

Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* en el rendimiento de los cultivos de maíz y sorgo para ensilaje en Zamorano

Paúl Alejandro Castellanos Becerra

Zamorano

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Noviembre, 2006

Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* en el rendimiento de los cultivos de maíz y sorgo para ensilaje en Zamorano

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Paúl Alejandro Castellanos Becerra

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2006

El autor concede a Zamorano el permiso para reproducir y
distribuir copias de este trabajo para fines educativos.
Para otras personas físicas o jurídicas
se reservan los derechos de autor.

Paúl Alejandro Catellanos Becerra

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2006

**Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* en el
rendimiento de los cultivos de maíz y sorgo para ensilaje en
Zamorano**

Presentado por:

Paúl Alejandro Castellanos Becerra

Aprobada

Rogelio Trabanino, M. Sc.
Asesor Principal

Alfredo Rueda, Ph.D
Coordinador de Área
Temática Fitotécnica

Alfredo Rueda, Ph.D
Asesor

Abelino Pitty, Ph.D
Director Interino Carrera de
Ciencia y Producción
Agropecuaria

Isidro Matamoros, Ph.D
Asesor

George Pilz, Ph.D
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía, y mi fortaleza para seguir adelante y culminar con este período de mi vida.

A mi madre Lucía, por su confianza, amor y ejemplo que he recibido de una persona luchadora para salir adelante

A mi hermana Andrea por su apoyo y comprensión que siempre he tenido de ella.

A mi tía Miriam por el amor, confianza, esfuerzo, y sacrificio que ha hecho por mí al pagar mis estudios.

A mi papi Hernando y mami Tita porque con sus consejos y lágrimas me daban fuerzas para seguir luchando y salir adelante

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Lucía por sus consejos y sacrificios que siempre realiza para el bien de sus hijos y por ser ejemplo de una persona luchadora para salir adelante.

A mi tía Miriam por su esfuerzo, sacrificio y apoyo que siempre lo he recibido

A mi tío Hernando porque a pesar de la distancia siempre me mostró su apoyo, cariño y comprensión.

A mis primos Darío y Tania por ser mis hermanos menores y brindarme su apoyo.

A Esteban y Diego Becerra por sus consejos, enseñanzas y confianza que me brindaron en mi práctica profesional.

Al Ing. Rogelio Trabanino por la ayuda, consejos y tiempo brindado para realizar el proyecto.

Al Dr. Isidro Matamoros por el apoyo y consejos para realizar el proyecto.

Al Dr. Rueda por el apoyo y la confianza brindada

Al Ing. Joel Mendez por su amistad, guía y apoyo en la realización de la tesis.

A David Córdova, Cristian Carvajal y Ángel Albán por ser mis mejores amigos en Zamorano y haber estado en los buenos y malos momentos, brindándome su apoyo incondicional.

A Paul R, Juan Francisco G, Alvaro D, Esteban V, Víctor L, Karla P y Mario O gracias por la amistad brindada en estos años.

A todos mis amigos del laboratorio de control biológico, gracias por la confianza y amistad brindada durante mi cuarto año en Zamorano.

A Zamorano por todas las enseñanzas brindadas como persona y como profesional

RESUMEN

Castellanos, P. 2006. Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* en el contenido de materia seca en los cultivos de maíz y sorgo para ensilaje en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras.18p.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las aplicaciones en diferentes etapas del cultivo del hongo de *Trichoderma harzianum* en los cultivos de maíz y sorgo para determinar la influencia sobre la producción de materia fresca y materia seca, evaluar la rentabilidad económica en la producción de ensilaje de maíz y sorgo con el uso de *Trichoderma harzianum*. En el ensayo del maíz se evaluaron las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* al momento de la siembra, a los 10 días después de la siembra, a los 10, 20 y 30 días después de la siembra y un testigo al cual no se le aplicó nada. En el ensayo del sorgo se evaluaron las aplicaciones con *Trichoderma harzianum* al momento de la siembra, a los 20 días después de la siembra, a los 20, 40 y 60 días después de la siembra y un testigo, además se evaluó el número de rebrotes por área de tallo. Se utilizó un diseño de BCA, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones de el programa estadístico SAS[®]. Para determinar el contenido de materia seca, en los dos ensayos se hicieron muestreos de un metro lineal. Los resultados muestran que no existieron diferencias significativas para la variable materia seca en ninguno de los dos ensayos ($P>0.05$), a diferencia que en el tamaño de la raíz y altura de la planta presentaron diferencia significativa ($P<0.05$) entre los tratamientos siendo el mejor cuando se realizan tres aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en maíz. En el sorgo mostraron diferencias significativas ($P<0.05$) en el tamaño de la raíz haciendo tres aplicaciones de Trichoderma, en al altura de la planta no mostró diferencias significativas entre tratamientos con aplicaciones *Trichoderma harzianum* y el testigo ($P>0.05$), en el número de rebrotes presentó diferencia significativa al aplicar *Trichoderma harzianum* a los 20 días después de la siembra con relación al testigo. Con la aplicación de *Trichoderma harzianum* a los 10, 20 y 30 días después de la siembra en maíz y aplicaciones a los 20, 40 y 60 días después de la siembra en sorgo se tiene un mayor tamaño radicular y foliar. Con aplicaciones de *Trichoderma harzianum*, en los ensayos de maíz ni de sorgo no se obtuvo un incremento en el contenido de materia seca.

