

**Respuesta del pasto *Brachiaria* híbrido cv.
Mulato a la inoculación con los hongos benéficos
Trichoderma harzianum y *Micorrizas***

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

Presentado por

Rony Westermann Leigue

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2004

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

Rony Westermann Leigue

Honduras
Diciembre, 2004

Respuesta del pasto *Brachiaria* híbrido cv. Mulato a la inoculación con los hongos benéficos *Trichoderma harzianum* y *Micorrizas*

presentado por

Rony Westermann Leigue

Aprobada:

Miguel Vélez, Ph. D.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de Carrera de
Ciencia y Producción
Agropecuaria

Juan Carlos Rosas, Ph. D.
Asesor

Aurelio Revilla, M. S. A.
Decano Académico Interino

John Jairo Hincapié, Ph. D.
Coordinador Área Temática

Kenneth L. Hoadley, D.B.A
Rector

DEDICATORIA

Dedico todo el esfuerzo y satisfacción que implicó realizar esta tesis a:

Mi familia entera.

Todos mis amigos, compañeros y personas especiales en mi vida, ya que han sido mi fuente de inspiración.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por permitirme alcanzar mis metas.

A mi madre Adela Leigue y mi padre Bruno Westermann por hacer posibles mis estudios y ser siempre mis ejemplos a seguir.

A mis hermanos por estar siempre conmigo.

Al resto de mi familia por apoyarme en todo momento y no dejar de creer en mí ni un momento.

Al doctor Miguel Vélez por su gran apoyo y paciencia.

A todos mis amigos (especialmente a Juan Hidalgo, mi compañero de tesis), compañeros y profesores que fueron de gran importancia en mi aprendizaje.

A mi compañero de cuarto Juan Steer por acompañarme en esta etapa de mi vida.

A Alba Collart por su amor y paciencia en todo momento.

RESUMEN

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. 11p.

El pasto Mulato, *Brachiaria* híbrido (CIAT 36061), es una nueva alternativa del género *Brachiaria* del cual no se cuenta con mucha información sobre su productividad. Las micorrizas y *Trichoderma* spp. son hongos que colonizan las raíces de las plantas y establecen simbiosis, las micorrizas aumentan la absorción de nutrientes y *Trichoderma* spp. protege las raíces de patógenos. El objetivo del estudio fue estudiar la respuesta del pasto Mulato a la inoculación con los hongos benéficos *Trichoderma harzianum* y micorrizas. Se usaron cuatro tratamientos con cuatro réplicas cada uno: inoculado con *Trichoderma harzianum* (Trichozam[®]), con Micorrizas Vesículo Arbusculares (Mycoral[®]), con ambos hongos, y un testigo sin inoculación. El experimento se llevó a cabo desde el 2 de septiembre al 26 de noviembre de 2003. Se usó un alfa de $P < 0.1$. El experimento se llevó a cabo desde el 2 de septiembre al 26 de noviembre de 2003. Se usaron parcelas de 9×20 m. Se determinó la producción de materia seca (MS) como única variable. El pasto respondió a la inoculación con *Trichoderma harzianum* con una mayor producción de MS (145.0 kg/ha/día) aunque no fue significativamente diferente ($P > 0.1$) al testigo (131.7 kg/ha/día). La producción de MS del tratamiento inoculado con micorrizas (123.5 kg/ha/día) no fue significativamente diferente al testigo ($P > 0.1$). El tratamiento inoculado con ambos hongos tuvo la menor producción de MS (101.7 kg/ha/día) y fue significativamente diferente al tratamiento inoculado sólo con *Trichoderma harzianum* ($P < 0.1$).

Palabras claves: Materia Seca, micorrizas, Pasto Mulato, *Trichoderma harzianum*.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
2.1 Localización.....	4
2.2 Metodología.....	4
2.3 Tratamientos.....	4
2.4 Variable medida.....	6
2.5 Diseño experimental y análisis estadístico.....	6
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
3.1 Comparación de la producción de materia seca del pasto Mulato....	7
3.2 Efecto de los tratamientos en la producción de materia seca.....	7
3.3 Efecto de los cortes en la producción de materia seca.....	7
4. CONCLUSIONES.....	9
5. RECOMENDACIONES.....	10
6. BIBLIOGRAFÍA.....	11

