan para bloques de biomasa en materia seca (ton/ha).

Bloque	N	Subconjunto		
		1	2	3
6	6	4.260		
1	6	4.643	4.643	
5	6		5.168	5.168
4	6		5.200	5.200
3	6		5.225	5.225
2	6			5.535
Sig.		0.319	0.170	0.384

Cuadro A- 17. Altura de planta promedio (cm), correspondiente a los 15 días después de siembra.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	28.167	29.333	35.333	32.500	31.333	29.167
BII	22.000	33.000	27.333	31.000	28.833	29.000
BIII	24.667	25.500	28.500	30.333	22.500	22.500
BIV	26.167	27.667	29.833	28.000	21.000	28.667
BV	25.000	23.167	28.000	32.000	25.500	30.667
BVI	29.333	28.333	26.000	29.500	27.167	27.833
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	25.889	27.833	29.167	30.556	26.056	27.972
Sx	2.628	3.360	3.276	1.659	3.881	2.835
Sx ²	6.907	11.289	10.733	2.752	15.063	8.038
Σx	155.333	167.000	175.000	183.333	156.333	167.833
Σx ²	4055.944	4704.611	5157.833	5615.611	4148.667	4734.861

Cuadro A- 18. Análisis de varianza de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de siembra.

F de V	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	96.671	5	19.334	2.728	0.042
Bloque	96.717	5	19.343	2.729	0.042
Error	177.195	25	7.088		
Total	370.583	35			

a. R cuadrado = .522 (R cuadrado corregida = .331)

Cuadro A- 19. Prueba de Duncan para tratamientos de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
0	6	25.889	
4	6	26.056	
1	6	27.833	27.833
5	6	27.972	27.972
2	6	29.167	29.167
3	6		30.556
Sig.		0.066	0.116

Cuadro A- 20. Prueba de Duncan para bloques de altura de planta (cm), correspondiente a los 15 días después de siembra.

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
III	6	25.667	
IV	6	26.889	
V	6	27.389	
VI	6	28.028	28.028
II	6	28.528	28.528
I	6		30.972
Sig.		0.107	0.081

Cuadro A- 21. Altura de planta promedio (cm), correspondiente a los 30 días después de siembra.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	78.167	85.500	97.333	86.500	85.833	79.500
BII	75.667	85.333	96.833	82.167	88.333	91.167
BIII	79.000	70.000	87.500	88.333	74.167	74.167
BIV	72.667	77.167	80.333	89.167	66.000	75.333
BV	57.833	58.000	82.667	80.333	60.333	87.667
BVI	67.500	69.667	54.333	69.833	62.167	62.167
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	71.806	74.278	83.167	82.722	72.806	78.333
Sx	8.020	10.593	15.785	7.203	12.064	10.401
Sx ²	64.327	112.207	249.178	51.885	145.549	108.178
∑x	430.833	445.667	499.000	496.333	436.833	470.000
∑x ²	31257.861	33664.167	42746.056	41317.222	32531.639	37357.556

Cuadro A- 22. Análisis de varianza de altura de planta (cm), correspondiente a los 30 días después de siembra.

F de V	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	745.978	5	149.196	2.524	0.056
Bloque	2178.802	5	435.760	7.372	0.000
Error	1477.818	25	59.113		
Total	4402.599	35			

a. R cuadrado = .664 (R cuadrado corregida = .530)

Cuadro A- 23. Prueba de Duncan para tratamientos de altura de planta (cm), correspondiente a los 30 días después de siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
0	6	71.806	
4	6	72.806	
1	6	74.278	74.278
5	6	78.333	78.333
3	6		82.722
2	6		83.167
Sig.		0.190	0.077

Cuadro A- 24. Prueba de Duncan para bloques de altura de planta (cm), correspondiente a los 30 días después de siembra.

Bloque	N	Subconjunto		
		1	2	3
VI	6	64.278		
V	6	71.139	71.139	
IV	6		76.778	76.778
III	6		78.861	78.861
I	6			85.472
II	6			86.583
Sig.		0.135	0.112	0.052

Cuadro A- 25. Altura de planta promedio (cm), correspondiente a los 45 días después de siembra.

BLOQU E	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	167.500	216.667	226.500	222.167	216.333	154.500
BII	221.167	224.500	245.667	213.500	205.667	175.667
BIII	218.000	185.500	238.000	228.333	199.333	199.333
BIV	182.333	228.000	253.167	229.667	176.667	208.333
BV	162.667	180.000	217.667	213.667	166.667	236.500
BVI	180.833	214.333	161.167	183.167	185.000	173.500
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	188.750	208.167	223.694	215.083	191.611	191.306
Sx	25.069	20.384	33.196	17.097	18.749	29.371
Sx²	628.431	415.511	1101.994	292.319	351.530	862.638
Σx	1132.500	1249.000	1342.167	1290.500	1149.667	1147.833
Σx²	216901.52	262077.72	305745.19	279026.63	222046.55	223900.0
	8	2	4	9	6	8

Cuadro A- 26. Análisis de varianza de altura de planta (cm), correspondiente a los 45 días después de siembra.