Palabras clave: Altura de la planta, desarrollo folicular, materia fresca, número de rebrotes, tamaño de la raíz.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría.....	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Contenido	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xi
 1. INTRODUCCIÓN	 1
 2. MATERIALES Y MÉTODOS	 2
2. 1 LOCALIZACIÓN.....	2
2.2. ENSAYO DE MAIZ	2
2.2.1 Metodología	2
2. 2. 2 Tratamientos	2
2.2.3 Variables Medidas	3
2. 2. 3. 1 Contenido de peso fresco y seco	3
2. 2. 3. 2 Tamaño de la raíz	3
2. 2. 3. 3 Altura de la planta	3
2. 2. 3. 4 Grosor de la planta	4
2. 2. 4 Diseño Experimental.....	4
2. 2. 5 Análisis Estadístico	4
2. 2. 6 Análisis Económico	4
2. 3. ENSAYO DE SORGO	4
2. 3. 1 Metodología	4
2. 3. 2 Tratamientos	5

2. 3. 3	Variables Medidas	5
2. 3. 3. 1	Contenido de peso fresco y seco	5
2. 3. 3. 2	Tamaño de la raíz	6
2. 3. 3. 3	Altura del rebrote	6
2. 3. 3. 4	Número de rebrotes	6
2. 3. 4	Diseño Experimental	6
2. 3. 5	Análisis Estadístico	6
2. 3. 6	Análisis Económico	6
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
3. 1	ENSAYO DE MAIZ	7
3. 1. 1	Variables Agronómicas	7
3. 1. 2	Variables Económicas	8
3. 1. 2. 1	Presupuesto parcial	8
3. 2	ENSAYO DE SORGO	9
3. 2. 1	Variables Agronómicas	9
3.2. 2	Variables Económicas	10
3. 2. 2. 1	Presupuesto parcial	10
4.	CONCLUSIONES.....	12
5.	RECOMENDACIONES.....	13
6.	LITERATURA CITADA	14
7.	ANEXOS.....	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* para determinar el contenido de materia seca para el cultivo de maíz en Zamorano, Honduras7
2. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en el tamaño de la raíz y altura de la planta en el cultivo de maíz en Zamorano, Honduras.8
3. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en el grosor del tallo en el cultivo de maíz en Zamorano, 20068
4. Presupuesto parcial a las aplicaciones realizadas de *Trichoderma harzianum* en el cultivo de maíz en Zamorano, Honduras9
5. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* para determinar el contenido de materia seca en el cultivo de sorgo en Zamorano, Honduras9
6. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en el tamaño de raíz y altura del rebrote para sorgo en Zamorano, Honduras.....10
7. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianun* en el número de rebrotes para el cultivo de sorgo en Zamorano, Honduras10
8. Presupuesto parcial a las aplicaciones realizadas de *Trichoderma harzianum* en el cultivo de sorgo en Zamorano, Honduras11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Esquema de la toma de muestras del cultivo de maíz.....3
2. Esquema de la toma de muestras del cultivo de maíz.....5

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Mapa de campo del ensayo de maíz (Zona 2)..... 15
2. Distribución de los tratamientos del ensayo de maíz..... 16
3. Mapa de Campo del ensayo de sorgo (Zona 1)..... 17
4. Distribución de los tratamientos en el ensayo de sorgo..... 18

1. INTRODUCCIÓN

El maíz y sorgo son los forrajes de conservación más importantes en la agricultura, siendo palatable y con alta cantidad de energía el cual se utiliza como suplemento alimenticio (Bragachini *et al.* 1996). Al maíz se le puede utilizar como forraje en varias etapas del crecimiento de la planta, especialmente en el momento de la emisión de la panoja. El maíz con los granos en estado pastoso es el más adecuado para usar como forraje y contiene mayor contenido de materia seca y elementos digestibles por hectárea que cualquier otro cultivo (Paliwal 2001)

La adopción del sorgo en reemplazo del maíz está creciendo, principalmente en zonas marginales donde se comporta en forma más eficiente. Se debe tener en cuenta que aunque el nivel energético del grano es un tanto inferior al de maíz, los mayores volúmenes de producción de materia verde/ha y la mayor seguridad de cosecha favorecen su difusión (Bragachini *et al.* 1996)

Trichoderma harzianum produce sustancias estimuladoras del crecimiento y dan un mayor desarrollo a las plantas. Estas sustancias actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de éstas, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas alcancen un desarrollo mas rápido que aquellas plantas que no han sido tratadas con dicho microorganismo. (Páez *et al.* 2006).

Trichoderma harzianum al ser aplicado a las raíces, forma una capa protectora, haciendo una simbiosis, alimentándose de los exudados de las raíces y reduciendo fuentes de alimento para patógenos y produciendo sistemas radiculares más grandes. El uso de *Trichoderma harzianum* no tiene efectos tóxicos por acumulación en aplicaciones sucesivas. (Trabanino *et al.* 2006).

Con base en lo discutido anteriormente se decidió realizar una investigación, la cual tuvo como objetivo general, evaluar el efecto de las aplicaciones en diferentes etapas del cultivo del hongo de *Trichoderma harzianum* en los cultivos de maíz y sorgo para determinar la influencia sobre la producción de materia fresca y materia, determinar los efectos de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en diferentes épocas del cultivo que tenga un mejor rendimiento de materia seca en maíz y sorgo, evaluar la rentabilidad económica de la producción de maíz y sorgo con el uso de *Trichoderma harzianum*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se llevó a cabo entre los meses de junio a octubre de 2006 en los lotes de producción de las Empresas Universitarias, en Zamorano, localizado en el Valle del Río Yeguary, Departamento de Francisco Morazán a 30 kilómetros al este de Tegucigalpa, 14° latitud norte, 87° longitud oeste, a 800 msnm, precipitación de 1100 mm promedio anual y una temperatura promedio anual de 24°C.