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Producción de cuatro pastos con y sin Micorrizas y Fósforo en Zamorano, Honduras.....	3
2.	Composición del suelo los suelos en el potrero Los Mingos (lugar de estudio).....	5
3.	Resistencia del suelo del potrero Los Mingos a la penetración a cinco profundidades.....	5
4.	Precipitación y temperatura promedio durante los tres periodos de crecimiento entre cortes.....	5
5.	Producción de MS en kg/ha/día del pasto Mulato, Zamorano, Honduras.....	7
6.	Efecto de los cortes en la producción de MS del pasto Mulato, Zamorano, Honduras.....	8

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas ha aumentado la disponibilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en Latino América; sin embargo, continúa la búsqueda de más y mejores opciones que respondan a la diversidad de climas, suelos y pendientes, que sean de alta calidad y que toleren plagas y enfermedades (Argel *et al.*, 2003).

Las diferentes especies del género *Brachiaria* han ganado aceptación por su adaptación a diferentes climas y condiciones edáficas. La diversidad natural de este género ha permitido la selección de accesiones que son ampliamente reconocidas como *B. brizantha* cv. Diamantes 1 (Marandú), *B. decumbens* cv. Pasto Peludo (Basilisk), *B. dictyoneura* cv. Brunca (Llanero) y *B. humidicola* cv. Humidicola, que son estables genéticamente dado que son apomícticas. La apomixis de las *Brachiaris* impedía que se realizaran cruces entre especies de este género hasta el descubrimiento de un biotipo de *B. ruziziensis* que mediante tratamiento hormonal (colchicina), cambia su naturaleza apomíctica a sexual (Argel *et al.*, 2003).

El *Brachiaria* híbrido cv. Mulato (CIAT 36061) obtenido por el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT, se destaca por su buena adaptación a un amplio rango de localidades, alta producción y alta calidad forrajera, y facilidad de establecimiento por medio de semilla, aunque no tolera el encharcamiento. Es un híbrido apomíctico que se originó de cruces realizados en 1988 entre *B. ruziziensis* clon 44-6 (sexual) y *B. brizantha* CIAT 6294 (apomíctico). Estos cruces dieron origen al híbrido 625-06 (sexual), el cual fue usado en 1991 como parental femenino para nuevos cruces mediante polinización abierta con otros híbridos sexuales y apomícticos de *Brachiaria*. De estos cruces se obtuvieron seis progenies, una de las cuales (FM9201/I873) mostró uniformidad morfológica lo que indicó una reproducción apomíctica. A partir de 1994 ésta se incluyó en ensayos regionales de adaptación en Colombia y posteriormente en varios países de Centroamérica, las Filipinas, China y México (Argel *et al.*, 2003).

Aunque no presenta el mecanismo de resistencia denominado “antibiosis”, del pasto Insurgente (progenitor del Mulato) a la mosca pinta (*Aeneolamia spp.*), ha demostrado gran tolerancia al no presentar daño en los años de estudio. Además, no es dañado por gusanos como el falso medidor (*Mocis latipes*). Se ha reportado la presencia aislada de hongos de los géneros *Fusarium* y *Rhizoctonia* pero el daño no ha sido de importancia económica, controlándose con el simple pastoreo, ya que generalmente no se vuelve a presentar (Guiot *et al.*, 2003).

En un estudio comparativo en diferentes zonas de Honduras con el pasto Mulato se obtuvo mejor producción de leche, ganancia de peso y carga animal, que con la asociación *Brachiaria decumbens* y *Arachis pintoi* (Holmann *et al.*, 2004).

Trichoderma spp. y micorriza son hongos que colonizan las raíces o la rizósfera con un efecto benéfico sobre las plantas hospedadas. *Trichoderma* reduce y/o controla otros parásitos y algunas cepas de micorriza mejoran la absorción de nutrientes y la resistencia a la sequía.

Trichoderma spp. es un hongo cosmopolita que se encuentra en todos los suelos. Se reproduce de manera asexual, se alimenta de los exudados de las raíces y las protege ya que reduce las fuentes de alimento para los patógenos. Las plantas protegidas producen sistemas radiculares más grandes, y el hongo no es nocivo para el operario ni para el medio ambiente. Ataca a hongos del suelo responsables del mal del talluelo, incluyendo a *Phythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Phytophthora*, y a hongos del follaje como *Brotrytis*, *Erysiphe* y *Peronospora* (Trabanino, 2002); además, protege contra nemátodos del suelo. En El Zamorano las plantas de melón tratadas con *T. harzianum* (Trichozam[®]) aumentaron los grados Brix en un 6.4%, y el número de frutos por planta en 4.8% (Bravo, 2003).