F de V	Suma de Cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	6422.571	5	1284.514	2.336	0.072
Bloque	4514.590	5	902.918	1.642	0.186
Error	13747.522	25	549.901		
Total	24684.682	35			

b. R cuadrado = .443 (R cuadrado corregida = .220)

Cuadro A- 27. Prueba de Duncan para tratamientos de altura de planta (cm), correspondiente a los 45 días después de siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
0	6	188.750	
5	6	191.306	
4	6	191.611	
1	6	208.167	208.167
3	6	215.083	215.083
2	6		223.694
Sig.		0.092	0.289

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

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
VI	6	183.000	
V	6	196.194	196.194
I	6	200.611	200.611
III	6	211.417	211.417
IV	6	213.028	213.028
II	6		214.361
Sig.		0.056	0.241

Cuadro A- 29. Altura de planta promedio (cm), correspondiente a los 60 días después de siembra.

BLOQUE E	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
L0BI	241.333	269.833	259.000	275.833	273.000	222.167
BII	280.833	280.167	303.000	263.167	274.667	245.667
BIII	277.667	249.333	275.333	266.000	276.500	276.500
BIV	255.500	261.333	282.000	266.833	251.667	257.000
BV	234.000	243.833	260.167	266.167	238.833	288.167
BVI	226.000	270.167	222.167	260.500	253.667	229.500
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	252.556	262.444	266.944	266.417	261.389	253.167
Sx	22.866	13.768	27.244	5.189	15.507	25.929
Sx ²	522.863	189.563	742.230	26.931	240.474	672.300
Σx	1515.333	1574.667	1601.667	1598.500	1568.333	1519.000
Σx ²	385320.16	414210.33	431267.16	426001.69	411147.27	387921.66
	7	3	7	4	8	7

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

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	1187.998	5	237.600	0.720	0.614
Bloque	3727.081	5	745.416	2.260	0.079
Error	8244.720	25	329.789		
Total	13159.799	35			

a. R cuadrado = .373 (R cuadrado corregida = .123)

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

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	
0	6	252.556	
5	6	253.167	
4	6	261.389	
1	6	262.444	
3	6	266.417	
2	6	266.944	
Sig.		0.238	

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

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
VI	6	243.667	
V	6	255.194	255.194
I	6	256.861	256.861
IV	6	262.389	262.389
III	6		270.222
II	6		274.583
Sig.		0.114	0.109

Cuadro A- 33. Diámetro de tallo promedio (mm), correspondiente a los 15 días después de siembra

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	4.167	3.750	4.667	4.167	4.083	3.917
BII	3.083	4.167	4.167	4.333	4.000	4.250
BIII	3.917	3.583	4.167	3.667	3.333	4.417
BIV	3.750	4.250	3.750	3.917	2.917	4.167
BV	3.000	3.333	3.667	4.000	3.333	4.333
BVI	3.833	3.500	3.417	3.833	3.750	3.583
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	3.625	3.764	3.972	3.986	3.569	4.111
Sx	0.474	0.370	0.449	0.238	0.452	0.310
Sx ²	0.224	0.137	0.202	0.057	0.204	0.096
∑x	21.750	22.583	23.833	23.917	21.417	24.667
∑x ²	79.965	85.688	95.681	95.618	77.465	101.889

Cuadro A- 34. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 15 días después de siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	1.425	5	0.285	2.082	0.101
Bloque	1.180	5	0.236	1.724	0.166
Error	3.422	25	0.137		
Total	6.027	35			

b. R cuadrado = 0.432 (R cuadrado corregida = 0.205)

Cuadro A- 35. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 15 días después de siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
4	6	3.569	
0	6	3.625	3.625
1	6	3.764	3.764
2	6	3.972	3.972
3	6	3.986	3.986
5	6		4.111
Sig.		0.091	0.05

Cuadro A- 36. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 15 días después de siembra.

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
V	6	3.611	
VI	6	3.653	3.653
IV	6	3.792	3.792
III	6	3.847	3.847
II	6	4.000	4.000
I	6		4.125
Sig.		0.114	0.057

Cuadro A- 37. Diámetro de tallo promedio (mm), correspondiente a los 30 días después de siembra.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	10.417	19.417	15.500	19.167	17.583	16.750
BII	17.250	20.583	22.250	18.000	18.667	20.083
BIII	20.667	17.667	20.833	19.833	18.333	20.500
BIV	15.833	21.333	20.000	21.333	18.500	19.167
BV	11.750	15.833	19.583	20.333	15.667	22.000
BVI	16.667	17.500	11.500	15.500	16.667	15.667
PARAMETROS ESTADISTICOS						
x	15.431	18.722	18.278	19.028	17.569	19.028
Sx	3.771	2.084	4.016	2.059	1.191	2.393
Sx ²	14.221	4.344	16.127	4.238	1.418	5.724
∑x	92.583	112.333	109.667	114.167	105.417	114.167
∑x ²	1499.715	2124.847	2085.097	2193.528	1859.201	2200.958

Cuadro A- 38. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 30 días después de siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	56.990	5	11.398	2.039	0.108
Bloque	90.617	5	18.123	3.242	0.022
Error	139.737	25	5.589		
Total	287.344	35			

c. R cuadrado = .514 (R cuadrado corregida = .319)

Cuadro A- 39. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 30 días después de siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto	
		1	2
0	6	15.431	
4	6	17.569	17.569
2	6	18.278	18.278
1	6		18.722
3	6		19.028
5	6		19.028
Sig.		0.058	0.349

Cuadro A- 40. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 30 días después de siembra.