2.2. ENSAYO DE MAÍZ

2.2.1 Metodología

Se utilizó semilla de maíz de la variedad Tuxpeño la cual se sembró a una densidad de 40000 plantas/ha, se realizaron ocho camas de 100 × 1.2 m (120 m²) las cuales se sembraron manualmente a doble hilera, con una distancia entre hilera de 30 cm colocando dos semillas por postura. Para tratar la semilla con *Trichoderma harzianum*, éstas fueron colocadas en bolsas plásticas y se humedecieron ligeramente, a continuación se colocó el producto Trichozam[®] revolviendo de modo de que las semillas quedaran cubiertas con el producto. Las demás aplicaciones de *Trichoderma harzianum* se realizaron con bomba de mochila a la base de la planta, utilizando un volumen de agua de 300 l/ha y realizando la toma de los datos 80 días después de la siembra.

2.2.2 Tratamientos

Tratamiento 1. Aplicación de *Trichoderma harzianum* a la semilla antes de la siembra a una dosis de 240 g/ha.

Tratamiento 2. Aplicación de *Trichoderma harzianum* 10 días después de la siembra a una dosis de 240 g/ha.

Tratamiento 3. Aplicación de *Trichoderma harzianum* 10, 20 y 30 días después de la siembra a una dosis de 240 g/ha.

Tratamiento 4. Testigo, sin aplicaciones de *Trichoderma harzianum*

2. 2. 3 Variables Medidas

2. 2. 3. 1 Contenido de peso fresco y seco Para determinar el contenido de peso fresco se tomaron muestras de 3 m² de cada unidad experimental en forma sistemática haciendo un corte 5 cm del suelo, pesando las muestras para determinar el contenido de peso fresco. (Figura 1). Posteriormente se tomó 1 kg de forraje fresco para secarlo en un horno de aire forzado a 60°C durante 72 horas (AOAC 1980).

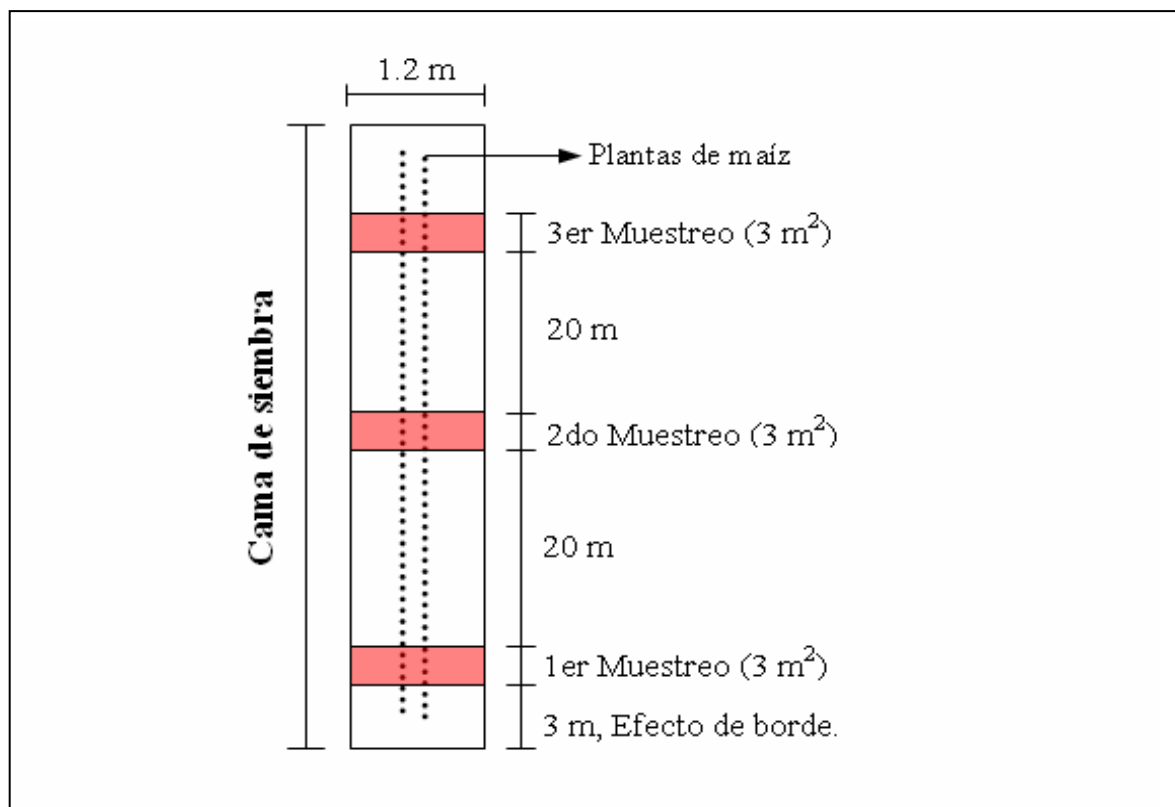


Figura 1. Esquema de la toma de muestras del cultivo de maíz

2. 2. 3. 2 Tamaño de la raíz Las raíces de las plantas que se utilizaron para determinar peso fresco se usaron para tomar los datos del tamaño de la raíz. Para esto se hizo uso de una pala para no dañar las raíces, posteriormente se midió el largo de la raíz tomando como referencia el tamaño de la raíz mas larga.

2. 2. 3. 3 Altura de la planta Las plantas que se usaron para determinar peso seco se aprovecharon para medir la altura de la plantas utilizando una cinta métrica

2. 2. 3. 4 Grosor de la planta Con las mismas plantas que se usaron para determinar peso fresco y la altura de la plantas se midió el grosor del tallo a una altura de 20 cm del suelo utilizando un pie de rey.

