

**Efecto de micorrizas benéficas (Mycoral[®]) y
cachaza, en el peso de la caña y rendimiento
neto de azúcar, en la Compañía Azucarera Tres
Valles, Honduras**

Alina Belem Crespo Mena

**ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Noviembre, 2006**

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Efecto de micorrizas benéficas (Mycoral[®]) y cachaza, en el peso de la caña y rendimiento neto de azúcar, en la Compañía Azucarera Tres Valles, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
Al título de Ingeniera Agrónoma en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Alina Belem Crespo Mena

Honduras
Noviembre, 2006

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

Alina Belem Crespo Mena

Honduras
Noviembre, 2006

Efecto de micorrizas benéficas (Mycoral®) y cachaza, en el peso de la caña y rendimiento neto de azúcar, en la Compañía Azucarera Tres Valles, Honduras.

Presentado por:

Alina Belem Crespo Mena

Aprobada

Gloria Arévalo de Gauggel, M.Sc.
Asesor principal

Alfredo Rueda, Ph.D.
Coordinador del área
de Fitotecnia

Edwin Flores, M.Sc.
Asesor

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

Ulises Barahona, Agr.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A Jehová por cuidarme y protegerme cada día, por darme fuerzas para luchar por mis creencias y por nunca haberme dejado sola durante estos años.

A mis padres que con todo su esfuerzo, amor y confianza pudieron hacer que mi sueño se cumpla.

A mis hermanos y la familia que siempre me apoyaron y me dieron su confianza para seguir adelante con mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

A mí papi, Edgar A. Crespo, que con todo su esfuerzo, apoyo, confianza y todos los consejos hizo posible cumplir mi meta.

Gracias a mi mami, Alina I. Mena que nunca dejo que quede sola, que siempre me cuidó espiritualmente y me dio valor para seguir luchando por este sueño.

A toda la familia Ponce, Yanuario, Enma, Cristabel, Emil, Saby, Mariela y Marcel, que por cuatro años fueron mi familia, me apoyaron y me cuidaron física y espiritualmente.

A la Ing. Gloria de Gauggel por sus consejos, conocimientos y por su ayuda para la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Edwin Flores y Ulises Barahona por todos sus conocimientos, amistad, regaños y colaboración para lograr éste trabajo.

A mis amigos por su preocupación; Maribel, Álvaro, Moshe, Marquito, Consu, Alba, Leo, Kory, Daysy, Jose Miguel, Serafin, Anibal, Santita, M^a José Chaves.

Gracias a Rafa, Jessy y Mike por no dejar que nuestras creencias se acaben, por siempre estar dispuestos a luchar juntos.

A Pame y a su familia por compartir tres años de nuestra vida, por reír y llorar juntas, por la amistad y el cariño que nos tenemos.

A todos mis amigos que trabajan en Zamorano que nunca me cerraron las puertas cuando los necesite, Ricardo C., Helmer, Álvaro, Maria Eugenia B. Y su familia, my friend Frank S., Willburn, personal del comedor especialmente, Arturito, Jonny, Leo, Adan, Anibal, Amilcar y Gregorio, a toda esa gente que por algún motivo fue parte de mi durante mi estadía en Zamorano.

A mis amigos fuera de Zamorano que nunca dejaron de preocuparse por mi por estar presentes en todo momento, Santy, Esteban, David P., Marco C., Kalinga R.

A mis amigos de Tres Valles por su cariño y preocupación Edgar G., Kelly E., Joaquín, Kata, Paty, Prisca, Santito y todos los que hicieron que mi estadía en la compañía sea agradable.

A los Ing. Miguel Izaguirre, Rodolfo Flores, Beser Midence, Jaime Madero, Prisca y todo el área agrícola de CATV por el apoyo durante la pasantía y la elaboración del presente trabajo. Ángel Guaraca por su colaboración durante la toma de datos.

A mi chela, Analissa Caprotti por siempre confiar en mí y darme su amistad con cariño y sin interés.

A todos mis colegas de la clase Elite 06 y amigos que día a día compartimos muchas cosas durante estos cuatro años.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis padres por financiar mis estudios.

Al Fondo solidario ecuatoriano, por cubrir parte de mis estudios.

A la Compañía Azucarera Tres Valles, por apoyarme física y económicamente durante la elaboración de proyecto.

RESUMEN

Crespo, A. 2006. Efecto de micorrizas benéficas (Mycoral[®]) y cachaza, en el peso de caña y rendimiento neto de azúcar, en la Compañía Azucarera Tres Valles, Proyecto especial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Honduras. 21 p.