Bloque	N	Subconjunto		
		1	2	3
6	6	15.583		
1	6	16.472	16.472	
5	6	17.528	17.528	17.528
4	6		19.361	19.361
2	6		19.472	19.472
3	6			19.639
Sig.		0.190	0.053	0.169

Cuadro A- 41. Diámetro de tallo promedio (mm), correspondiente a los 45 días después de siembra.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	23.083	23.833	21.333	23.500	23.333	21.833
BII	24.167	22.000	24.000	21.833	21.667	22.667
BIII	23.333	24.667	23.833	22.333	24.167	22.833
BIV	21.333	24.833	24.500	24.667	25.667	23.500
BV	22.333	21.667	24.333	24.333	23.167	25.667
BVI	22.167	25.167	21.000	22.333	23.500	22.667
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	22.736	23.694	23.167	23.167	23.583	23.194
Sx	0.998	1.511	1.571	1.174	1.311	1.323
Sx ²	0.996	2.282	2.467	1.378	1.719	1.749
Σx	136.417	142.167	139.000	139.000	141.500	139.167
Σx ²	3106.563	3379.972	3232.500	3227.056	3345.639	3236.639

Cuadro A- 42. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 45 días después de siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	3.536	5	0.707	0.405	0.841
Bloque	9.263	5	1.853	1.060	0.406
Error	43.692	25	1.748		
Total	56.491	35			

a. R cuadrado = .227 (R cuadrado corregida = -.083)

Cuadro A- 43. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 45 días después de siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
0	6	22.736
2	6	23.167
3	6	23.167
5	6	23.194
4	6	23.583
1	6	23.694
Sig.		0.279

Cuadro A- 44. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 45 días después de siembra.

Bloque	N	Subconjunto
		1
II	6	22.722
VI	6	22.806
II	6	22.819
III	6	23.528
VI	6	23.583
IV	6	24.083
Sig.		0.127

Cuadro A- 45. Diámetro de tallo promedio (mm), correspondiente a los 60 días después de siembra.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	21.167	23.000	19.833	22.833	22.333	20.000
BII	23.667	22.500	23.833	21.833	21.500	22.500
BIII	23.333	23.667	22.500	22.667	23.833	23.500
BIV	22.000	24.833	23.167	23.500	24.333	22.000
BV	21.833	21.500	22.667	23.667	22.667	23.333
BVI	21.333	22.000	19.667	20.667	23.000	23.500
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	22.222	22.917	21.944	22.528	22.944	22.472
Sx	1.042	1.205	1.763	1.123	1.026	1.356
Sx ²	1.085	1.453	3.107	1.260	1.052	1.838
Σx	133.333	137.500	131.667	135.167	137.667	134.833
Σx ²	2968.389	3158.306	2904.889	3051.306	3163.944	3039.194

Cuadro A- 46. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 60 días después de siembra.

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	4.550	5	0.910	0.712	0.620
Bloque	17.022	5	3.404	2.664	0.046
Error	31.954	25	1.278		
Total	53.527	35			

a. R cuadrado = .403 (R cuadrado corregida = .164)

b. Medición = 4

Cuadro A- 47. Prueba de Duncan para tratamientos de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 60 días después de siembra.

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
2	6	21.944
0	6	22.222
5	6	22.472
3	6	22.528
1	6	22.917
4	6	22.944
Sig.		0.188

Cuadro A- 48. Prueba de Duncan para bloques de diámetro de tallo (mm), correspondiente a los 60 días después de siembra.

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
I	6	21.528	
VI	6	21.694	
V	6	22.611	22.611
II	6	22.639	22.639
III	6		23.250
IV	6		23.306
Sig.		0.131	0.341

Cuadro A- 49. Longitud de raíz promedio (cm), al final del experimento.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	36.50	43.25	44.50	47.25	51.25	42.25
BII	39.50	43.00	43.50	39.00	38.25	40.50
BIII	46.00	45.50	45.75	45.50	46.25	43.50
BIV	44.75	39.25	49.00	50.75	41.50	48.00
BV	49.25	45.75	39.75	52.75	49.50	35.75
BVI	42.75	46.75	45.00	40.25	40.25	49.50
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	43.125	43.917	44.583	45.917	44.500	43.250
Sx	4.596	2.719	3.019	5.513	5.287	5.030
Sx ²	21.119	7.392	9.117	30.392	27.950	25.300
∑x	258.750	263.500	267.500	275.500	267.000	259.500
∑x ²	11264.188	11609.000	11971.625	12802.000	12021.250	11349.875

Cuadro A- 50. Análisis de varianza de longitud de raíz (cm).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	31.925	5	6.385	0.319	0.897
Bloque	105.946	5	21.189	1.059	0.406
Error	500.398	25	20.016		
Total	638.269	35			

a. R cuadrado = .216 (R cuadrado corregida = -.098)

Cuadro A- 51. Prueba de Duncan para tratamientos de longitud de raíz (cm).

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
0	6	43.125
5	6	43.250
1	6	43.916
4	6	44.500
2	6	44.583
3	6	45.916
Sig.		0.350

Cuadro A- 52. Prueba de Duncan para bloques de longitud de raíz (cm).

Bloque	N	Subconjunto
		1
2	6	40.6250
6	6	44.0833
1	6	44.1667
3	6	45.4167
5	6	45.4583
4	6	45.5417
Sig.		0.104

Cuadro A- 53. Peso de raíz promedio (gr), al final del experimento.