2. 2. 4 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos. Cada unidad experimental tuvo una dimensión de $50 \times 1,2$ m (60m^2) en el maíz

2. 2. 5 Análisis Estadístico

Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®], 2001). efectuando un Análisis de Varianza (ANDEVA) usando un Modelo Lineal General (GLM) y una separación de medias Tukey, con un nivel de significancia exigido de $P < 0.05$.

2. 2. 6 Análisis Económico

Se utilizó la metodología de análisis de costos del CIMMYT (1988), el cual se basa en los costos variables para cada tratamiento obteniendo un presupuesto parcial, tasa de retorno marginal y la relación beneficio/costo de cada tratamiento.

2. 3. ENSAYO DE SORGO

2. 3. 1 Metodología

En el ensayo II se utilizó semilla de sorgo de la variedad Sureño, utilizando una sembradora calibrada a una densidad de 15 semillas por metro lineal, con una distancia entre hileras de 80 cm (187 500 plantas/ha).

Para tratar la semilla con *Trichoderma harzianum*, se colocó la semilla de sorgo en una bolsa plástica y se humedecieron ligeramente, posteriormente se colocó el producto Trichozam[®] y se revolvió de modo de que las semillas quedaran cubiertas que luego serían colocadas en las tolvas de la sembradora para realizar la siembra. Las demás aplicaciones de *Trichoderma harzianum* se realizaron con bomba de mochila a la base de la planta, utilizando un volumen de agua de 300 l/ha y la toma de datos se realizaron 80 días después de la siembra.

2.3.2 Tratamientos

Tratamiento 1. Aplicación de *Trichoderma harzianum* a la semilla antes de la siembra a una dosis de 240 g/ha.

Tratamiento 2. Aplicación de *Trichoderma harzianum* 20 días después de la siembra a una dosis de 240 g/ha.

Tratamiento 3. Aplicación de *Trichoderma harzianum* 20, 40 y 60 días después de la siembra a una dosis de 240 g/ha

Tratamiento 4. Testigo, sin aplicaciones de *Trichoderma harzianum*

2.3.3 Variables Medidas

2.3.3.1 Contenido de peso fresco y seco Para determinar el contenido de peso fresco se tomaron cinco muestras de 5m lineales de cada unidad experimental en forma sistemática haciendo un corte 5 cm del suelo, pesando las muestras para determinar el contenido de peso fresco. (Figura 2). Posteriormente se tomó 1 kg de forraje fresco para secarlo en un horno de aire forzado a 60°C durante 72 horas (AOAC 1980).

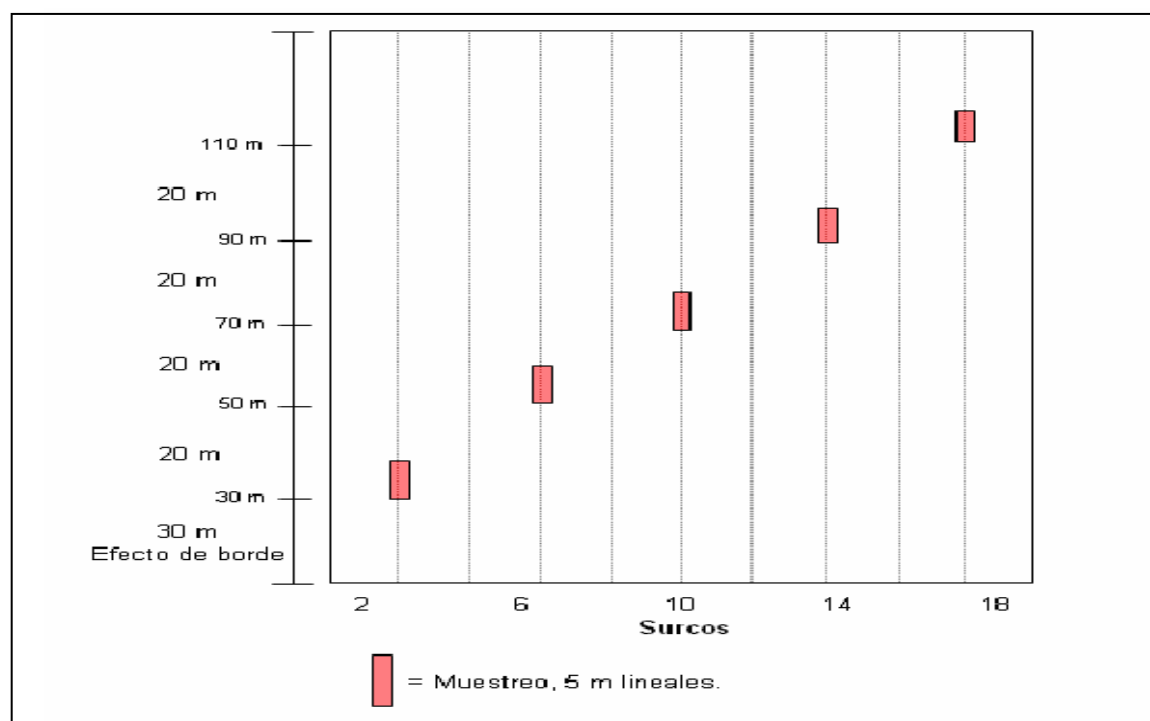


Figura 2. Esquema de la toma de muestras del cultivo de sorgo

2. 3. 3. 2 Tamaño de la raíz Las raíces de las plantas que se utilizaron para determinar peso fresco se usaron para tomar los datos del tamaño de la raíz. Para esto se hizo uso de una pala para extraer las raíces, posteriormente se midió el largo de la raíz tomando como referencia el tamaño de la raíz más larga.