En Honduras se siembran 75,853 ha por año de caña de azúcar, con un rendimiento de 74.1 t/ha/año y con una producción de 5,625,450 Mt/año. Honduras representa un 6.37% de la producción en Centro América. Teniendo en cuenta la importancia del cultivo y buscando alternativas para reducir costos e incrementar el rendimiento, como alternativas para la nutrición de la planta, se plantea la opción de utilizar las micorrizas benéficas y cachaza. Las micorrizas favorecen el aumento en la población de la microflora del suelo, mejora el desarrollo radical y foliar en las plantas provocando así una mayor absorción de fósforo, agua y otros nutrientes. La cachaza o torta de filtro es uno de los residuos de la industria de caña de azúcar; es rica en fósforo, calcio y nitrógeno y pobre en potasio; sin embargo por su alto contenido de humedad, genera olores desagradables, se convierte en criadero de moscas y crea combustión espontánea en estado seco, por ello no es totalmente aprovechada y presenta dificultades para su eliminación. El objetivo de este estudio fue evaluar a nivel semi-comercial el efecto de la aplicación de micorrizas benéficas Mycoral[®] y cachaza, en la producción y rendimiento neto de azúcar, en el primer ciclo del cultivo de caña de azúcar. Se establecieron tres tratamientos distribuidos en dos parcelas de 16,632 m² cada una, divididas en bloques completamente al azar, con seis repeticiones y dentro de cada repetición se realizaron tres muestreos. Se utilizó caña de la variedad MEX 69-290. El análisis estadístico fue factorial con medidas repetidas en el tiempo. Como resultados de los análisis de suelos y foliares se encontró que el pH del suelo se encuentra entre 8.06 a 8.17 que es básico, niveles bajos de nitrógeno y fósforo, niveles medios y altos de cobre, hierro, manganeso, zinc, los cuales por efecto del pH no son disponibles, razón por la cual se encontraron deficiencias en el contenido foliar. Los muestreos a partir del séptimo mes reflejaron mayor número de tallos y hojas en el tratamiento con Mycoral[®]. No hubo ($P>0.005$) diferencias en la infección de raíces entre los tratamientos, esto se puede atribuir a la presencia de micorrizas nativas presentes en el suelo. Los análisis bromatológicos demostraron que el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento en azúcar fue Mycoral[®] con 247 lb/t de caña molida, seguido por cachaza con 241.3 lb/t de caña molida y la interacción de Mycoral[®] y cachaza obtuvo 235.4 lb/t de caña molida; el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento en peso fue el tratamiento con Mycoral[®] obteniendo 125.5t/ha, seguido por Mycoral[®] y cachaza con 114.02 t/ha y cachaza con 89 t/ha de caña cosechada.

Palabras clave: CATV, nutrientes, *Saccharum officinarum*.

TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Portadilla.....	ii
Autoría.....	iii
Hoja de Firmas	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos.....	vi
Agradecimiento a patrocinadores	vii
Resumen	viii
Tabla de contenido	ix
Índice de cuadros.....	xi
Índice de figuras	xii
Índice de anexos	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1 Ubicación del ensayo.....	3
2.2 Materiales	3
2.2.1 Variedad	3
2.2.2 Mycoral [®] y Cachaza	3
2.2.3 Fertilización.....	3
2.2.4 Sanidad vegetal.....	3
2.2.5 Análisis de suelos foliares y microbiológicos	4
2.2.6 Análisis de control de calidad.....	4
2.2.7 Cosecha.....	4
2.3 Métodos	4
2.3.1 Caracterización de suelos	4
2.3.1.1 Caracterización morfológica y física de los suelos	4
2.3.1.2 Caracterización química de los suelos.....	4
2.3.2 Análisis foliares	5
2.3.3 Biodisponibilidad de nutrientes.....	5
2.4 Cultivo	5
2.4.1 Preparación del suelo.....	5
2.4.2 Aplicación de Cachaza	5
2.4.3 Aplicación de Mycoral [®]	5
2.4.4 Aplicación de Mycoral [®] con la interacción de cachaza	6

2.4.5	Riego.....	6
2.4.6	Control de malezas	6
2.4.7	Cosecha.....	6
2.5	Variables evaluadas	6
2.5.1	Agronómicas.....	6
2.5.2	Análisis Foliare	7
2.5.3	Infección de raíces.....	7
2.5.4	Producción y rendimiento.....	7
2.5.5	Análisis marginal de costos	7
2.6	Tratamientos	8
2.7	Diseño experimental y Análisis estadístico	8
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
3.1	Caracterización de suelos y análisis foliares	9
3.1.1	Caracterización química	9
3.1.2	Caracterización física y morfológica.....	9
3.1.3	Análisis foliares	12
3.2	Biodisponibilidad de nutrientes.....	12
3.3	Infección micorrítica	12
3.4	Variables agronómicas	13
3.5	Variables de producción y calidad	15
3.6	Análisis marginal de costos	15
4.	CONCLUSIONES	18
5.	RECOMENDACIONES	19
6.	LITERATURA CITADA	20
7.	ANEXOS	22

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Interpretación de análisis de suelos previos al establecimiento del cultivo, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2005.	9
2. Descripción de perfiles pre-siembra, lotes 3 y 6 finca el Higueral, CATV, Honduras 2005.	10
3. Descripción de perfiles después de la cosecha, lotes 3 y 6, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	11
4. Interpretación de análisis foliares, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.	12
5. Biodisponibilidad de nutrientes, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	12
6. Infección micorrízica en las raíces de caña de azúcar, variedad Mex69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	12
7. Efecto de los tratamientos para las variables número de plantas y hojas a los dos meses de siembra del cultivo, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	13
8. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en caña de azúcar variedad MEX 69 290, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.	15
9. Datos de calidad, determinado por las características bromatológicas, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.	15
10. Presupuesto parcial de costos para el cultivo de caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.	16
11. Beneficios netos del cultivo de caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.	16
12. Análisis marginal, costos, beneficio y tasa de retorno, entre tratamientos, Finca el Higueral, 2006.	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Número de canutos por planta a diferentes edades del cultivo de caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.....	13
2. Número de hojas por planta, a diferentes edades del cultivo de caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.....	14
3. Variación de la longitud de la caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.....	14

