

**Producción y composición de los cultivares
Mulato I y II de *Bachiaria* híbridos inoculados
con micorriza y *Trichoderma harzianum***

Miguel S. Castillo

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Noviembre, 2006

**Producción y composición de los cultivares
Mulato I y II de *Bachiaria* híbridos inoculados
con micorriza y *Trichoderma harzianum***

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

Presentado por

Miguel S. Castillo

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2006

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.

Miguel S. Castillo

Honduras
Noviembre, 2006

**Producción y composición de los cultivares Mulato I y II de
Brachiaria híbridos inoculados con micorriza y
*Trichoderma harzianum***

Presentado por

Miguel S. Castillo

Aprobada:

Miguel Vélez, Ph. D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph. D.
Coordinador Área Temática
Zootecnia

Juan Carlos Rosas, Ph. D.
Asesor

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

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor

George Pilz, Ph. D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas.

A mi padre José Bolívar por todo su apoyo, enseñanzas y confianza para hacer posible mi deseo de estudiar en Zamorano.

A mi madre Tania Elizabeth por ser fuente inagotable de amor y comprensión.

A mi hermano José Gabriel por todos sus consejos y apoyo incondicional.

A María del Rosario, Delia María y Elsa María en cuyos rostros se dibuja el verdadero sentido del amor.

A mis abuelitos y tíos por sus consejos y ánimos para continuar en mi carrera profesional.

A todos mis amigos que siempre me apoyaron.

AGRADECIMIENTOS

A Dios fuente de sabiduría.

A mi padre José Bolívar por enseñarme que la felicidad propia se encuentra en el rostro de los demás.

Al Dr. Miguel Vélez por su tiempo, ejemplo y confianza que me permitieron aprender en las aulas y para la vida como profesional.

Al Dr. Juan Carlos Rosas por todo su apoyo y aporte a mi proyecto de investigación.

A Lisa Lamothe por todo su cariño, apoyo y comprensión en todo momento.

A mi compañero de cuarto Moshe Tipán por ser oídos y compañero incansable de trabajo.

A todos mis amigos y a la colonia lojana por todos los momentos compartidos.

A todo el personal de Zootecnia.

A Zamorano por todos los conocimientos brindados.

RESUMEN

Castillo, Miguel. 2006. Producción y composición de los cultivares Mulato I y II de *Brachiaria* híbridos inoculados con micorriza y *Trichoderma harzianum*. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, 15 p.

Se evaluó la producción de Materia Seca (MS), Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD), Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Orgánica (DIVMO), Proteína Cruda (PC) y absorción de nutrientes de los cultivares Mulato I y II de *Brachiaria* híbridos en respuesta a la aplicación de los hongos micorriza y *Trichoderma harzianum* en El Zamorano, Honduras. Se utilizaron 32 parcelas de 3 × 5 m. Se realizaron cuatro cortes cada 21 días. Se contaron las conidias de *T. harzianum* cada mes en los tres primeros meses y de esporas e infección de raíces con micorriza al tercer mes. Se analizó el suelo y se fertilizó con 150 kg N/ha/año (Urea) cada dos cortes. Se usó un diseño factorial en el cual el factor principal fue la variedad de pasto (Mulato I vs. Mulato II) y el factor secundario la aplicación de biofertilizantes (Mycoral[®], Tricho zam[®], Mycoral[®] + Tricho zam[®] y el Testigo). Para analizar las variables de producción de MS y conteo de conidias de *T. harzianum* se utilizó medidas repetidas en el tiempo y sin medidas repetidas para esporas y porcentaje de infección de raíces con micorriza. La aleatorización en campo se realizó en un Diseño Completo al Azar (DCA) con cuatro repeticiones por cada combinación de tratamientos. No hubo diferencia ($P > 0.05$) en la producción de MS entre pastos (117.4 kg/ha/día y 110.9 kg/ha/día para Mulato I y II, respectivamente) ni entre tratamientos. El tratamiento en el cual se aplicó micorriza + *T. harzianum* tuvo el menor rendimiento (107.1 kg/ha/día). El contenido de FND (50.5%), FAD (29.2%) y la DIVMO (60.3%) fueron similares en ambos pastos. El contenido de PC fue mayor en Mulato II (15.1% vs. 12.6%). La absorción de nutrientes fue similar en ambos pastos a excepción de zinc y nitrógeno.

Palabras clave: Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Orgánica (DIVMO), Fibra Ácido Detergente (FAD), Fibra Neutro Detergente (FND), Materia Seca (MS).