2. 3. 3. 3 Altura del Rebrote La altura del rebrote se determinó 60 días después del primer corte, midiendo la altura del promedio de los rebrotes, utilizando las mismas muestras con que se determinó peso fresco

2. 3. 3. 4 Número de Rebrote Utilizando la misma área y el mismo número de muestras para determinar peso fresco y altura del rebrote se contabilizó el número de rebrotes por muestra.

2. 3. 4 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos. Cada unidad experimental tuvo una dimensión de $150 \times 16 \text{ m}$ (2400m^2)

2. 3. 5 Análisis Estadístico

Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®], 2001). efectuando un Análisis de Varianza (ANDEVA) usando un Modelo Lineal General (GLM) y una separación de medias Tukey, con un nivel de significancia exigido de $P < 0.05$.

2. 3. 6 Análisis Económico

Se utilizó la metodología de análisis de costos del CIMMYT (1988), el cual se basa en los costos variables para cada tratamiento obteniendo un presupuesto parcial, tasa de retorno marginal y la relación beneficio/costo de cada tratamiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ENSAYO DE MAÍZ

3.1.1 Variables Agronómicas

No se encontró diferencia ($P>0.05$) en el peso seco ni en el porcentaje de materia seca del maíz tratado con Trichozam®; se puede observar que los tratamientos con Trichozam® muestran una tendencia a tener mayor peso seco que el testigo (Cuadro 1). A pesar de que se encontraron diferencia significativa en peso fresco cuando se realizaron tres aplicaciones de Trichodezam® con relación al testigo que no se hicieron aplicaciones, esto concuerda con un estudio realizado por Westermann 2004 quien no encontró diferencia ($P>0.1$) en la producción de materia seca entre las parcelas tratadas con *T. harzianum*, el testigo y las parcelas tratadas con Micorrizas en el pasto *Brachiaria* híbrido cv.

Cuadro 1. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* para determinar el contenido de materia seca para el cultivo de maíz en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Peso fresco (kg)	Materia Seca (%)	Peso seco (kg)
<i>Trichoderma</i> a los 10, 20, y 30 días	8416 a ^{&}	32.0 a ^{&}	2585 a ^{&}
<i>Trichoderma</i> a los 10 días	7194 ab	36.2 a	2651 a
<i>Trichoderma</i> a la siembra	7083 ab	34.4 a	2377 a
Testigo	6111 b	34.0 a	2077 a

[&] Valores con la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$), según la prueba de Tukey.

Al comparar el tamaño de la raíz y altura de la planta (Cuadro 2) se encontró diferencias ($P<0.05$) entre los tratamientos, obteniendo como resultado que el tratamiento que recibió tres aplicaciones de Trichozam® obtuvo mayor tamaño de la raíz y altura de la planta que el resto de tratamientos, de igual forma se puede observar que el grosor del tallo fue mayor significativamente cuando recibió tres aplicaciones de Trichozam® con relación al testigo que no se hicieron aplicaciones (Cuadro 3). Esto concuerda con Trabanino 2006 que manifiesta que *Trichoderma* al ser aplicado a las raíces, forma una capa protectora, alimentándose de los exudados de las raíces, reduciendo fuentes de alimentos de otros patógenos ayudando a tener un mayor crecimiento y desarrollo foliar

Cuadro 2. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en el tamaño de la raíz y altura de la planta en el cultivo de maíz en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Tamaño de la raíz (cm)	Altura de la planta (cm)
<i>Trichoderma</i> a los 10, 20 y 30 días	20.7 a ^{&}	99.6 a ^{&}
<i>Trichoderma</i> a los 10 días	19.0 b	83.9 b
<i>Trichoderma</i> a la siembra	19.0 b	80.7 c
Testigo	17.7 c	78.7 c

[&] Valores con la misma letra no son significativamente diferentes ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

Cuadro 3. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en el grosor del tallo en el cultivo de maíz en Zamorano, Honduras

Tratamiento	Grosor del tallo (cm)
<i>Trichoderma</i> a los 10, 20 y 30 días	2.0 a ^{&}
<i>Trichoderma</i> a los 10 días	1.9 ba
<i>Trichoderma</i> a los siembra	1.8 ba
Testigo	1.7 b

[&] Valores con la misma letra no son significativamente diferentes ($P < 0.05$), según la prueba de Tukey.

3. 1. 2 Variables Económicas

3. 1. 2. 1 Presupuesto parcial Los costos que variaron en el ensayo 1 entre los tratamientos son los de mano de obra invertida en la aplicación, utilizando un precio de venta de US\$ 32 por tonelada de ensilaje. El testigo fue el tratamiento que presentó menores costos variables puesto que no se realizó ninguna aplicación, además tuvo el menor rendimiento y beneficio neto (Cuadro 4).

Debido a no existir diferencia entre los tratamientos en el rendimiento del cultivo de maíz y los costos variables son menores en el testigo que no se hizo ninguna aplicación, se obtiene un mayor beneficio neto que el resto de los tratamientos con aplicaciones de Trichozam[®] por lo que no es rentable realizar las aplicaciones.

Cuadro 4. Presupuesto parcial a las aplicaciones realizadas de *Trichoderma harzianum* en el cultivo de maíz en Zamorano, Honduras.