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos	Página
1. Mapa de Ubicación del ensayo, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.	22
2. Análisis químico de cachaza de la zafra 2004 – 2005, CATV, Honduras, 2005.	23
3. Análisis químico de suelo, de la Finca el Higueral, CATV, Honduras 2005.	23
4. Análisis químicos de suelo para K, Ca y Mg, Finca el Higueral, CATV; Honduras, 2006.	23
5. Descripción de perfiles de cada unidad experimental, lotes 3 y 6 Finca, el Higueral, CATV, Honduras 2006.	24
6. Análisis foliares, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	25
7. Interpretación de análisis foliares por tratamiento, en los lotes 3 y 6, finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.	26
8. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los cinco meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	27
9. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los seis meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	27
10. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los siete meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	28
11. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los ocho meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	28
12. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los nueve meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.	31

1. INTRODUCCIÓN

El azúcar constituye, uno de los componentes más importantes utilizados en la dieta humana. Su importancia se debe al aporte energético a bajo costo, en combinación con su capacidad de endulzar (Suárez y Morín 2006). El mismo Suárez menciona que más del 50% del consumo mundial de azúcar se obtiene de la caña de azúcar, que crece en climas tropicales y subtropicales. El resto procede de la remolacha azucarera, que crece en países templados; es por esta razón que es necesario adoptar una serie de medidas con el fin de aumentar la producción actual.

En Honduras, según la FAOSTAT (2005) se siembran 75,853 ha por año de caña de azúcar, con un rendimiento de 74.1 t/ha/año, y con una producción de 5,625,450 Mt/año. Esto quiere decir que Honduras representa un 6.37% de la producción en Centro América. Uno de los mayores productores de caña de azúcar es Guatemala teniendo rendimientos promedio de 86 t/ha/año, que es mayor al promedio a nivel Centro Americano (CENGICANÑA 2005).

Teniendo en cuenta la importancia del cultivo y buscando alternativas para reducir costos e incrementar el rendimiento, se plantea la opción de utilizar alternativas bioprotectoras como las micorrizas; son hongos benéficos del suelo que en asociación simbiótica con las raíces de las plantas extienden sus micelios en el suelo explorando con mayor intensidad el suelo para extraer micro y macro nutrientes, favoreciendo principalmente la absorción de fósforo y agua, lo que se ve reflejado en el crecimiento de las plantas asociadas (Mayea 1989).

En Honduras existen productos comerciales como Mycoral[®] que es un biofertilizante y bioprotector que favorece el desarrollo de las plantas. Está compuesto por tres géneros de hongos *Glomus* sp., *Acaulospora* sp., y *Enterosphora* sp. (Raddatz 2005)¹. Las micorrizas protegen a las raíces contra algunas enfermedades y además mejora la estructura del suelo al agregar las partículas en torno a la raíz, favorecen en el aumento en la población de la microflora del suelo y un rápido restablecimiento del equilibrio ecológico natural, mejora el desarrollo radical y foliar en las plantas provocando así una mayor absorción de fósforo y otros nutrientes, tolera estrés ante la falta de agua mediante una mejor utilización de la humedad del suelo, (Mukerji *et al.* 2000). El hongo por su parte recibe de la planta azúcares y carbohidratos provenientes de la fotosíntesis (Sieverding 1991)

La cachaza o torta de filtro es uno de los residuo de la industria de caña de azúcar, produciendo de 30 a 50 kg/t de materia prima procesada, lo cual representa entre 3 y 5% de la caña molida (Subba 1983). La cachaza generalmente es rica en fósforo, calcio, nitrógeno y pobre en potasio y magnesio. Los altos contenidos en nitrógeno se deben a la elevada cantidad de materia orgánica que presenta este residuo, los micro

¹ Raddatz E. 2005 Comunicación verbal.

nutrientes contenidos en ella se derivan parcialmente de las partículas que van adheridos a la caña (Zérega 1993).

La cachaza es un residuo muy abundante, que por su composición química y precio relativamente bajo es atractivo frente a otros productos orgánicos como estiércol de animales, humus y compost. Sin embargo, por su alto contenido de humedad, olores desagradables, baja relación peso/volumen, criaderos de moscas y crear combustión espontánea en estado seco al exponerse al sol, genera problemas de almacenamiento, transporte y manejo. Por ello no es totalmente aprovechada y se presentan dificultades para su eliminación (Zérega 1993).

La Compañía Azucarera Tres Valles que tiene un área de producción cerca de cuatro mil doscientas hectáreas con un rendimiento promedio de 74 t/ha/año y que para la zafra 2005-2006 molió 380,347 toneladas de caña y produjo 10,212 toneladas de cachaza, representando el 2.68% de la caña molida (Laboratorio CATV)¹. Con el fin de optimizar sus recursos e incrementar su producción, apoya investigaciones desde hace ya varios años a estudiantes de último año de la EAP². Estudios enfocados en la optimización de la cachaza y la búsqueda de nuevos productos que ayuden a reducir costos en fertilización; como por ejemplo Tahuico (2005) evaluó la respuesta de caña de azúcar a la inoculación de micorrizas vesículo arbusculares (VAM) y Morales (2005) evaluó el efecto de micorrizas en interacción de dos niveles de fertilización y fósforo en la producción de caña de azúcar, estudios como estos han hecho posible la aplicación del presente proyecto.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar a nivel semi-comercial el efecto de la aplicación de micorrizas benéficas Mycoral[®] y cachaza, en la producción y rendimiento neto de azúcar, en el primer ciclo del cultivo de caña de azúcar

Como objetivos específicos se tuvieron.

Evaluar el efecto de la aplicación de micorrizas benéficas (Mycoral[®]).

Evaluar el efecto de la aplicación de micorriza con la interacción de cachaza.