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Página de firmas	iii
Dedicatorias	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Contenido	vii
Índice de cuadros	viii
Índice de anexos	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1 Localización	3
2.2 Metodología	3
2.3 Tratamientos	4
2.4 Diseño experimental y análisis estadístico	5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
3.1 Producción de materia seca	6
3.2 Efecto de los tratamientos sobre la producción de materia seca	6
3.3 Composición y digestibilidad	7
3.4 Grado de infección de raíces con micorriza	8
3.5 Grado de infección de raíces con <i>Trichoderma harzianum</i>	9
3.6 Absorción de nutrientes	9
4. CONCLUSIONES	11
5. RECOMENDACIONES	12
6. LITERATURA CITADA	13
7. ANEXOS	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Condiciones climáticas durante el estudio en El Zamorano, Honduras.....	3
2.	Efecto de las condiciones climáticas sobre la producción de Materia Seca (kg/ha/día) de <i>Brachiaria</i> híbridos (Mulato I y II) en Zamorano, Honduras.....	6
3.	Producción de Materia Seca (kg/ha/día) de Mulato I y Mulato II inoculados con micorriza y <i>Trichoderma harzianum</i> en Zamorano, Honduras.....	7
4.	Porcentaje de Fibra Neutro (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD), Proteína Cruda (PC) y Digestibilidad <i>In Vitro</i> (DIVMO) de Mulato I y Mulato II inoculados con micorriza y <i>Trichoderma harzianum</i> en Zamorano, Honduras..	7
5.	Producción de Materia Seca (MS), contenido de Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD) y Proteína Cruda (PC) de <i>Digitaria eriantha</i> (Transvala), <i>Panicum maximum</i> (Tobiatá y Tanzania), <i>Cynodon nlemfuensis</i> (Estrella) y <i>Brachiaria</i> híbridos (Mulato I y Mulato II) en Zamorano, Honduras.....	8
6.	Grado de infección de micorriza (promedio de esporas por gramo de suelo y porcentaje de infección de raíces) en los pastos Mulato I y Mulato II en Zamorano, Honduras.....	8
7.	Conteo de conidias de <i>Trichoderma harzianum</i> a los 90 días de inoculación en el cultivo de pasto Mulato.....	9
8.	Concentración de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn en los pastos Mulato I y Mulato II inoculados con micorriza y <i>Trichoderma harzianum</i> en Zamorano, Honduras.....	9
9.	Diferencia en el contenido de minerales del pasto Mulato II con los requerimientos de una vaca Holstein de 90 días pos parto, que produce 12 litros de leche por día en condiciones climáticas similares a Zamorano.	10

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Distribución de parcelas.....	15
----	-------------------------------	----

1. INTRODUCCIÓN

El trópico cuenta con condiciones climáticas, edáficas y ecológicas que permiten producir gran cantidad de biomasa, aunque de menor calidad que en la zona templada (INPOFOS 2003). Por lo tanto, la baja calidad de los forrajes tropicales no le permite al ganado expresar todo su potencial para la producción de leche y carne.

El consumo de forraje de una vaca está limitado por el contenido de Fibra Neutra Detergente (FND) del mismo. Esto se debe a que la fibra es más difícil de digerir que los componentes no estructurales de los forrajes (Ball *et al.* 2001). Por otro lado, mientras más digerible es el alimento, más rápida es su evacuación en el tracto digestivo (Vélez *et al.* 2002).

Los pastos híbridos del género *Brachiaria* representan nuevas alternativas para la ganadería tropical por su amplio rango de adaptación, mayor cantidad de forraje y mejor calidad nutricional (Pasturas de América 2004). Estos híbridos son producto de cruces entre *Brachiaria ruziziensis* (clon 44-6) y *B. brizantha* cv. Marandú, realizados en el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), de los que se seleccionaron los cv. Mulato I y II que superan en calidad y productividad a sus progenitores (Grupo Papalotla 2003).

Los Mulatos son perennes, de hábito amacollado, decumbentes y estoloníferos. Se adaptan desde 0 a 1800 msnm, con precipitaciones ≥ 700 mm. Tienen un sistema radicular profundo, requieren suelos de mediana fertilidad con un rango de pH amplio (4.2 – 8.0), buena tolerancia a las sequías (5 a 6 meses) y a temperaturas bajas y heladas, pero no a las inundaciones. Su producción de Materia Seca (MS) es de más de 70 kg/ha/día (Pasturas de América 2004); y los mayores rendimientos de materia seca de Mulato I se obtienen con cortes cada 28 días (Hidalgo Navia 2004).