BLOQUE	TRATAMIENTO					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
BI	53.6	105.95	64.45	81.1	86.3	73.35
BII	60.15	136.25	81.4	95.85	86.9	110.25
BIII	110.7	100.5	120.7	90.6	128.95	121.4
BIV	98.25	86.3	103.15	149.55	86.35	67.4
BV	53.15	82.7	109.1	102.4	88.95	69.25
BVI	73.55	70.85	46.7	86.75	81.4	85.45
PARAMETROS ESTADISTICOS						
X	74.9	97.091667	87.583333	101.04167	93.141667	87.85
Sx	24.384	22.959	28.449	24.871	17.718	22.837
Sx ²	594.6	527.13342	809.36667	618.56142	313.91342	521.507
Σx	449.4	582.55	525.5	606.25	558.85	527.1
Σx ²	36633.06	59196.418	50071.875	64349.318	53621.788	48913.27

Cuadro A- 54. Análisis de varianza de peso de raíz (gr).

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	2520.731	5	504.146	1.174	0.350
Bloque	6185.783	5	1237.157	2.880	0.035
Error	10739.627	25	429.585		
Total	19446.141	35			

a. R cuadrado = .448 (R cuadrado corregida = .227)

Cuadro A- 55. Prueba de Duncan para tratamientos de peso de raíz (gr).

Tratamiento	N	Subconjunto
		1
0	6	74.900
2	6	87.583
5	6	87.850
4	6	93.141
1	6	97.091
3	6	101.041
Sig.		0.064

Cuadro A- 56. Prueba de Duncan para bloques de peso de raíz (gr).

Bloque	N	Subconjunto	
		1	2
6	6	74.116	
1	6	77.458	
5	6	84.258	
2	6	95.133	95.133
4	6	98.500	98.500
3	6		112.141
Sig.		0.078	0.191

Cuadro A- 57. Costo de producción por hectárea del T0 (tratamiento control).

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNI	COSTO
Preparación de suelo			\$ 176.73
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	\$ 11.73	\$ 11.73
Insumos			\$ 676.10
Semilla	35 Lb	\$ 2.00	\$ 70.00
Super concentrate	0 Kg/Ha	\$ 72.38	\$ 0.00
Sulfato de amonio	7.5 qq/Ha	\$ 27.00	\$ 202.50
Formula 16-20-0	7.7 qq/ha	\$ 48.00	\$ 369.60
Larvin 37.5 SC	1 Lt/Ha	\$ 25.00	\$ 25.00
Paraquat	1.5 Lt/Ha	\$ 6.00	\$ 9.00
Mano de obra			\$ 314.00
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 5.00	\$ 15.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Fertilizaciones	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Riego	20 D/H	\$ 5.00	\$ 100.00
Dobla del maíz	4 D/H	\$ 5.00	\$ 20.00
Recolección	10 D/H	\$ 5.00	\$ 50.00
Desgrana	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Corte y picado de biomasa	9 D/H	\$ 5.00	\$ 45.00
Materiales			\$ 30.00
Aperos	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			\$ 140.00
Arrendamiento de tubos y bomba achicadora	2 Meses	\$ 20.00	\$ 40.00
Combustible	25 Gal.	\$ 4.00	\$ 100.00
Otros			\$ 272.38
Desgranadora	3,542.36 kg/ha	\$ 0.011	\$ 38.96
Picadora de biomasa	4,400 kg/ha	\$ 0.0198	\$ 87.12
Imprevisto y administración	10%		\$ 142.30
TOTAL			\$ 1,609.20

Cuadro A- 58. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T0 (tratamiento control).

Concepto	Cantidad	Precio/unitario	Total/Ha
Grano	3,542.36 kg/ha	\$ 0.506	\$ 1,792.43
Biomasa	4,400 kg/ha	\$ 0.11	\$ 484.00
Ingreso total	-	-	\$ 2,276.43

Nota: Calculo en base a precio de venta del grano de maíz para el mes de agosto del 2014 fue de \$ 50.60/100 kg y para la biomasa fue de \$ 5.00/45.45 kg.

Cuadro A- 59. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T0 (Tratamiento control).

Ingresos	\$ 2,276.43
Egresos	\$ 1,609.20
Utilidad	\$ 667.23

Relación beneficio costo por hectárea del T0 (tratamiento control).

$$B/C = \$ 2,276.43 \div \$ 1,609.20$$

$$B/C = \$ 1.41$$

Cuadro A- 60. Costo de producción por hectárea del T1 (0.71 kg de super concentrado/ha).

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNI	COSTO
Preparación de suelo			\$ 176.73
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	\$ 11.73	\$ 11.73
Insumos			\$ 727.49
Semilla	35 Lb	\$ 2.00	\$ 70.00
Super concentrado	0.71 Kg/Ha	\$ 72.38	\$ 51.39
Sulfato de amonio	7.5 qq/Ha	\$ 27.00	\$ 202.50
Formula 16-20-0	7.7 qq/ha	\$ 48.00	\$ 369.60
Larvin 37.5 SC	1 Lt/Ha	\$ 25.00	\$ 25.00
Paraquat	1.5 Lt/Ha	\$ 6.00	\$ 9.00
Mano de obra			\$ 314.00
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 5.00	\$ 15.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Fertilizaciones	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Riego	20 D/H	\$ 5.00	\$ 100.00
Dobla del maíz	4 D/H	\$ 5.00	\$ 20.00
Recolección	10 D/H	\$ 5.00	\$ 50.00
Desgrana	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Corte y picado de biomasa	9 D/H	\$ 5.00	\$ 45.00
Materiales			\$ 30.00
Aperos	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			\$ 140.00
Arrendamiento de tubos y bomba achicadora	2 Meses	\$ 20.00	\$ 40.00
Combustible	25 Gal.	\$ 4.00	\$ 100.00
Otros			\$ 293.65
Desgranadora	4,335.30 kg/ha	\$ 0.011	\$ 47.69
Picadora de biomasa	4,700 kg/ha	\$ 0.0198	\$ 93.06
Imprevisto y administración	10 %		\$ 152.90
TOTAL			\$ 1,681.86

Cuadro A- 61. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T1 (0.71 kg de super concentrate).