Evaluar el efecto de la aplicación de cachaza.

Evaluar los parámetros de calidad de la caña por tratamiento.

¹ Datos proporcionados por el Laboratorio industrial de CATV, 2006.

² Escuela Agrícola Panamericana "Zamorano"

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en la finca el Higueral de la Compañía Azucarera Tres Valles ubicada en el Departamento de Francisco Morazán a 72 km. de Tegucigalpa, a 600msnm, con una temperatura promedio en esta región entre 26°C, y precipitaciones de 800mm por año.¹ La finca el Higueral se encuentra ubicado en una terraza aluvial del valle de Cantarrana, Municipio San Juan de Flores, la cual está rodeada por el río Choluteca (Anexo1).

2.2 Materiales

2.2.1 Variedad

MEX 69-290; es un material que se desarrolla en alturas mayores a 300 msnm, con buenos rendimientos. Es una de las variedades más cultivadas en la Compañía Azucarera Tres Valles.

2.2.2 Mycoral[®] y Cachaza

Biofertilizante que contiene micorrizas seleccionadas de los géneros *Glomus* sp., *Acaulospora* sp., y *Enterosphora* sp.; con dosis de 830 kg/ha.

Cachaza: es el residuo de la producción de azúcar se usa a una dosis de 25 toneladas por hectárea (Anexo 2).

2.2.3 Fertilización

La fertilización convencional que CATV utiliza son, 124 kg/N/ha, los fertilizantes más utilizados en la empresa son el Sulfato de Amonio y Nitrato de Amonio. En el ensayo sólo se aplicó Nitrato de Amonio, el cual fue fraccionado en cuatro dosis, dos de 81.6 kg/ha, y dos de 54.4 kg/ha, aplicados al momento de la siembra, a los tres, cinco y siete meses. Las aplicaciones se hicieron vía fertirriego.

2.2.4 Sanidad vegetal

Para el control de malezas en el cultivo, se utilizó el programa sanitario establecido por la Compañía Azucarera Tres Valles.

Igran[®], (i.a Terbutrina), 2 litros por manzana para control de hoja ancha en 200 litros de agua.

Prowl[®], (i.a Pendimetalina), 2 litros por manzana para control de gramíneas en 200 litros de agua.

¹ Datos proporcionados el área agrícola de CATV, 2006.

2-4 D, 0.7 litros por manzana para control de hoja ancha en 200 litros de agua. Se hicieron dos aplicaciones durante el ciclo del cultivo.

2.2.5 Análisis de suelos foliares y microbiológicos

Los análisis químicos de suelo y análisis foliares se realizaron en el laboratorio de suelos de la EAP y el porcentaje de infección de micorrizas en las raíces de la caña de azúcar se realizaron en el laboratorio de biotecnología de la EAP¹.

2.2.6 Análisis de control de calidad

Se realizó en el laboratorio de CATV² los análisis bromatológicos de la caña cortada que entró al proceso de molienda, ésta fue pre-analizada para determinar la calidad y el rendimiento de azúcar. Se utilizó el método ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis). El cual es utilizado para determinar color en el espectrofotómetro, Brix en el refractómetro, Pol en un polarímetro, azúcares reductores con el método de Lane & Eynon y titulación (ICUMSA 2005).

2.2.7 Cosecha

Para la cosecha se utilizó dos cuadrillas de seis personas, un alzador tipo araña y camiones que trasladaron la caña del campo hacia fábrica.

2.3 Métodos

2.3.1 Caracterización de suelos

2.3.1.1 Caracterización morfológica y física de los suelos

Se hicieron perforaciones con un barreno regular de suelos, en cuadrícula de 200 x 200 metros para identificar variación del suelo, el objetivo de realizar las barrenaciones fue asegurar que la distribución de los tratamientos fuera uniforme referente al tipo de suelo.

Con base en los resultados de las barrenaciones y para conocer las propiedades físicas y morfológicas de los suelos, se hicieron tres calicatas antes de instalar el experimento, en las que se tomaron muestras de los primeros dos horizontes para analizar su composición química, después de la cosecha se realizaron cuatro calicatas a profundidades promedio de 80 cm y 20 mini calicatas con profundidades promedio de 50 cm, para determinar: profundidad, color, textura, estructura, porosidad, resistencia a la penetración, raíces y límites.

2.3.1.2 Caracterización química de los suelos

De las calicatas se tomaron muestras de los primeros dos horizontes para analizar su composición química al inicio del experimento en el laboratorio de suelos de la EAP. Las características analizadas en cada horizonte fueron, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso, zinc, azufre y boro. Los métodos utilizados fueron: reacción del suelo (pH), método 1:1, suelo-agua, materia orgánica por Walkley and Black, nitrógeno se estimó como el 5% de la materia orgánica; calcio, magnesio, potasio, cobre, hierro y manganeso fueron extraídos por la

¹ Escuela Agrícola Panamericana

² Compañía Azucarera Tres Valles

solución Melich 3 y determinados por absorción atómica, el fósforo fue extraído con Melich 3 y determinado por colorimetría.

2.3.2 Análisis foliares

Al quinto mes de establecido el cultivo se tomó una muestra compuesta de cuatro hojas de cada tratamiento, según recomendación de la Unidad de Suelos de Zamorano. Se tomó la tercera o cuarta hoja a partir del crecimiento apical (la hoja más joven adulta) en la cual se determinó: nitrógeno, potasio, magnesio, calcio, cobre, hierro, manganeso y zinc mediante el método de digestión húmeda con H_2SO_4 y H_2O_2 y determinación por absorción atómica, el fósforo se midió por colorimetría en el laboratorio de suelos de la EAP³.