Dada la importancia de los pastos en la alimentación animal, las posibles relaciones simbióticas de las raíces de los pastos con los hongos micorriza y *Trichoderma harzianum* presentan una oportunidad para mejorar el establecimiento, producción y calidad de los forrajes.

La micorriza es una simbiosis mutualista entre un hongo del suelo y la raíz de una planta. El hongo absorbe fotosintatos producidos por la planta y ésta obtiene nutrientes y aumenta su rizósfera, por efecto de las hifas de las micorrizas. En suelos con concentraciones altas de fósforo el efecto de las micorrizas se ve reducido (Sieverding 1991).

Trichoderma harzianum es un hongo que en condiciones de laboratorio y de suelo demuestra ser un antagonista eficiente contra muchos otros hongos habitantes del suelo (Cardona y Rodríguez 2002). Este hongo es micoparasítico, ayuda al desarrollo del sistema radicular mejorando la absorción de nutrientes y aumenta la resistencia por desactivación de enzimas de algunos patógenos (Bioplaguecidas 2002).

Mycoral[®] es un producto biológico, producido en Zamorano, conformado por esporas e hifas de micorrizas arbusculares de los géneros: *Glomus*, *Acaulospora* y *Entrophospora*, en un suelo de textura franca con segmentos de raicillas infectadas. La cantidad recomendada para pastos al momento de la siembra es de 100 g/m lineal (Reyes 2001). Según Avelar Lizama y Vásquez Guillén (2001) el uso de Mycoral[®] en *Brachiaria brizantha* cv. Marandú aumentó la producción en 25%.

Trichozam[®] es el nombre comercial del producto biológico producido en Zamorano que contiene esporas del hongo *T. harzianum*. En Zamorano se encontró que el pasto Mulato I aumenta la producción MS cuando es inoculado con *T. harzianum* (Westerman Leigue 2004).

Debido a los potenciales beneficios de usar micorriza y *T. harzianum* en los cultivos, se decidió estudiar el efecto de los productos Mycoral[®] y Trichozam[®] sobre la producción y valor nutricional de los pastos Mulato I y II.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización

El estudio se realizó entre junio 2005 y mayo 2006 en El Zamorano, a 30 km al sureste de Tegucigalpa, Honduras, a 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1100 mm y una temperatura promedio anual de 24°C. La información de las condiciones climáticas durante el período de estudio se recolectó de la estación meteorológica de Zamorano (Cuadro 1).

Cuadro 1. Condiciones climáticas durante el estudio en El Zamorano, Honduras.

Mes	Precipitación mm	Riego mm	Temperatura °C		
			Mínima	Máxima	Promedio
Ago. 2005	117	0	19.1	31.1	23.9
Sep. 2005	109	0	18.7	30.8	23.3
Oct. 2005	95	0	18.3	28.5	22.3
Feb. 2006	4	170	16.1	28.1	21.7
Mar. 2006	6	168	15.5	30.4	22.7
Abr. 2006	10	161	17.8	32.1	24.5
May. 2006	73	46	19.3	33.3	25.5

El suelo utilizado, a una profundidad de 0 – 30 cm, es ligeramente ácido (pH = 5.70), medio en materia orgánica (2.87%), bajo en nitrógeno (0.14%) y alto en fósforo (41 ppm), potasio (550 ppm) y hierro (302 ppm). Antes de la siembra el terreno se encontraba en barbecho.

2.2 Metodología

Antes de la siembra se hizo una prueba de germinación de la semilla, colocando 100 semillas de cada pasto en un paño húmedo, que indicó 35% en el Mulato I y 50% en el Mulato II. El 29 de junio se sembró en surcos separados a 60 cm, a razón de 16 kg/ha (102 semillas / m lineal) en parcelas de 3 × 5 m, con una separación entre parcelas de 1.2 m, en cuatro bloques que constituyen las repeticiones (Anexo 1).

Los hongos se aplicaron según la recomendación de uso de los productos de: 100 g de Mycoral[®] / m lineal y 240 g de Trichozam[®] /ha. El Mycoral[®] se distribuyó en el surco antes de depositar la semilla. Trichozam[®] se aplicó disuelto en cuatro litros de agua mediante una bomba de mochila, sobre los surcos después de depositada la semilla.

Se contaron las conidias de *T. harzanium* a los 30, 60 y 90 Días Después de la Siembra (DDS); el conteo de esporas de micorriza y la determinación del porcentaje de infección de las raíces a los 90 DDS.