Micorriza es la asociación establecida entre las raíces de la mayoría de las plantas (el 95% de las especies vegetales comerciales) y ciertos hongos del suelo (Rosas *et al.*, 2003). Alrededor del 30% de la vegetación mundial está dedicada al pastoreo, pero no se conoce mucho sobre la relación simbiótica de las micorrizas con los pastos (Avelar y Vásquez, 2001).

Las micorrizas se dividen en dos grupos: Las ectomicorrizas y las endomicorrizas. Las ectomicorrizas están limitadas a simbiosis con especies forestales. Entre las endomicorrizas hay seis subgrupos, entre éstos las micorrizas vesículo arbusculares (VAM) las cuales cambian la morfología de las raíces por medio de arbusculos, que son hifas ramificadas del hongo. Entre los géneros más comunes de endomicorrizas se encuentran *Glomus*, *Acaulospora* y *Entrophospora* que pertenecen a la clase *Zigomicetes* (Rosas *et al.*, 2003). Entre los beneficios están un mejor crecimiento y desarrollo radicular y foliar; mayor absorción de nitrógeno, fósforo y otros nutrimentos al otorgar mayor vigor a la planta; mayor tolerancia a enfermedades del suelo y al ataque de parásitos como los nemátodos; a la falta de agua y a la presencia de sales en el suelo; y la producción de hormonas estimulantes del crecimiento (Rosas *et al.*, 2003). En Zamorano la adición de un medio con hifas y esporas de hongos del subgrupo VAM (Mycoral[®]) aumentó la producción de dos variedades de Guinea (*Panicum maximum*) y dos de *Brachiaria brizantha* en 17% (Avelar y Vásquez, 2001) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de cuatro pastos con y sin Micorriza y Fósforo en Zamorano, Honduras.

Pasto	Parcela		kg Materia seca/ha/día
	Mycorral ^{®δ}	Fósforo ^ζ	
Tobiatá ^α	con	con	125.36 a
Tanzania ^α	con	con	118.13 ab
Tobiatá	con	sin	111.42 abc
Tanzania	con	sin	110.30 abc
MG4 ^β	con	con	106.75 abcd
MG4	con	sin	104.09 abcd
Tobiatá	sin	con	104.07 abcd
Tanzania	sin	con	103.53 abcde
Tobiatá	sin	sin	101.37 abcde
Tanzania	sin	sin	96.93 bcdef
Marandú ^β	con	sin	85.55 cdefg
MG4	sin	sin	82.02 defg
MG4	sin	con	81.55 defg
Marandú	sin	con	76.89 efg
Marandú	con	con	74.11 fg
Marandú	sin	sin	68.25 g

* Valores con la misma letra son iguales ($P > 0.1$).

Fuente: Avelar y Vásquez, (2001)

^α *Panicum maximum*.

^β *Brachiaria brizantha*.

^δ Tratamientos con Mycorral[®] a razón de 100 g/metro lineal.

^ζ Tratamientos con Fósforo a razón de 40 g/ha.

Debido a que, como ya se mencionó anteriormente, no se tiene mucha información del pasto en estudio y conociendo las bondades de los hongos benéficos ya citados, se decidió estudiar la respuesta del pasto Mulato, *Brachiaria* híbrido (CIAT 36061) a la inoculación con los hongos benéficos *Trichoderma harzianum* y micorrizas en las condiciones de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó entre mayo (mes de siembra) y noviembre de 2003 en el potrero Los Mingos de Zamorano, Francisco Morazán, Honduras, ubicado a 800 msnm, con una temperatura media anual de 24°C y con una precipitación promedio de 1100 mm anuales.

2.2 METODOLOGÍA

El terreno tenía Pasto Guinea (*Panicum maximum*) el cual se cortó y eliminó con glifosato (Round Up[®]); posteriormente, se incorporó el residuo con una rastra liviana. La siembra con semilla sexual, se realizó a chorro corrido y 0.5m entre surcos. El terreno (4000 m²) se dividió en parcelas de 180 m² (9 x 20m) y se dejó un borde de dos metros en el perímetro de toda la parcela, sembrada con el mismo pasto, sin tratamiento.

La siembra se realizó a razón de 600,000 semillas/ha (120 semillas/g) con una germinación del 80% para una densidad de 480,000 plantas/ha.