Concepto	Cantidad	Precio/unitario	Total/Ha
Grano	4,335.30 kg/ha	\$ 0.506	\$ 2,193.66
Biomasa	4,700 kg/ha	\$ 0.11	\$ 517.00
Ingreso total	-	-	\$ 2,710.66

Nota: Calculo en base a precio de venta del grano de maíz para el mes de agosto del 2014 fue de \$ 50.60/100 kg y para la biomasa fue de \$ 5.00/45.45 kg.

Cuadro A- 62. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T1 (0.71 kg de super concentrate/ha).

Ingresos	\$ 2,710.66
Egresos	\$ 1,681.86
Utilidad	\$ 1,028.80

Relación beneficio costo por hectárea del T1 (0.71 kg de super concentrate/ha).

$$B/C = \$ 2,710.66 \div \$ 1,681.86$$

$$B/C = \$ 1.61$$

Cuadro A- 63. Costo de producción por hectárea del T2 (1.07 kg de super concentrado/ha).

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNI	COSTO
Preparación de suelo			\$176.73
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	\$ 11.73	\$ 11.73
Insumos			\$ 753.55
Semilla	35 Lb	\$ 2.00	\$ 70.00
Super concentrado	1.07 Kg/Ha	\$ 72.38	\$ 77.45
Sulfato de amonio	7.5 qq/Ha	\$ 27.00	\$ 202.50
Formula 16-20-0	7.7 qq/ha	\$ 48.00	\$ 369.60
Larvin 37.5 SC	1 Lt/Ha	\$ 25.00	\$ 25.00
Paraquat	1.5 Lt/Ha	\$ 6.00	\$ 9.00
Mano de obra			\$ 314.00
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 5.00	\$ 15.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Fertilizaciones	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Riego	20 D/H	\$ 5.00	\$ 100.00
Dobla del maíz	4 D/H	\$ 5.00	\$ 20.00
Recolección	10 D/H	\$ 5.00	\$ 50.00
Desgrana	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Corte y picado de biomasa	9 D/H	\$ 5.00	\$ 45.00
Materiales			\$ 30.00
Aperos	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			\$ 140.00
Arrendamiento de tubos y bomba achicadora	2 Meses	\$ 20.00	\$ 40.00
Combustible	25 Gal.	\$ 4.00	\$ 100.00
Otros			\$ 284.76
Desgranadora	4,023.84 kg/ha	\$ 0.011	\$ 44.26
Picadora de biomasa	4,345.45 kg/ha	\$ 0.0198	\$ 86.04
Imprevisto y administración	10 %		\$ 154.46
TOTAL			\$ 1,699.04

Cuadro A- 64. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T2 (1.07 kg de super concentrate/ha).

Concepto	Cantidad	Precio/unitario	Total/Ha
Grano	4,023.84 kg/ha	\$ 0.506	\$ 2,036.06
Biomasa	4,345.45 kg/ha	\$ 0.11	\$ 478.00
Ingreso total	-	-	\$ 2,514.06

Nota: Calculo en base a precio de venta del grano de maíz para el mes de agosto del 2014 fue de \$ 50.60/100 kg y para la biomasa fue de \$ 5.00/45.45 kg.

Cuadro A- 65. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T2 (1.07 kg de super concentrate/ha).

Ingresos	\$2,514.06
Egresos	\$1,699.04
Utilidad	\$815.03

Relación beneficio costo por hectárea del (T2) 1.07 kg de super concentrate /ha.

$$B/C = \$ 2,514.06 \div \$ 1,699.04$$

$$B/C = \$ 1.48$$

Cuadro A- 66. Costo de producción por hectárea del T3 (1.43 kg de super concentrado/ha).

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNI	COSTO
Preparación de suelo			\$ 176.73
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	\$ 11.73	\$ 11.73
Insumos			\$ 779.60
Semilla	35 Lb	\$ 2.00	\$ 70.00
Super concentrado	1.43 Kg/Ha	\$ 72.38	\$ 103.50
Sulfato de amonio	7.5 qq/Ha	\$ 27.00	\$ 202.50
Formula 16-20-0	7.7 qq/ha	\$ 48.00	\$ 369.60
Larvin 37.5 SC	1 Lt/Ha	\$ 25.00	\$ 25.00
Paraquat	1.5 Lt/Ha	\$ 6.00	\$ 9.00
Mano de obra			\$ 314.00
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 5.00	\$ 15.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Fertilizaciones	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Riego	20 D/H	\$ 5.00	\$ 100.00
Dobla del maíz	4 D/H	\$ 5.00	\$ 20.00
Recolección	10 D/H	\$ 5.00	\$ 50.00
Desgrana	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Corte y picado de biomasa	9 D/H	\$ 5.00	\$ 45.00
Materiales			\$ 30.00
Aperos	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			\$ 140.00
Arrendamiento de tubos y bomba achicadora	2 Meses	\$ 20.00	\$ 40.00
Combustible	25 Gal.	\$ 4.00	\$ 100.00
Otros			\$ 309.46
Desgranadora	4,556.01 kg/ha	\$ 0.011	\$ 50.12
Picadora de biomasa	5,063.63 kg/ha	\$ 0.0198	\$ 100.26
Imprevisto y administración	10%		\$ 159.08
TOTAL			\$ 1,749.78

Cuadro A- 67. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T3 (1.43 kg de super concentrate/ha).