Las parcelas se fertilizaron con 150 kg N/ha/año de Urea que se aplicó disuelto en ocho litros de agua cada dos cortes con una regadera. A los 90 DDS se hizo un corte de uniformización con machete. Se evaluaron cuatro cortes con una edad del pasto de 21 días y una altura de corte de 10 cm. Las fechas de los cortes fueron: 22 de octubre de 2005, 24 de marzo, 17 de abril y 8 de mayo de 2006.

Las muestras de pasto se secaron en un horno a 60°C por 48 horas (AOAC 1990). De los cuatro cortes se sacaron submuestras para obtener una muestra compuesta por cada tratamiento de cada pasto, que se analizaron en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano para determinar: Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Orgánica (DIVMO) por el método de Menke *et al.* (1968) y Proteína Cruda (PC), Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD) utilizando el espectroscopio de infrarrojo cercano (NIRS).

En el Laboratorio de Suelos de Zamorano se analizó el tejido foliar para determinar la absorción de nutrientes: Nitrógeno (N) por el método de Kjeldahl, fósforo (P) por el método de digestión húmeda con ácido sulfúrico y agua determinado por espectrofotometría; potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn) por el método de digestión húmeda y agua determinado por absorción atómica (AOAC 1990).

2.3 Tratamientos

Los tratamientos fueron:

Dos pastos: Mulato I y Mulato II.

Inoculaciones: Testigo.

Con *Trichoderma harzianum*.

Con micorriza.

Con micorriza y *Trichoderma harzianum*.

2.4 Diseño experimental y análisis estadístico

Para el análisis de varianza se utilizó un diseño factorial en el cual el factor principal fue la variedad de pasto (Mulato I vs. Mulato II) y el factor secundario la aplicación de biofertilizantes (Mycoral[®], Trichozam[®], Mycoral[®] + Trichozam[®] y el Testigo). Para las variables: producción de MS y concentración de conidias de *T. harzianum* se utilizó un diseño factorial con medidas repetidas en el tiempo; y sin medidas repetidas en el tiempo para las variables: cantidad de esporas de micorriza en el suelo y porcentaje de infección de raíces con micorriza. La aleatorización en campo se realizó en un Diseño Completo al Azar (DCA) con cuatro repeticiones por cada combinación de tratamientos.

Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®] 2001) efectuando un análisis de varianza y una separación de medias por el método de Diferencia Mínima Significativa (DMS) y cuadrados mínimos significativos (LSMEANS) con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Producción de Materia Seca

No hubo diferencia ($P>0.05$) en la producción de MS entre las dos variedades de pasto. La producción promedio de Mulato I fue de 117.4 kg/ha/día y la del Mulato II de 110.9 kg/ha/día (Cuadro 2).

Debido a la falta de agua en agosto de 2005, que fue en promedio 3.1 mm/día, y a la temperatura en marzo de 2006 (Cuadro 1), especialmente la mínima que fue de 15.5°C, la producción de MS disminuyó en el primero y segundo corte (Cuadro 2). Para los pastos Mulato, Estrella, Transvala y Tobiata cultivados en Zamorano se encontró un requerimiento promedio de 5.6 mm/día de agua (Huamán Febres-Cordero 2005). Además, se ha reportado que los pastos tropicales disminuyen su crecimiento cuando la temperatura es $\leq 15^\circ\text{C}$ (McDowell 1985).

Cuadro 2. Efecto de las condiciones climáticas sobre la producción de Materia Seca (kg/ha/día) de *Brachiaria* híbridos (Mulato I y II) en Zamorano, Honduras.

Corte	Fecha	Pasto	
		Mulato I	Mulato II
1	22 Ago. 2005	50.4 ± 10.9 c*	40.5 ± 13.2 c
2	24 Mar. 2006	75.4 ± 21.5 b	64.6 ± 22.2 b
3	17 Abr. 2006	163.6 ± 44.7 a	171.2 ± 28.7 a
4	08 May. 2006	180.4 ± 45.4 a	167.5 ± 21.9 a
Promedio		117.4 ± 30.6	110.9 ± 21.5

*Valores en la misma columna con letras distintas difieren entre sí ($P<0.05$)

3.2 Efecto de los tratamientos sobre la producción de Materia Seca

La producción de MS fue similar entre tratamientos ($P>0.05$). El tratamiento en el cual se usó la mezcla de los dos hongos presentó el menor rendimiento promedio (107.1 kg/ha/día) (Cuadro 3). Esta disminución coincide con lo encontrado por Westerman Leigue (2004) en Mulato I que tuvo una producción de 101.7 kg/ha/día.