2.3.3 Biodisponibilidad de nutrientes

Con los análisis de suelos y foliares se comparó el nivel de cada uno de los nutrientes tanto en el suelo como en la planta, con lo cual se determinó la biodisponibilidad de los elementos en el cultivo, por el método descrito por Arévalo (2006).

2.4 Cultivo

El experimento se estableció en dos parcelas dentro de la finca el Higueral en los lotes 2 y 6, cada parcela midió 1.66 ha siendo estas consideradas a nivel semi-comercial. Las prácticas culturales como son sanidad, fertilización y riego fueron realizadas de igual manera como en el cultivo comercial por el área agrícola de CATV².

2.4.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó con un pase de arado de disco, rastra pesada y posteriormente un pase de rastra pulidora. Se marcó el terreno con una cultivadora para formar los surcos a hileras dobles distanciadas a 1.20 m entre surco.¹

2.4.2 Aplicación de Cachaza

Se utilizó cachaza descompuesta procedente de la zafra 2004 – 2005 de CATV¹. Con base en estudios realizados en años pasados (Morales 2005 y Tahuico 2005) se aplicó 25 t/ha de cachaza descompuesta, a razón de 3 kilogramos de cachaza por metro de caña sembrada. La aplicación de cachaza se realizó al fondo del surco antes de la siembra, seguido por la semilla de caña.

Los análisis de la cachaza de la zafra 2004 – 2005 demostraron que tiene altos contenidos de nitrógeno, fósforo calcio y pobre en magnesio y potasio (Anexo 2).

2.4.3 Aplicación de Mycoral[®]

Se aplicó Mycoral[®] en el fondo del surco, a razón de 100 gramos por metro de surco de siembra, sobre este se colocó la semilla de caña para asegurar la infección de las raíces al momento de su emergencia. Seis semanas después de la siembra se fertilizó en forma tradicional.

¹ Datos proporcionados por el área agrícola de CATV, 2006.

² Compañía Azucarera Tres Valles

³ Escuela Agrícola Panamericana

2.4.4 Aplicación de Mycoral® con la interacción de cachaza

Se aplicó cachaza descompuesta a razón de 3 kg por metro, sobre este colchón de 3 cm de grosor de cachaza se sembró la semilla de caña y se aplicó Mycoral® a razón de 100 g por metro de surco de siembra.

2.4.5 Riego

El sistema de riego utilizado en la finca el Higueral es por goteo, el agua proviene del río Choluteca. Durante la época de verano, se regó cada 3 días con aplicaciones de 1.5 mm/h, cada turno, con una duración de 6 horas y una lámina de riego de 9 mm/día. El total de riego fue de 810 mm durante el período seco. La precipitación mínima fue de 2.8 mm y la máxima de 13.7 mm para los meses de verano (noviembre a junio del 2005-2006).¹

2.4.6 Control de malezas

Para el control de malezas en el cultivo se utilizó el programa sanitario establecido por CATV. Para malezas de hojas ancha se utilizó Igran® 2.85 L/ha y 2-4 D a razón de 1.0 L/ha y para el control de gramíneas se aplicó Prowl® a razón de 2.85 L/ha, estos herbicidas fueron aplicados a los 2 meses después de la siembra con bombas de mochila.²

2.4.7 Cosecha

La caña de azúcar posee un periodo vegetativo muy variable, cuya duración depende básicamente de las características del material genético utilizado, y también de la influencia que el clima ejerce en este proceso biológico (Chávez 1999). El mismo Chávez señala que altitudes menores a 1000 msnm la caña de azúcar puede ser cosechada a partir de los nueve a catorce meses.

La cosecha del ensayo se realizó a los nueve meses después de la siembra, el corte se realizó manualmente con tres cuadrillas de ocho personas, la caña no fue quemada para no perder calidad y evitar error experimental en esta variable, razón por la cual el corte de todos los tratamientos tardó cinco días. El alce y el traslado de la caña cortada hacia el Ingenio se realizó mecánicamente con alzadoras tipo arañas y caminos.

2.5 Variables evaluadas

2.5.1 Agronómicas

Los muestreos se realizaron al segundo, quinto, sexto, séptimo y noveno mes de establecido el cultivo. Al segundo mes se contó el número de hojas, número de plantas y número de hojas por planta, a partir del quinto hasta el noveno mes se contó número de tallos, número de hojas, diámetro y longitud del entrenudos inferior, medio y superior además la longitud total, todo esto por cada planta muestreada. En cada muestreo se evaluaron los brotes en dos metros con tres estaciones dentro de cada unidad experimental.

¹ Midense B. 2006 comunicación verbal, CATV, 2006.

² Datos proporcionados por el área agrícola de CATV, 2006.

2.5.2 Análisis Foliare

Se realizaron análisis foliares para determinar la absorción de nutrientes por parte de la planta e identificar las deficiencias presentes en el cultivo. A partir de los análisis de suelos y foliares, se determinó la biodisponibilidad de nutrientes para determinar la capacidad de extracción por parte de la planta.

2.5.3 Infección de raíces

Se extrajo una muestra al azar por unidad experimental resultando en un total de seis muestras por tratamiento, el muestreo fue destructivo, debido a que se eliminaron plantas completas para extraer las macollas con raíces, teniendo cuidado de no dañar las raíces más finas las cuales son utilizadas para realizar la prueba.