TRT	Rendimiento (t/ha)		P.V (US\$/t)	(US\$/ha)				
	Medio	Medio Ajustado		Beneficio Bruto de Campo	Costo Trichozam [®]	Mano Obra	Total Costos Variables	Beneficio Neto
T4	6.1	5.5	32.00	176.00	0.00	0.00	0.00	176.00
T1	7.0	6.3	32.00	201.60	20.00	7.61	27.61	173.99
T2	7.2	6.5	32.00	208.00	20.00	45.66	65.66	142.34
T3	8.4	7.6	32.00	243.20	20.00	93.66	113.66	129.54

TRT= Tratamiento

T4= Testigo, T1= *Trichoderma* a la siembra, T2= *Trichoderma* a los 10 días

T3= *Trichoderma* a los 10, 20 y 30 días

Tasa de Cambio: L.19 por 1 US\$.

3. 2 ENSAYO II

3. 2. 1 Variables Agronómicas

En el cultivo de sorgo al evaluar los parámetros de peso fresco, materia seca y peso seco no hubo diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos que se aplicaron *Trichoderma harzianum* y el testigo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* para determinar el contenido de materia seca en el cultivo de sorgo en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Peso fresco (kg)	Materia Seca (%)	Peso seco (kg)
<i>Trichoderma</i> a los 20, 40 y 60 días	2837 a ^{&}	23.4 a ^{&}	663 a ^{&}
<i>Trichoderma</i> a los 20 días	2562 a	23.0 a	590 a
<i>Trichoderma</i> a la siembra	2500 a	22.2 a	554 a
Testigo	3125 a	23.4 a	730.6 a

[&] Valores con la misma letra son significativamente diferentes ($P > 0.05$), según la prueba de Trukey.

Al comparar el tamaño de la raíz (Cuadro 6) se encontró diferencias ($P < 0.05$) entre el tratamiento que recibió 3 aplicaciones de Trichozam[®] y el testigo, esto concuerda con un estudio realizado en pasto Estrella por Páez *et al*, 2006 donde indica que la longitud de las raíces y de estolones incrementa con aplicaciones de *T. harzianum*.

De igual forma se puede observar que en la altura del rebrote no hubo diferencia ($P>0.05$) entre los tratamientos que se realizaron aplicaciones de Trichozam® a la siembra, con 3 aplicaciones y el testigo (Cuadro 6)

Cuadro 6. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en el tamaño de raíz y altura del rebrote para sorgo en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Tamaño de la raíz (cm)	Altura del rebrote (cm)
<i>Trichoderma</i> a los 20 40 y 60 días	18.6 a ^{&}	105.5 a ^{&}
<i>Trichoderma</i> a los 20días	17.6 ba	99.2 b
<i>Trichoderma</i> a la siembra	17.7 ba	103.1 ba
Testigo	17.2 b	104.7 a

[&] Valores con la misma letra no son significativamente diferentes ($P<0.05$), según la prueba de Tukey.

Comparando el número de rebrotes por área del tallo 60 días después del primer corte se puede observar que el tratamiento que sobresale recibió una aplicación 20 días después de la siembra, obteniendo los mayores números de rebrotes que fue diferente del tratamiento que se aplicó Trichozam® a la siembra y al testigo.(Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de las aplicaciones de *Trichoderma harzianun* en el número de rebrotes para el cultivo de sorgo en Zamorano, Honduras

Tratamiento	Densidad inicial (ha)	Número de Rebotes (ha)
<i>Trichoderma</i> a los 20 40 y 60 días	147500	147125
<i>Trichoderma</i> a los 20días	145625	158250
<i>Trichoderma</i> a los siembra	144375	131625
Testigo	142500	132875

[&] Valores con la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0.05$), según la prueba de Tukey.

3. 2 Variables Económicas

3. 2. 2. 1 Presupuesto parcial Los costos que variaron en el ensayo 2 entre los tratamientos son los de mano de obra invertida en la aplicación, utilizando un precio de venta de US\$ 32 por tonelada de ensilaje. El testigo fue el tratamiento que presentó menores costos variables puesto que no se realizó ninguna aplicación, además tuvo el mayor rendimiento y beneficio neto (Cuadro 8).

Debido a no existir diferencia entre los tratamientos en el rendimiento del cultivo de sorgo y los costos variables son menores en el testigo que no se hizo ninguna aplicación, se obtiene un mayor beneficio neto que el resto de los tratamientos con aplicaciones de Trichozam[®] por lo que no es rentable realizar la aplicaciones.

Cuadro 8. Presupuesto parcial a las aplicaciones realizadas de *Trichoderma harzianum* en el cultivo de sorgo en Zamorano, Honduras

TRT	Rendimiento (t/ha)		P.V (US\$/t)	Beneficio Bruto de Campo	(US\$/ha)			
	Medio	Medio Ajustado			Costo Trichozam [®]	Mano Obra	Total Costos Variables	Beneficio Neto
T4	3.1	2.8	32.00	90.14	0.00	0.00	0.00	90.14
T1	2.5	2.3	32.00	72.00	20.00	7.61	27.61	44.39
T2	2.6	2.3	32.00	73.73	20.00	48.00	68.00	5.72
T3	2.8	2.6	32.00	81.79	20.00	96.00	116.00	-34.21

TRT= Tratamiento

T4= Testigo, T1= Trichoderma a la siembra, T2= Trichoderma a los 20 días

T3= Trichoderma a los 20, 40 y 60 días

Tasa de Cambio: L.19 por 1 US\$.

4. CONCLUSIONES

Al realizar tres aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en los cultivos de maíz y sorgo se obtiene un mayor tamaño radicular y desarrollo foliar.