Cuadro 3. Producción de Materia Seca (kg/ha/día) de Mulato I y Mulato II inoculados con micorriza y *Trichoderma harzianum* en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Pasto		Promedio
	Mulato I	Mulato II	
Micorriza	121.5 ± 70.6 [§]	117.5 ± 65.6	119.5 ± 68.1
<i>T. harzianum</i>	113.6 ± 61.4	117.3 ± 73.3	115.5 ± 67.3
Micorriza y <i>T. harzianum</i>	112.7 ± 57.3	101.4 ± 64.6	107.1 ± 60.9
Testigo	121.9 ± 77.0	107.5 ± 52.9	114.7 ± 64.9

[§]Valores en la misma columna con letras distintas difieren entre sí (P<0.05)

3.3 Composición y digestibilidad

El contenido de FND, FAD y la DIVMO son similares entre pastos y tratamientos, a excepción de PC (Cuadro 4). Esto indica que bajo las condiciones de este experimento las aplicaciones de micorriza y *Trichoderma harzianum* no tuvieron efecto en la composición bromatológica de los pastos. La diferencia en PC se debe probablemente a las características genéticas propias de cada variedad de pasto.

Cuadro 4. Porcentaje de Fibra Neutra (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD), Proteína Cruda (PC) y Digestibilidad *In Vitro* (DIVMO) de Mulato I y Mulato II inoculados con micorriza y *Trichoderma harzianum* en Zamorano, Honduras.

Pasto	Tratamiento	FND	FAD	PC	DIVMO
Mulato I	Micorriza	51.3	30.0	13.4	60.0
Mulato I	<i>T. harzianum</i>	51.7	31.2	11.4	60.5
Mulato I	Micorriza y <i>T. harzianum</i>	50.1	27.5	12.8	59.2
Mulato I	Testigo	49.8	28.8	12.7	60.5
Mulato II	Micorriza	49.8	28.0	15.0	59.5
Mulato II	<i>T. harzianum</i>	50.8	29.0	15.3	60.8
Mulato II	Micorriza y <i>T. harzianum</i>	49.3	28.1	15.9	60.1
Mulato II	Testigo	51.5	30.7	14.4	61.7
Promedio Mulato I		50.7	29.4	12.6	60.1
Promedio Mulato II		50.3	29.0	15.1	60.5

La hemicelulosa, celulosa y lignina son compuestos de la pared celular de los forrajes que determinan su calidad. La FAD (celulosa + lignina) está asociada con la digestibilidad y la FND (FAD + hemicelulosa) está asociada con el consumo del forraje (Vélez *et al.* 2002). En zonas bajas tropicales, los valores de PC y DIVMO de pasto Mulato varían entre 9 a 15% y 55 a 62%, respectivamente (CIAT 2005).

El contenido de FND del Mulato I coincide con el encontrado por Estrada Restrepo (2004) en Zamorano de 50.0% con cortes cada 28 días, y por Aguilar García (2005) de 48.9% con cortes cada 21 días. Además, concuerda con lo encontrado por Hidalgo Navia (2004) que los contenidos de PC y FND son similares a los 21 y 28 días.

La DIVMO promedio de pastos de clima templado (plantas C3) varía entre 60 y 75% y el contenido de proteína de 16 y 20%. En pastos de clima tropical (plantas C4), la DIVMO varía entre 45 y 60% (Nuñez *et al.* 2002) y el contenido de proteína entre 6 y 15%. El Mulato II con un contenido promedio de proteína de 15.1% y una DIVMO de 60%, es un pasto tropical cuya calidad se aproxima a la de los pastos de clima templado, convirtiéndose en una alternativa importante para la alimentación del ganado comparado con los pastos Transvala, Tobiata, Tanzania y Estrella (Cuadro 5) que son los pastos más usados en las producciones ganaderas tropicales.

Cuadro 5. Producción de Materia Seca (MS), contenido de Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD) y Proteína Cruda (PC) de *Digitaria eriantha* (Transvala), *Panicum maximum* (Tobiata y Tanzania), *Cynodon nlemfuensis* (Estrella) y *Brachiaria* híbridos (Mulato I y Mulato II) en Zamorano, Honduras.