2.3 TRATAMIENTOS

Los tratamientos (cuatro repeticiones cada uno) consistieron en:

- Inoculación con *Trichoderma harzianum* (Trichozam[®]) a la siembra.
- Inoculación con micorriza (Mycoral[®]) a la siembra.
- Inoculación con ambos hongos (micorriza y *Trichoderma harzianum*) a la siembra.
- Tratamiento control sin hongos.

Para la aplicación de *Trichoderma harzianum* (Trichozam[®]), se inoculó la semilla a razón de 27 g/ha, utilizando un adherente. En el caso de micorriza (Mycoral[®]) se aplicó a razón de 25 g por metro lineal, en el fondo del surco, antes de colocar la semilla.

No se realizó ningún tipo de fertilización ni antes ni durante el estudio. El suelo tiene un pH moderadamente ácido, con un alto contenido de materia orgánica y K, medio de N, P y bajo de Mg (Cuadro 2) se presenta limitaciones edáficas para cualquier uso agrícola, con un horizonte pedregoso entre los 15 y 30cm, y compactación en los primeros 15cm (Cuadro 3) Díaz y Morales (2003).

Cuadro 2. Composición de los suelos en el potrero Los Mingos (lugar del estudio).

Profundidad cm	pH	M.O. %	N	P ^a	K ppm disponible	Ca ppm disponible	Mg
15	5.86	5.72	0.29	43	628	1840	230
30	5.96	4.75	0.24	19	588	1910	220

Fuente: Díaz y Morales, 2003.

^a Extracción Mehlich-3.

Cuadro 3. Resistencia del suelo del potrero Los Mingos a la penetración a cinco profundidades.

Profundidad cm	Resistencia a la penetración kg/cm ²
0 - 16	3.0
17 - 30	2.6
31 - 46	1.5
47 - 66	1.5
67 - 88	2.0

Fuente: Díaz y Morales, 2003.

A los 103 días de la siembra se hizo un corte de nivelación y posteriormente se realizaron tres cortes cada 21 días. Luego de cada corte se introdujo ganado vacuno (5 vacas/ha) para ver la respuesta del pasto al pastoreo.

La precipitación y temperaturas promedio durante los tres periodos de crecimiento evaluados se muestran en el Cuadro 4. El terreno presentó problemas de inundación debido a las fuertes lluvias que se tuvieron antes del primer y tercer corte.

Cuadro 4. Precipitación y temperatura promedio durante los tres periodos de crecimiento entre cortes.

Corte	Precipitación (mm)		Temperatura °C
	total	Diária (promedio)	
02/09 – 23/09	71.6	3.4	23.4
24/09 – 14/10	63.2	3.0	24.4
15/10 – 04/11	100.0	4.8	23.7

2. 4 VARIABLE MEDIDA

Para determinar el rendimiento, se pesó la Materia Fresca (MF) de cuatro muestras de 1 m² cada una por parcela, y se tomó una muestra de 100g para determinar la Materia Seca (MS), como única variable, secando las muestras en un horno de convección a 60 °C por 48 horas (AOAC, 1990).

2. 5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA). Los resultados se analizaron por medio de un Modelo Lineal General (GLM), y se realizó una separación de medias (DUNCAN), con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS 2001). Se hizo un Análisis de Varianza (Andeva) y una comparación de medias con una diferencia mínima significativa $P < 0.1$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MS DEL PASTO MULATO

La producción de MS del Mulato (125.5 kg/ha/día) fue alta comparada con la de otros pastos en Zamorano en suelos similares. El Tanzania (*Panicum maximum*) tuvo una producción promedio de 106.2 kg MS/ha/día en cortes cada 21 días (Aramayo, 2002), el Transvala (*Digitaria eriantha*) 62 kg MS/ha/día y el Estrella (*Cynodon nlemluensis*) 63 kg MS/ha/día (Paredes, 2001).

3.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA

No se encontraron diferencias ($P > 0.1$) en la producción de MS (Cuadro 5) entre las parcelas tratadas con *T. harzianum*, el testigo y las parcelas tratadas con micorrizas. Mientras que la producción promedio de las parcelas que se inocularon con micorrizas y *T. harzianum* fue la menor ($P < 0.1$).

Cuadro 5. Producción de MS en kg/ha/día del pasto Mulato, Zamorano, Honduras.