Se realizó el muestreo en todas las parcelas y cada una de estas muestras se analizó por separado. Con este muestreo se definió el porcentaje de infección de raíces, el cual se determinó por el método de tinción de raíces utilizando Azul de triptano el cual tiñe las vesículas y arbusculos resaltando las estructuras somáticas características de las micorrizas.⁴

2.5.4 Producción y rendimiento

Se cosechó al noveno mes de establecido el cultivo, se cortó el 20.5% de caña de cada tratamiento, el promedio de cada unidad experimental cortada fue de 380 m² y el área total de cada unidad experimental fue de 1850 m².

Las cañas se cortaron a nivel de suelo eliminando las hojas y el cogollo, de cada unidad experimental se sacaron muestras que fueron llevadas al laboratorio de control de calidad de CATV, donde se midieron: humedad, fibra, Brix, Pol, pureza, azúcares reductores (expresados en porcentaje) y azúcar por tonelada de caña de azúcar cosechada. Se siguió la metodología descrita en el manual de procedimientos del laboratorio de Control de Calidad de CATV⁵.

2.5.5 Análisis marginal de costos

Los tratamientos fueron manejados de la misma manera, en cuanto a preparación de suelos para siembra, control de plagas, malezas, enfermedades, fertilización y cosecha, Los costos variables se tomaron del costo de la micorriza y la cachaza, incluyendo el costo de transporte de cada tratamiento, más la mano de obra adicional ocupada para cada aplicación.

Los beneficios netos se calculan al multiplicar el rendimiento en peso de caña cosechada por el rendimiento de azúcar (lb/t) y por el precio de azúcar (\$ 0.22 por libra), de cada tratamiento. Se tomó en cuenta el cultivo comercial con los rendimientos promedios del peso de caña y tonelaje de azúcar de la finca el Higueral, para comparar el beneficio de los tratamientos con el comercial. La tasa de retorno marginal (TRM) resulta de la división de los beneficios netos marginales entre los costos variables marginales.

⁴ Laboratorio de Biotecnología aplicada, EAP, Honduras, 2006.

⁵ Compañía Azucarera Tres Valles

2.6 Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron.

T-1 Mycoral[®]

T-2 Cachaza

T-3 Mycoral[®] + Cachaza

2.7 Diseño experimental y Análisis estadístico

Los tratamientos se distribuyeron en dos parcelas, con bloques completamente al azar (BCA), cada tratamiento con seis repeticiones y dentro de cada repetición se realizaron tres muestreos (Anexo 1).

Se realizó un análisis estadístico a las variables agronómicas y las variables de calidad, para saber si se encuentran diferencias entre tratamientos. No se realizó análisis estadístico para la variable rendimiento por los pocos grados de libertad existentes en esta variable.

Para el análisis estadístico se utilizó un factorial con medidas repetidas en el tiempo para analizar los cinco muestreos que se realizaron durante el ciclo del cultivo hasta cosecha, se determinaron las medias de los tratamientos con la prueba SNK y ajustado con Tukey, el modelo lineal GLM.

Se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®]), con el cual se realizó una separación de medias por factores y tratamientos, para diferencias significativas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de suelos y análisis foliares

3.1.1 Caracterización química

En los análisis de suelos se observó que el pH se encuentra ligeramente básico lo cual afecta la disponibilidad de los nutrientes; los niveles de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, azufre, magnesio, hierro y boro se encuentran bajos con base en los rangos medios requeridos por el cultivo; el potasio, cobre, calcio, manganeso y zinc se encuentran con niveles óptimos para el cultivo (Cuadro 1 y Anexo 3 y 4).

Cuadro 1. Interpretación de análisis de suelos previos al establecimiento del cultivo, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2005.

Lote	pH	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
1	A	B	B	B	O	A	B	B	O	B	A	A	B
2	A	B	B	B	O	A	B	B	O	B	A	A	B

Leyenda: A = alto, B = bajo, O = óptimo

M.O: Materia orgánica

Una de las grandes limitantes para el desarrollo óptimo y la asociación de las micorrizas son los nivel altos de fósforo presente en el suelo, debido a que inhiben el funcionamiento adecuado de la micorrizas, evitando la expresión de los beneficios que atrae las micorrizas con su acción en el suelo y la planta (Sieverding 1991).

Los niveles de fósforo en este suelo se encontraron bajos, lo que indica que no hubo limitante por exceso de fósforo en el desarrollo y adaptación de la micorriza presentes en las parcelas

3.1.2 Caracterización física y morfológica

Las texturas predominantes son francas, estas se encuentran en un 80% del área y en ciertas partes se encontró arenas y gravas que fueron depositadas por el río Choluteca en 1998 durante el huracán Mitch¹. En el área del proyecto se encontró homogeneidad de los horizontes en textura, profundidad, color y estructura (Cuadro 2).

En las calicatas descritas se encontró homogeneidad en textura, profundidad, color y estructura, pero se observó diferencia en la resistencia a la penetración después de la cosecha, esto puede ser por los pases de maquinaria como son alzadora y camiones, durante la cosecha (Cuadro 3 y Anexo 5).

¹ Rivera P. Comunicación verbal, CATV 2006.

Cuadro 2. Descripción de perfiles pre-siembra, lotes 3 y 6 finca el Higueral, CATV, Honduras 2005.