Concepto	Cantidad	Precio/unitario	Total/Ha
Grano	4,023.84 kg/ha	\$ 0.506	\$ 2,036.06
Biomasa	5,063.63 kg/ha	\$ 0.11	\$ 478.00
Ingreso total	-	-	\$ 2,514.06

Nota: Calculo en base a precio de venta del grano de maíz para el mes de agosto del 2014 fue de \$ 50.60/100 kg y para la biomasa fue de \$ 5.00/45.45 kg

Cuadro A- 68. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T3 (1.43 kg de super concentrate/ha).

Ingresos	\$2,862.34
Egresos	\$1,749.78
Utilidad	\$1,112.56

Relación beneficio costo por hectárea del T3 (1.43 kg de super concentrate/ha).

$$B/C = \$ 2,862.34 \div \$ 1,749.78$$

$$B/C = \$ 1.63$$

Cuadro A- 69. Costo de producción por hectárea del T4 (1.78 kg de super concentrado/ha).

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNI	COSTO
Preparación de suelo			\$ 176.73
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	\$ 11.73	\$ 11.73
Insumos			\$ 804.94
Semilla	35 Lb	\$ 2.00	\$ 70.00
Super concentrado	1.78 Kg/Ha	\$ 72.38	\$ 128.84
Sulfato de amonio	7.5 qq/Ha	\$ 27.00	\$ 202.50
Formula 16-20-0	7.7 qq/ha	\$ 48.00	\$ 369.60
Larvin 37.5 SC	1 Lt/Ha	\$ 25.00	\$ 25.00
Paraquat	1.5 Lt/Ha	\$ 6.00	\$ 9.00
Mano de obra			\$ 314.00
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 5.00	\$ 15.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Fertilizaciones	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Riego	20 D/H	\$ 5.00	\$ 100.00
Dobla del maíz	4 D/H	\$ 5.00	\$ 20.00
Recolección	10 D/H	\$ 5.00	\$ 50.00
Desgrana	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Corte y picado de biomasa	9 D/H	\$ 5.00	\$ 45.00
Materiales			\$ 30.00
Aperos	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			\$ 140.00
Arrendamiento de tubos y bomba achicadora	2 Meses	\$ 20.00	\$ 40.00
Combustible	25 Gal.	\$ 4.00	\$ 100.00
Otros			\$ 288.68
Desgranadora	3,989.46 kg/ha	\$ 0.011	\$ 43.88
Picadora de biomasa	4,309.09 kg/ha	\$ 0.0198	\$ 85.32
Imprevisto y administración	10%		\$ 159.48
TOTAL			\$ 1,754.36

Cuadro A- 70. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T4 (1.78 kg de super concentrate/ha).

Concepto	Cantidad	Precio/unitario	Total/Ha
Grano	3,989.46 kg/ha	\$ 0.506	\$ 2,018.67
Biomasa	4,309.09 kg/ha	\$ 0.11	\$ 474.00
Ingreso total	-	-	\$ 2,492.67

Nota: Calculo en base a precio de venta del grano de maíz para el mes de agosto del 2014 fue de \$ 50.60/100 kg y para la biomasa fue de \$ 5.00/45.45 kg

Cuadro A- 71. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T4 (1.78 kg de super concentrate/ha).

Ingresos	\$ 2,492.67
Egresos	\$ 1,754.36
Utilidad	\$ 738.31

Relación beneficio costo por hectárea del T4 (1.78 kg de super concentrate/ha).

$$B/C = \$ 2,492.67 \div \$ 1,754.36$$

$$B/C = \$ 1.42$$

Cuadro A- 72. Costo de producción por hectárea del T5 (2.14 kg de super concentrado/ha).

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO/UNI	COSTO
Preparación de suelo			\$ 176.73
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	\$ 11.73	\$ 11.73
Insumos			\$ 830.99
Semilla	35 Lb	\$ 2.00	\$ 70.00
Super concentrado	2.14 Kg/Ha	\$ 72.38	\$ 154.89
Sulfato de amonio	7.5 qq/Ha	\$ 27.00	\$ 202.50
Formula 16-20-0	7.7 qq/ha	\$ 48.00	\$ 369.60
Larvin 37.5 SC	1 Lt/Ha	\$ 25.00	\$ 25.00
Paraquat	1.5 Lt/Ha	\$ 6.00	\$ 9.00
Mano de obra			\$ 314.00
Siembra de maíz	3 D/H	\$ 5.00	\$ 15.00
Aplicación de herbicida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Aplicación de insecticida	2 D/H	\$ 6.00	\$ 12.00
Fertilizaciones	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Riego	20 D/H	\$ 5.00	\$ 100.00
Dobla del maíz	4 D/H	\$ 5.00	\$ 20.00
Recolección	10 D/H	\$ 5.00	\$ 50.00
Desgrana	6 D/H	\$ 5.00	\$ 30.00
Corte y picado de biomasa	9 D/H	\$ 5.00	\$ 45.00
Materiales			\$ 30.00
Aperos	-	\$ 30.00	\$ 30.00
Sistema de riego			\$ 140.00
Arrendamiento de tubos y bomba achicadora	2 Meses	\$ 20.00	\$ 40.00
Combustible	25 Gal.	\$ 4.00	\$ 100.00
Otros			\$ 297.81
Desgranadora	4,217.00 kg/ha	\$ 0.011	\$ 46.39
Picadora de biomasa	4,481.81 kg/ha	\$ 0.0198	\$ 88.74
Imprevisto y administración	5%		\$ 162.68
TOTAL			\$ 1,789.54

Cuadro A- 73. Ingresos por venta de grano y biomasa por hectárea del T5 (2.14 kg de super concentrate/ha).