Con las aplicaciones de *Trichoderma harzianun*, tanto en los ensayos de maíz ni sorgo no se obtuvo un incremento en el contenido de materia seca, pero sí en peso fresco en maíz

No hay una mayor rentabilidad con aplicaciones de *Trichoderma harzianum* en los cultivos de maíz ni sorgo debido a que los costos totales son mayores y el beneficio neto es menor.

5. RECOMENDACIONES

Realizar estudios con diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* para determinar el contenido de materia seca en maíz y sorgo realizando estudios preliminares de fertilidad de suelo.

Seguir realizando estudios del efecto de *Trichoderma harzianum* en otras gramíneas.

Realizar estudios de aplicaciones de *Trichoderma harzianum* y *Paecilomyces lilacinus* en el rendimiento de maíz y sorgo.

6. LITERATURA CITADA

AOAC. 1980. Official methods of analysis. (Association of official analytic chemists). 13^{ra}ed. Washington, Estados Unidos. 1094 p.

Bragachini, M; Cattani, P; Ramírez, E. 1996. Ensilaje de maíz y sorgo granífero. (En línea). Consultado el 15 de agosto de 2006. Disponible en http://www.produccion.com.ar/96may_09.htm

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F. 79 p.

Páez, O.; Bernaza, G.; Acosta, M. 2006. Uso agrícola del *Trichoderma*.(En línea). Consultado 15 de agosto de 2006. Disponible en <http://www.soil-fertility.com/trichoderma/espagnol/index.shtml>

Paliwal, R.L. 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción.(En Línea). Consultado 3 de mayo de 2006. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s00.HTM>

SAS 2001. User Guide. Statistical Analysis System Inc., Cary NC. Versión 6.12 p 3.29.

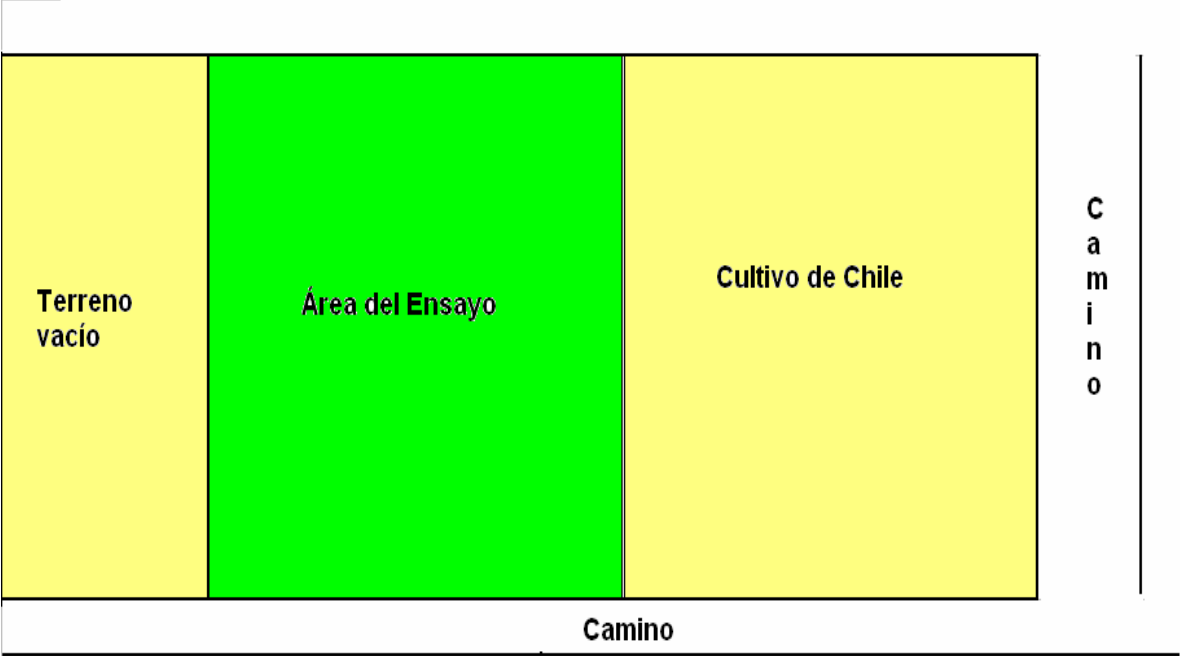
Trabanino, R.; Mendez, J.; Mateo, M. 2006. Manual del Módulo de Control Biológico. Zamorano. Valle del Río Yaguare, Honduras. 19 p.

Westermann, R. 2004. Respuesta del pasto *Brachiaria* híbrido cv. Mulato a la inoculación con los hongos benéficos *Trichoderma harzianum* y Micorrizas. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 11 p.