Lote	Unidad de mapeo	Horizonte	Prof ^{ns} . (cm)	Color	Textura	Estructura			Poros			Raíces		Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
						Tipo	Grado	Clase	Tamaño	Forma	Cantidad	Tamaño	Cantidad	
1	M	Ap	0-26	7,5YR 2,5/2	FA	ba	d	m	g/f	t	p	tt	f	1.6
		Ap2	26-49	7,5YR 3/3	FA	ba	f	m/g	f	t	p	f	p	1.3
		Ab	49-70x	7,5YR 2,5/3	F	bsa	m	m/g	g	t	f	f	p	2.6
2	g/M M	Ap	0-13	10YR 3/4	A g	-	-	-	g	t	m	tt	m	0
		Ap2	13-35	10YR 3/3	FA f	ba	m	m	g	v	m	f	p	1
		Ap3	35-60	10YR 3/3	FA	ba	m	m	m	v	m	f	p	1.2
		Ab	60-75x	7,5YR 3/3	F	bsa	f	m	f	t	p	f	p	1.38
3	M	Ap	0-32	10YR 3/3	FA f	bsa	d	g	m	t	f	f/m	f	1.4
		Ap2	32-51	10YR 2/2	FA	bsa	d	g/m	m	t	f	p	f	1.5
		Ab	51-76x	10YR 3/3	FA	bsa	m	g/m	g	t	f	f/m	f	1.5
4	M	Ap	0-40	10YR 3/2	FA f	bsa	d	m	f	t	m	f/g	f	1.2
		Ap2	40-85	10YR 3/3	FA	bsa	m	m/g	m/g	t	m	m/g	m	1.4
		Ab	85x	10YR 3/4	F	bsa	m	m/g	g	t	a	f	p	0

Unidad de mapeo: M: Familia textural franca (Texturas francas, arenas francas, franco arenosa, franco limosa), F-: Texturas finas (franco arcillo limoso, franco arcillo arenoso), G: Gravas finas y gruesas. **Texturas:** F: franco, A: arena, AF: arena franca, FAg: franco arenoso grueso, FAm: franco arenoso medio, FAF: franco arenoso fino. **Estructura:** 1) Tipo:ba: bloques angulares, bsa: bloques subangulares, 2) Grado: d: débil, f: fuerte, m: moderado 3) Clase: m: medianos, g: gruesos, **Poros:** 1) Tamaño: f: finos, g: gruesos, m: medianos. 2) Forma: v: vesicular, t: tubular. 3) Cantidad: p: pocos, m: muchos, f: frecuentes, a: ausentes. **Raíces:** 1) Tamaño: f: finas, m: medias, g: gruesas, tt: todos tamaños. 2) Cantidad: m: muchas, p: pocas, f: frecuentes, a: ausentes.

^{ns}Profundidad, -: no determinado, /: determina profundidades de 0 a 30 cm, y de 60 a 90 cm; ___: determina profundidades de 30 a 60x

Cuadro 3. Descripción de perfiles después de la cosecha, lotes 3 y 6, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

TRT	Unidad de mapeo	H. ^ε	Prof. ^η (cm)	Color	Textura	Estructura			Poros			Raíces		Resistencia a la penetración (kg/cm)
						Tipo	Grado	Clase	Tamaño	Forma	Cantidad	Tamaño	Cantidad	
Mycoral® + Cachaza	M/G M	Ap	0-28	10YR 3/3	FA	bsa	m	md/g	f/mf	v	f	f	f	2.25
		C	28-42	10YR 4/3	AF	bsa	d	f/m	f/mf	r	a	g/m	p	1.75
		Ab	42-74	7,5YR 2,5/2	F	bsa	m	g/mg	g/m	t	p	f/mf	p	2.5
Cachaza	M G	Ap	0-15	10YR3/3	FA f	bsa	c	m	f/m	t	f	f/m	m	1.5
		Ab	15-50	10YR3/3	F	bsa	m	g	f	v	f	m	f	2.75
		Ap 2	50-80	10YR3/3	FA	bsa	m	g/mg	f	t/r	f	m	f	1.5
		C	80-100x	10YR4/3	AF	bsa	g	m	f	r	m	f/m	p	1
Mycora®	M	Ap	0-19	7,5YR3/4	FA	bsa	m	mf	f/m	t	f	g	a	1
		Ap 2	19-38	7,5YR4/3	FA	bsa	m	g	m	t	f	m	f	1.5
		Ab	38-60	10YR3/3	F	bsa	m	g/mg	tt	t	f	g	f	2.5
		Ab 2	60-70x	10YR3/3	F	bsa	m	g/mg	tt	t	a	f	f	1.5

Unidad de mapeo: M: Familia textural franca (Texturas francas, arenas francas, franco arenosa, franco limosa), F-: Texturas finas (franco arcillo limoso, franco arcillo arenoso), G: Gravas finas y gruesas. **Texturas:** F: franco, A: arena, AF: arena franca, FAg: franco arenoso grueso, FAm: franco arenoso medio, FAf: franco arenoso fino. **Estructura:** 1) Tipo:ba: bloques angulares, bsa: bloques subangulares, 2) Grado: d: débil, f: fuerte, m: moderado 3) Clase: m: medianos, g: gruesos, mg. **Poros:** 1) Tamaño: f: finos, g: gruesos, m: medianos. 2) Forma: v: vesicular, t: tubular, r: reticular. 3) Cantidad: p: pocos, m: muchos, f: frecuentes, a: ausentes. **Raíces:** 1) Tamaño: f: finas, m: medias, g: gruesas, tt: todos tamaños. 2) Cantidad: m: muchas, p: pocas, f: frecuentes, a: ausentes.