Pasto	MS (kg/ha/día)	FND (%)	FAD (%)	PC (%)
Mulato II	110.9	50.3	29.0	15.1
Mulato I	117.4	50.7	29.4	12.6
Transvala	69.6 ^w	55.7 ^y	--	8.9 ^y
Tobiata	104.0 ^x	55.4 ^y	36.9 ^z	8.4 ^y
Tanzania	103.5 ^x	-- ^a	--	--
Estrella	83.7 ^w	58.6 ^w	--	--

Datos: ^wParedes Alvarado (2001), ^xAvelar Lizama y Vásquez Guillén (2001), ^yEstrada Restrepo (2004), ^zAguilar García (2005).

^aNo existen referencias disponibles de producción en el Zamorano.

3.4 Grado de infección de raíces con micorriza

El número de esporas por gramo de suelo y el porcentaje de infección de raíces con micorriza fue alto, según los estándares de medición del Laboratorio de Biotecnología y Biofertilización de Zamorano, y similar ($P>0.05$) entre pastos y entre tratamientos (Cuadro 6). Estos resultados se atribuyen a una elevada concentración de micorrizas nativas en el suelo.

Cuadro 6. Grado de infección de micorriza (promedio de esporas por gramo de suelo y porcentaje de infección de raíces) en los pastos Mulato I y Mulato II en Zamorano, Honduras.

Pasto	Esporas/g suelo	% Infección de raíces	Clasificación ^{&}
Mulato I	14.2	47.1	Alto
Mulato II	19.1	55.1	Alto

[&]Alto = > 8 esporas / g de suelo; > 30% infección

Medio = 5 – 8 esporas / g de suelo; 21- 30 %

Bajo = ≤ 5 esporas / g de suelo; ≤ 20% infección

3.5 Grado de infección de raíces con *Trichoderma harzianum*

Hubo diferencia ($P < 0.05$) en la cantidad de conidias de *T. harzianum* (Tricho zam[®]) entre tratamientos, lo que indica una inoculación efectiva del hongo en el cultivo (Cuadro 7). En el tratamiento *T. harzianum* + micorriza, a pesar de haberse aplicado la misma dosis que el tratamiento que sólo llevaba *Trichoderma*, el número de conidias registradas es menor, lo que sugiere un efecto antagonista potencial entre micorriza y *T. harzianum*.

Cuadro 7. Conteo de conidias de *Trichoderma harzianum* a los 90 días de inoculación en el cultivo de pasto Mulato.

Tratamiento	Conidias (millones) / g de suelo
<i>T. harzianum</i>	605.8 ± 19.4 a [§]
Micorriza + <i>T. harzianum</i>	257.5 ± 19.4 b
Testigo	55.0 ± 19.4 c

[§]Promedios en la misma columna con letras distintas difieren entre sí ($P < 0.05$)

3.6 Absorción de nutrientes

Los elementos minerales constituyen alrededor del 1.5 al 2.5% del peso fresco de la planta. Los dos elementos que están por debajo del nivel considerado como adecuado por INPOFOS (2003) son el Ca y el Mg (Cuadro 8), los que pudieron haber limitado el crecimiento de los pastos.

Cuadro 8. Concentración de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn en los pastos Mulato I y Mulato II inoculados con micorriza y *Trichoderma harzianum* en Zamorano, Honduras.

Pasto	Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
		%					ppm				
Mulato I	Micorriza	1.96	0.34	3.43	0.21	0.16	9	164	103	25	
Mulato I	<i>T. harzianum</i>	1.96	0.33	3.27	0.22	0.17	10	308	120	25	
Mulato I	Micorriza y <i>T. harzianum</i>	1.98	0.32	3.31	0.23	0.16	9	259	114	25	
Mulato I	Testigo	1.79	0.32	3.21	0.22	0.16	10	374	125	29	
Mulato II	Micorriza	2.32	0.31	3.40	0.20	0.19	11	276	117	32	
Mulato II	<i>T. harzianum</i>	2.36	0.30	3.36	0.21	0.19	12	463	136	33	
Mulato II	Micorriza y <i>T. harzianum</i>	2.37	0.29	3.31	0.20	0.18	10	342	123	32	
Mulato II	Testigo	2.31	0.31	3.19	0.20	0.18	10	391	136	32	
Niveles Adecuados ^{&}		1.50	0.20	1.00	0.50	0.20	6	100	50	20	

[&](INPOFOS 2003)

Las concentraciones de minerales son similares en ambos pastos y tratamientos a excepción de Zn y de N que está incluido mayormente en las proteínas. Esto indica que los hongos no tuvieron ninguna influencia en la absorción de nutrientes. Ningún elemento está en una cantidad tal que presente un riesgo de toxicidad para los animales que consumen el pasto (McDowell 1985).