Tratamiento	M.S. kg/ha/día
Trichoderma	145,0 a
Control	131,7 ab
Micorrizas	123,5 ab
Micorrizas y <i>Trichoderma spp.</i>	101,7 b

Medidas en la misma columna seguidas por diferente letra difieren entre sí ($P < 0.1$).

3.3 EFECTO DE LOS CORTES EN LA PRODUCCIÓN DE MS

No hubo diferencias ($P < 0.1$) entre cortes en la producción de MS (Cuadro 6); sin embargo, se encontró una tendencia a una mayor producción en el segundo corte, lo que se atribuye al hecho de que el Mulato no se adapta muy bien a condiciones de mucha lluvia y durante el segundo corte se tuvo la menor precipitación y la mayor temperatura (Cuadro 4). Además, y como ya se mencionó, en el primer y tercer corte presentaron problemas de encharcamiento debido a las fuertes lluvias

En Huimanguillo, Tabasco, en suelos fluvisoles de mediana fertilidad, se obtuvo en la época de lluvias, una producción de 68 kg MS/ha/día y en la época seca de 103 kg. Al igual que en el presente estudio, el terreno presentó problemas de drenaje durante la época de lluvias (Guiot, 2003).

Cuadro 6. Efecto de los cortes en la producción de MS del pasto Mulato, Zamorano, Honduras.

Corte	Producción de MS (kg/ha/día)
1	115 a
2	138 a
3	123 a

Medidas en la misma columna seguidas por diferente letra difieren entre sí ($P < 0.1$).

4. CONCLUSIONES

El pasto Mulato aumenta la producción de MS cuando es inoculado con *Trichoderma harzianum*.

La producción de MS del pasto Mulato disminuye cuando es inoculado con micorrizas.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda analizar el suelo y las raíces del pasto para determinar el tipo de microorganismos que colonizaron las raíces y el grado de infestación de los mismos para determinar si hubo o no un efecto antagónico entre estos hongos.

Hacer un análisis económico de la aplicación de estos microorganismos en el pasto Mulato.

6. BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 1990. Official methods of analysis of the Association of Official Chemists. 10th Edition, Washington D.C.

Aramayo, F. 2002. Efecto de dos alturas y dos edades de corte en pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto Tanzania (*Panicum maximum*) en la producción de materia seca. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 11p.

Avelar, P. A. y Vásquez, J. A. 2001. Evaluación biológica y económica del uso de micorrizas (Mycoral®) en cuatro pastos. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 36 p.

Argel P., Lobo M., Sandoval B., Mesen M. 2003. Pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* CIAT 36061) (en línea). Consultado 15 de mayo de 2004. Disponible en: http://www.infoagro.go.cr/ofinase/pasto_mulato.htm.

Bravo, M. J. 2003. Evaluación técnica económica de aplicaciones de azufre sublimado y *Trichoderma harzianum* en melón en invernadero, en Zamorano. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 33p.

Díaz, M. Y. y Morales, C. E. 2003. Efecto de la fertilización nitrogenada, edad de corte y altura de corte sobre la producción de los pastos Andropogón (*Andropogón gayanus*), Trasvala (*Digitaria eriantha*) y Tobiata (*Panicum maximum*) en el Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agrónomo. EAP Zamorano. 19 p.

Guiot García J. D y Meléndez Nava F. 2003. *Brachiaria* híbrido cultivar Mulato: Excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales (en línea). Consultado el 10 de mayo de 2004. Disponible en: <http://www.pasturasdeamerica.com/relatos/mulato.asp>

Holmann F., Argel P., Rivas L., White D., Estrada R., Burgos., Pérez E., Ramírez E., Medina A. 2004. Degradación de pasturas y pérdida de productividad animal: Una evaluación económica desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. CIAT (en línea). Consultado 1 de agosto de 2004. Disponible en: http://www.ciat.cgiar.org/tropoleche/articulos.pdf/Degradacion_de_pasturas.pdf

Paredes J. F. 2001. Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada y tres edades de corte sobre la calidad de cuatro gramíneas forrajeras en Zamorano. Proyecto Especial del

Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 18 p.

Rosas J. C. 2003. Manual del módulo de Biofertilización. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 60 p.

Trabanino R. 2002. Centro de Control Biológico para Centro América. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras.

**Respuesta del pasto *Brachiaria* híbrido cv.
Mulato a la inoculación con los hongos
benéficos *Trichoderma harzianum* y
*micorrizas***

Rony Westermann Leigue

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2004