7. ANEXOS

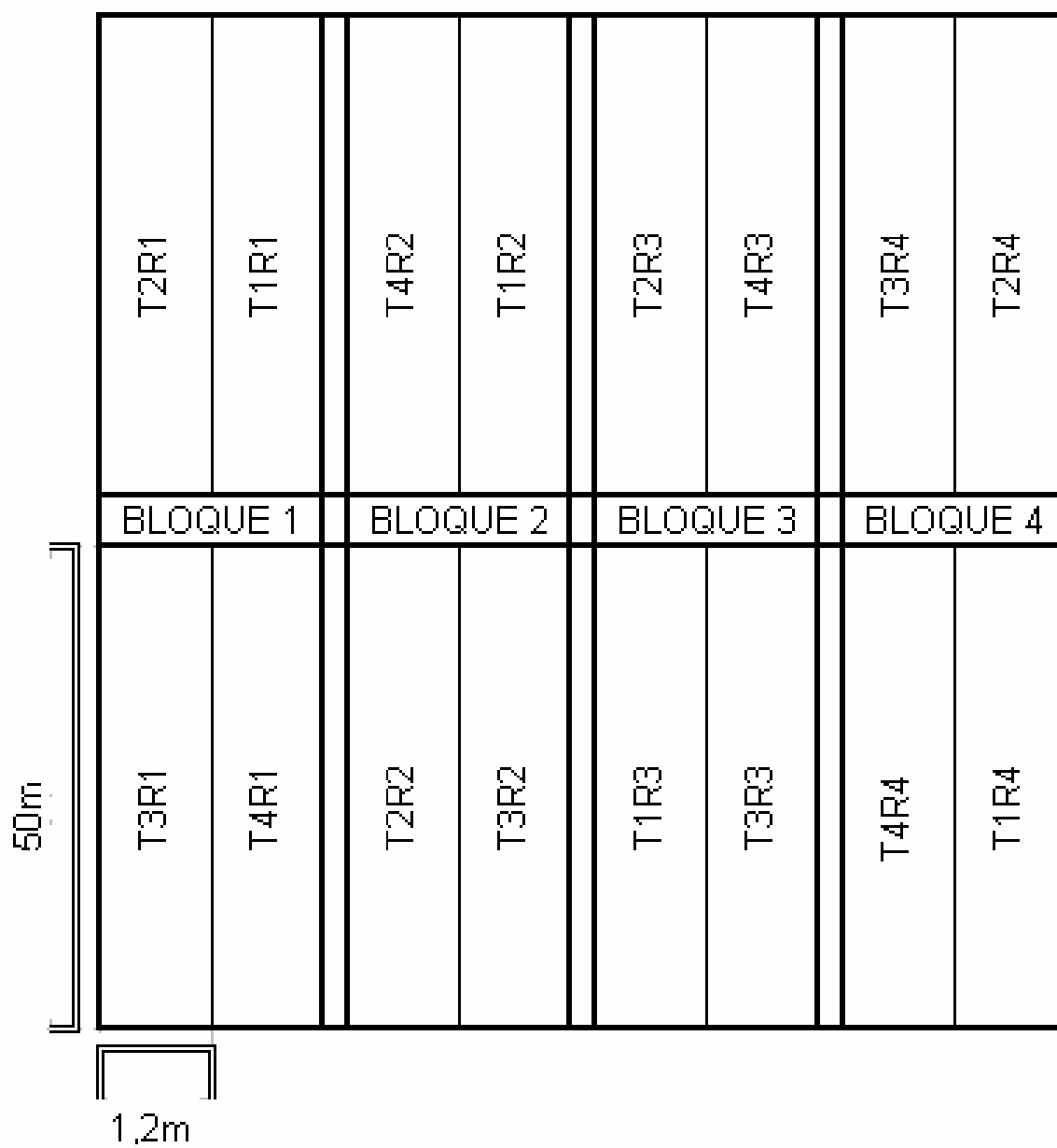
Anexo 1

Mapa de campo del ensayo de maíz (Zona 2)



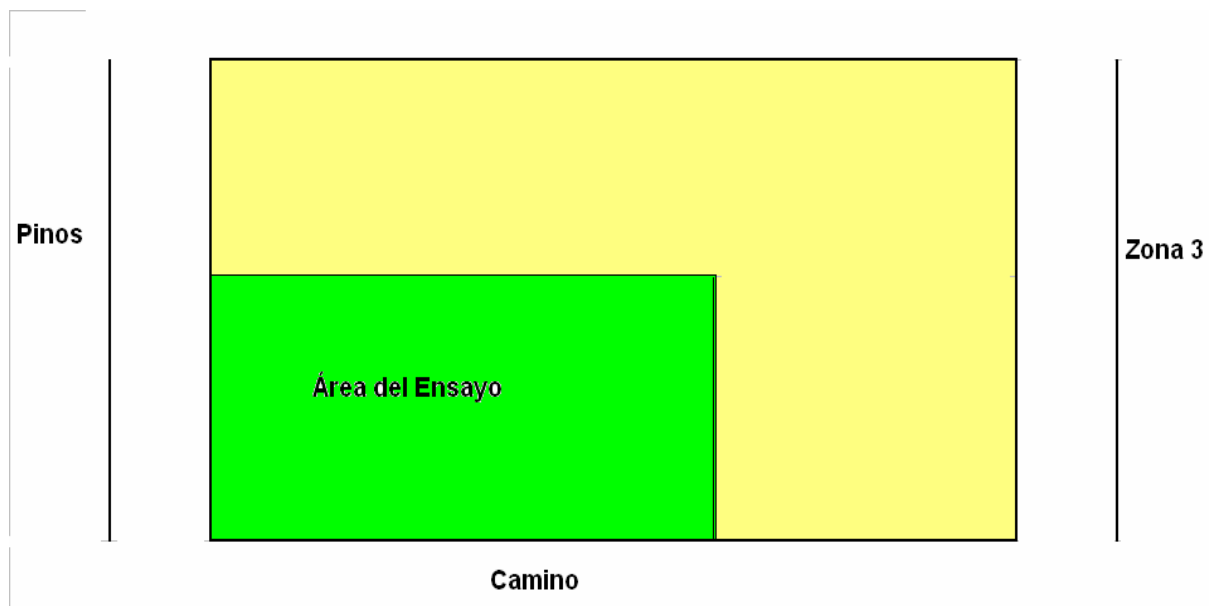
Anexo 2

Distribución de los tratamientos del ensayo de maíz



Anexo 3

Mapa de Campo del ensayo de sorgo (Zona 1)



Anexo 4

Distribución de los tratamientos en el ensayo de sorgo