El aporte de minerales del pasto Mulato II, tratamiento Testigo, (Cuadro 8) se comparó con el requerimiento de minerales de un animal Holstein de 90 días pos parto, que produce 12 litros diarios, cuyos requerimientos se calcularon usando el programa “The Cornell Net Carbohydrate and Protein System” (CNCPS version 5.04.0) (Cuadro 9). El balance de minerales muestra que el aporte de P, Ca, Cu y Zn del pasto no cubre los requerimientos, lo que sugiere que deben ser incluidos en la dieta del animal.

Cuadro 9. Diferencia en el contenido de minerales del pasto Mulato II con los requerimientos de una vaca Holstein de 90 días pos parto, que produce 12 litros de leche por día en condiciones climáticas similares a Zamorano.

Pasto	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g / día				mg / día			
Mulato II	-2	289	-23	0	-1	430	14	-13

Valores mostrados provienen de restar los requerimientos para este animal (CNCPS versión 5.0.40) de las concentraciones de minerales presentes en Mulato II (Cuadro 9).

4. CONCLUSIONES

Los pastos Mulato I y Mulato II tuvieron rendimientos de Materia Seca similares.

Las aplicaciones de micorriza y de *Trichoderma harzianum* no influyeron en la producción ni composición de los pastos.

El contenido de Fibra Neutro Detergente, Fibra Ácido Detergente y la Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Orgánica fue similar en ambos pastos.

El contenido de Proteína Cruda de Mulato II fue mayor que el de Mulato I.

La concentración de los elementos K, Mg, Fe y Mn en los pastos parece ser la adecuada para cubrir los requerimientos de un animal en producción.

5. RECOMENDACIONES

Incrementar el uso de Mulato II en los potreros de Zamorano.

Determinar la digestibilidad *in vivo* del pasto.

Incluir Mulato II en las dietas del hato lechero y de carne de Zamorano para obtener datos de producción de los animales.

6. LITERATURA CITADA

A.O.A.C. (Association of Official Agricultural Chemists). 1990. Official methods of Analysis. Washington D.C.

Avelar Lizama, P.A.; Vásquez Guillén, J.A. 2001. Evaluación biológica y económica del uso de micorrizas (Mycoral[®]) en cuatro pastos. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 26 p.

Aguilar García, M.E. 2005. Evaluación de la producción y el valor nutricional de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato I y *Panicum maximum* cv. Tobiata en tres zonas climáticas de Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 9 p.

Ball, D.; Collins, M.; Lacefield, G.; Martin, N.; Mertens, D.; Olson, K.; Putman, D.; Undersander, D.; Wolf, M. 2001. Understanding Forage Quality (en línea). American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL. Consultado 24 ago. 2006. Disponible en <http://alfalfa.ucdavis.edu/-files/pdf/UnderstandingForageQuality.pdf>

Bioplaguicidas. 2002 (en línea). Consultado 5 jun. 2005. Disponible en <http://www.bioplaguicidas.org/bioplaguicidas/guiapla/Trichoderma%20koningii%20-Trichoderma%20harzianum.pdf>

Cardona, R.; Rodríguez, H. 2002. Evaluación técnica de *Trichoderma harzianum* en el control de *Macrophomina phaseolina* en ajonjolí. Fitopatología Venezolana 15:21-23.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 2005. Cultivar Mulato (en línea). Consultado 13 de ago. 2006. Disponible en <http://www.ciat.cgiar.org/biblioteca/articles2005.htm>.

Estrada Restrepo, J.E. 2004. Efecto de la temperatura sobre la producción y el contenido de proteína cruda y fibra neutro detergente de *Panicum maximum* cv. Tobiata, *Digitaria eriantha* cv. Transvala y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 12 p.

Grupo Papalotla. 2003 (en línea). Consultado 5 jun. 2005. Disponible en http://www.grupopapalotla.com/html/mulato/prod_mulato.htm.

Hidalgo Navia, J.G. 2004. Producción de materia seca y contenido de proteína cruda y fibra neutro detergente del pasto *Brachiaria* híbrido Mulato. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 14 p.

Huamán Febres-Cordero, F.G. 2005. Estimación del requerimiento hídrico de cuatro pastos mediante el uso de lisímetros bajo condiciones de El Zamorano, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 23 p.

INPOFOS (Instituto de la Potasa y el Fósforo). 2003. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. Quito, Ecuador. 94 p.