Concepto	Cantidad	Precio/unitario	Total/Ha
Grano	4,217.00 kg/ha	\$ 0.506	\$ 2,133.80
Biomasa	4,381.81 kg/ha	\$ 0.11	\$ 493.00
Ingreso total	-	-	\$ 2,626.80

Nota: Calculo en base a precio de venta del grano de maíz para el mes de agosto del 2014 fue de \$ 50.60/100 kg y para la biomasa fue de \$ 5.00/45.45 kg

Cuadro A- 74. Resumen de ingresos, egresos y utilidades por hectárea del T5 (2.14 kg de super concentrate/ha).

Ingresos	\$ 2,626.80
Egresos	\$ 1,789.54
Utilidad	\$ 837.27

Relación beneficio costo por hectárea del T5 (2.14 kg de super concentrate /ha).

$$B/C = \$ 2,626.80 \div \$ 1,789.54$$

$$B/C = \$ 1.47$$

Figura A- 1. Análisis de suelo del área donde se realizó el experimento.



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
 AGROPECUARIA Y FORESTAL
 ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
 LABORATORIO DE SUELOS
 e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
 Tel. 23020200 Ext.248

San Andrés, 6 de febrero de 2014.

CARTA No. 20024

NOMBRE DEL AGRICULTOR: HENRIQUE MARTINEZ RAMIREZ
 CANTON: EL JUTE
 MUNICIPIO: SAN MIGUEL
 DEPARTAMENTO: SAN MIGUEL

No. Laboratorio	Muestra No. 20054
Identificación de la muestra	
Cultivo que desea fertilizar	MAIZ

RESULTADO DEL ANALISIS

Textura		FRANCO ARENOSO
pH en agua 1:2.5	6.3	LIGERAMENTE ACIDO
Fósforo (mg kg ⁻¹)	14	ALTO
Potasio (mg kg ⁻¹)	350.4	MUY ALTO
Materia Orgánica (%)	2.48	MEDIO
Calcio Intercambiable (cmol kg ⁻¹)	11.79	ALTO
Magnesio Intercambiable (cmol kg ⁻¹)	4.90	ALTO
Potasio Intercambiable (cmol kg ⁻¹)	0.90	
Relación Calcio/Magnesio	2.41	MEDIO
Relación Magnesio/Potasio	5.45	MEDIO
Relación Calcio+Magnesio/Potasio	18.57	MEDIO
Relación Calcio/Potasio	13.12	MEDIO

Detalle: (mg kg⁻¹)_v = ppm

(cmol kg⁻¹) = meq/100 g suelo

CULTIVO: MAIZ

- 1.ª Fertilización. A la siembra.
400 lb/mz de Fórmula 16-20-0
- 2.ª Fertilización. 30 días después de la siembra.
150 lb/mz de Urea +
200 lb/mz de Sulfato de amonio

ING. QUIRINO ARGUETA
 ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Figura A- 2. Diseño de campo de la distribución aleatoria de unidades experimentales.

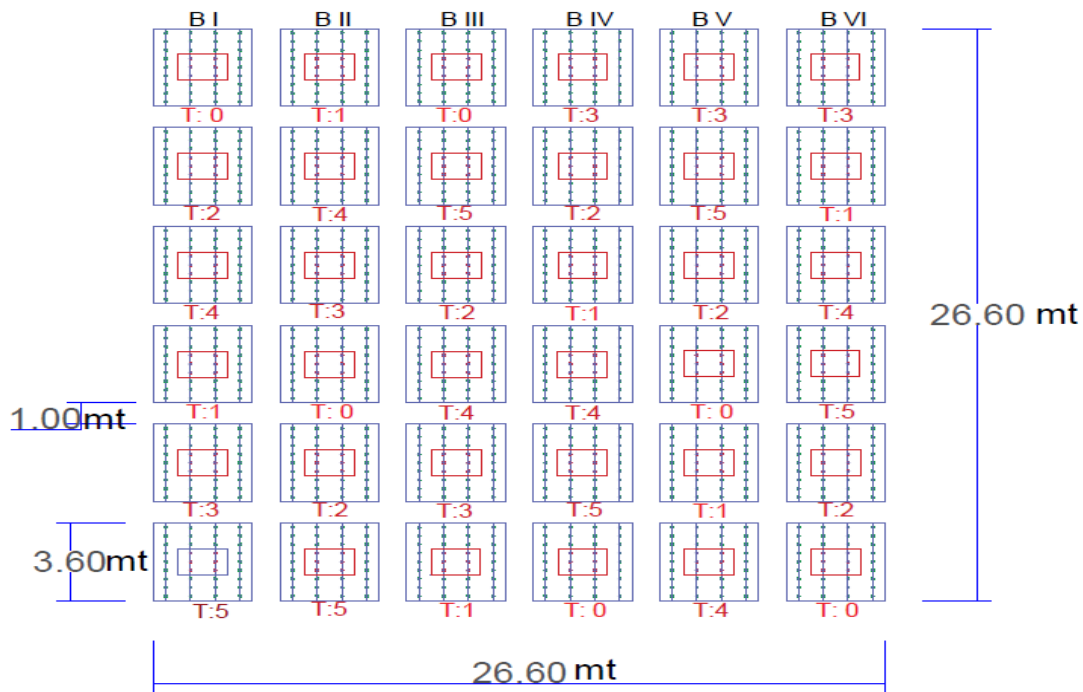


Figura A- 3. Diseño de parcela.