Menke, K.H.; Rabb, L.; Salewski, H.; Skingass, D.; Fritz y W. Shnaider. 1968. "The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of the ruminant feedings stuff from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. Journal Agricultural Science, Camb, 93, 217-22.

McDowell, L. 1985. Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates. University of Florida. Academic Press. 443 p.

Nuñez, G.; Espinoza, J.; Salinas, H.; Gutiérrez, J.; Medina, G.; Dovel, R. 2002. Guía de Manejo de Gramíneas de Clima Templado en México (en línea). Consultado 24 ago. 2006. Disponible en <http://forages.oregonstate.edu/organizations/seed/osc/tech-pubs/inifap-span.pdf#search=%22proteina%20cruda%20pastos%20clima%20templado%22>

Pasturas de América. 2004. Excelente alternativa para la producción de carne y leche en zonas tropicales (en línea). Consultado 5 jun. 2005. Disponible en <http://www.pasturasdeamerica.com/relatos/mulato.asp>.

Paredes Alvarado, 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 Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 11 p.

Reyes, B. 2001. MYCORAL[®]. Biofertilizante y bioprotector que favorece el desarrollo de las plantas. Programa de Biotecnología Aplicada. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras.

Sieverding, E. 1991. Vesicular - Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Technical Cooperation, República Federal de Alemania, Eschborn. [Engl. rev. by Kathryn Mulhern]. GTZ. 371p.

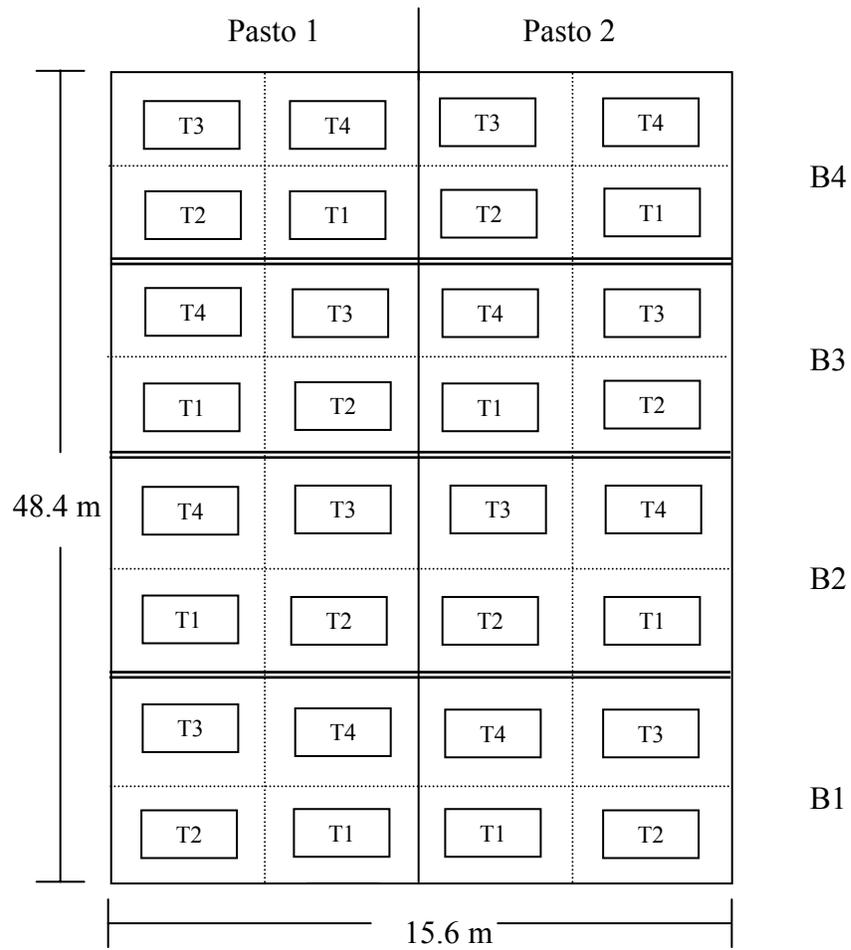
Vélez, M.; Hincapié, J.; Matamoros, I.; Santillán, R. 2002. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. 4 ed. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras. 326 p.

Westerman Leigue, 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. El Zamorano, Honduras. 21 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Distribución de parcelas.

Dos pastos con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones.



Tratamientos:

- T1: Inoculado con micorriza
- T2: Inoculado con *Trichoderma harzianum*
- T3: Inoculado con micorriza y *Trichoderma harzianum*
- T4: Testigo

Pastos:

- 1: Mulato I
- 2: Mulato II