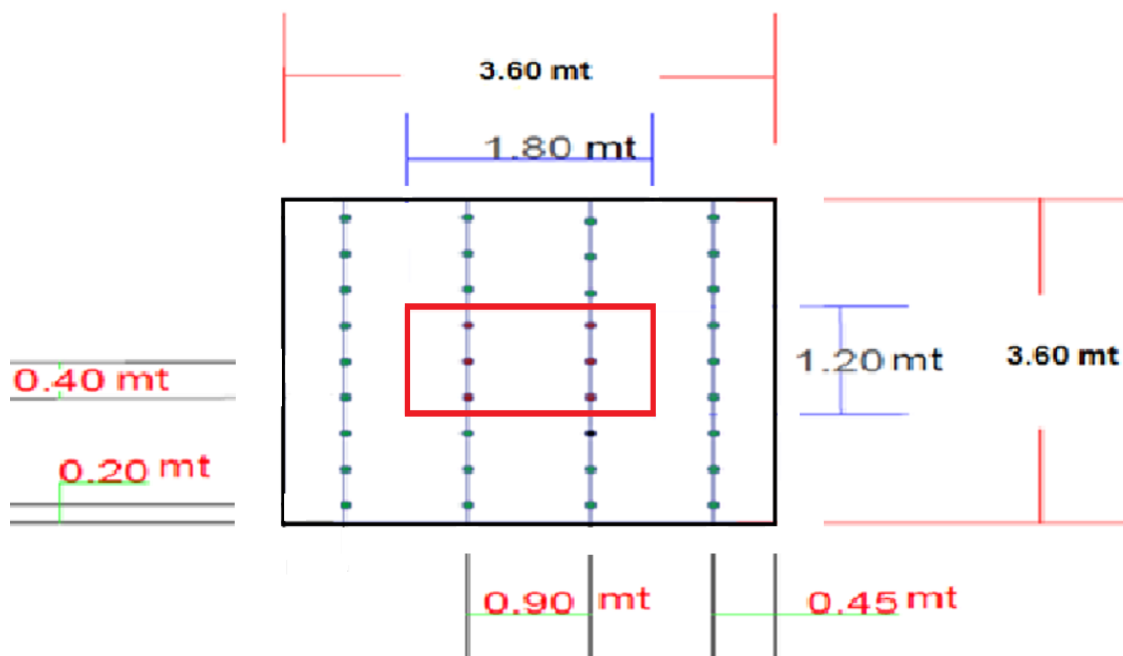
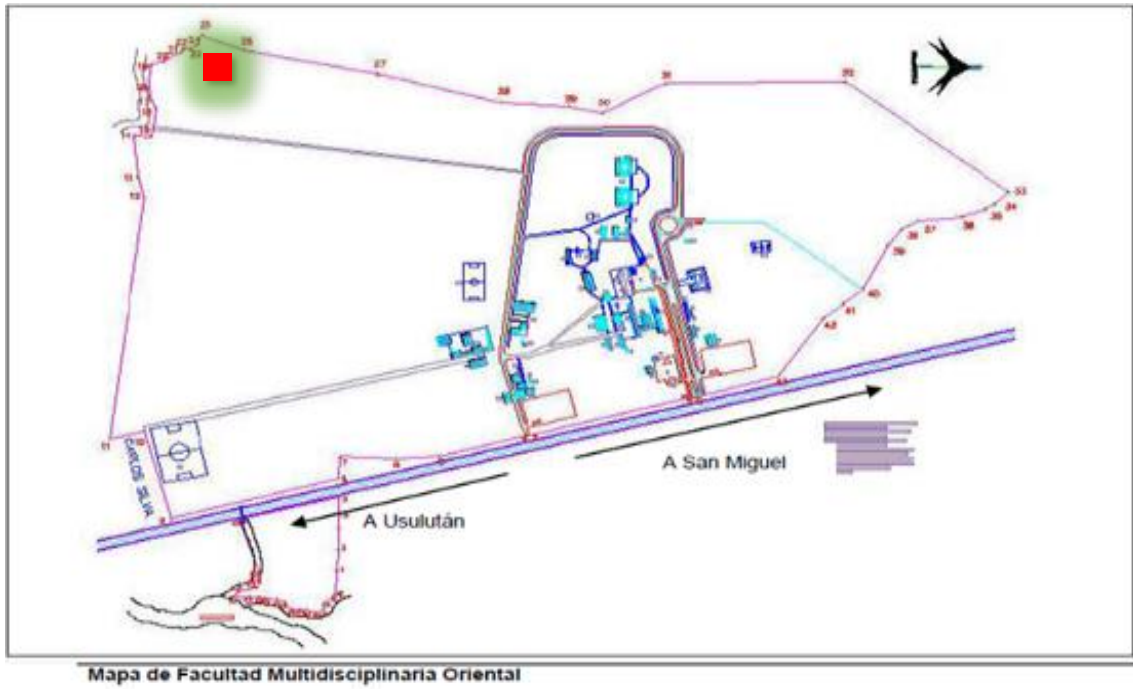


Figura A- 4. Ubicación del experimento.



Ubicación de la parcela experimental.