^η Profundidad, -: no determinado, /: determina profundidades de 0 a 30 cm y de 60 a 90 cm ____: determina profundidades de 30 a 60x

^ε Horizonte

3.1.3 Análisis foliares

La concentración de macro nutrientes en la hoja indica niveles bajos de nitrógeno, fósforo y zinc en todos los tratamientos, además los micro nutrientes se encuentran en cantidades bajas y óptimas en la hoja (Cuadro 4 y Anexo 6, 7).

Cuadro 4. Interpretación de análisis foliares, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Cachaza	B	B	A	O	B-O	B	B	O	B
Mycoral [®]	B	B	A	O	B	B-O	B-O	O	B
Mycoral [®] + Cachaza	B	B	A	O	O	B-O	B	B-O	B

Leyenda: A = alto, B = bajo, O = óptimo

3.2 Biodisponibilidad de nutrientes

La deficiencia de nitrógeno y fósforo fue evidente en todos los tratamientos, además el zinc y hierro se encontraron en niveles bajos en todos los tratamientos, sin embargo el potasio se encontraba en niveles óptimos en el suelo el cual fue absorbido de una manera eficiente por la planta, la cual demostró niveles altos de potasio en las hojas. Se observó un efecto positivo en la absorción de cobre y magnesio en los tratamientos con Mycoral[®], lo cual pudo ser por la ayuda de las micorrizas benéficas presentes en la planta (Cuadro 5).

Cuadro 5. Biodisponibilidad de nutrientes, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

Tratamientos	Deficiencia	Biodisponibilidad		
		Bajo	Adecuado	Alto
Cachaza	N, P	Fe, Cu, Zn, Mg	Ca, Mn	K
Mycoral [®]	N, P	Fe, Zn, Mg	Ca, Cu, Mn	K
Mycoral [®] + Cachaza	N, P	Fe, Cu, Zn	Ca, Mn, Mg	K

3.3 Infección micorrítica

El análisis estadístico sobre la infección de raíces en los tratamientos por parte de las micorrizas no presentó diferencias significativas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Infección micorrítica en las raíces de caña de azúcar, variedad Mex69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

Tratamiento	Infección de micorrizas
	%
Mycoral [®]	43.58a ^ψ
Cachaza	31.68a
Mycoral [®] + Cachaza	54.08a
CV	58.6

^ψ Letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes a $\alpha \leq 0.05$ según la prueba SNK y ajustado con Tukey.

CV = coeficiente de variación

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas se pueden observar que los tratamientos sin micorrizas presentaron infección en las raíces, aunque en menor cantidad que los otros tratamientos, esto se puede atribuir a la presencia de micorrizas nativas en estos suelos.

3.4 Variables agronómicas

El análisis estadístico del primer muestreo a los dos meses de siembra de la caña, reveló que no hay diferencia estadística entre el número de plantas, más sin embargo si se encuentra diferencias entre tratamientos con la variable número de hojas, la cual demuestra que Mycoral[®] + cachaza tiene menos área foliar que los otros dos tratamientos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos para las variables número de plantas y hojas a los dos meses de siembra del cultivo, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

Tratamiento	No. Plantas	No. Hojas
Mycoral [®]	22a ^ψ	124.05a
Cachaza	22a	124.23a
Mycoral [®] + Cachaza	21a	114.55b
CV	26	27

^ψ Letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes a $\alpha \leq 0.05$ según la prueba SNK y ajustado con Tukey.

CV = coeficiente de variación

Con el análisis estadístico se observó que hasta el sexto mes no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos (Figura 1 y Anexo 8). En el séptimo mes se encontró diferencia estadística siendo el tratamiento con Mycoral[®] superior a los otros dos tratamientos en las variables número de canutos y número de hojas por planta (Figura 1, 2 y Anexo 9).

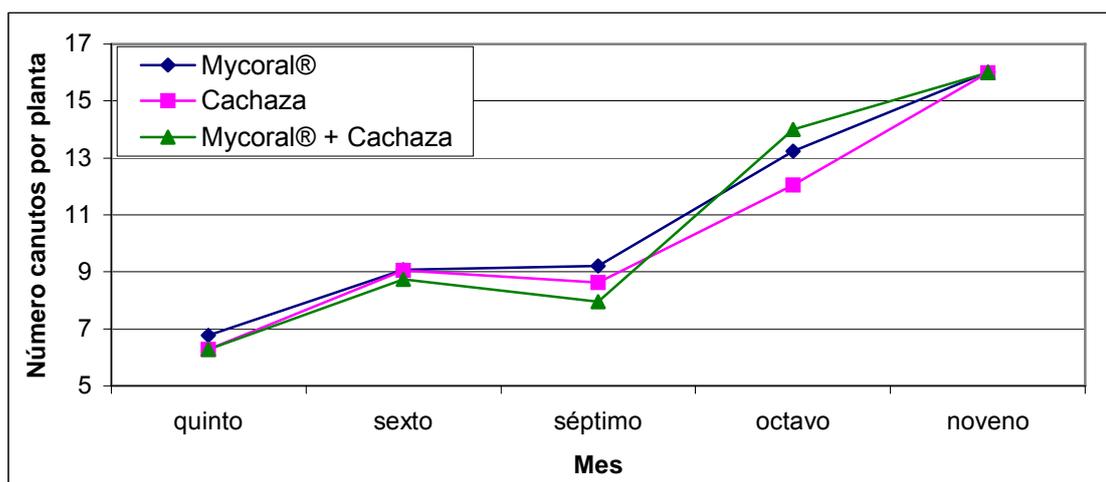


Figura 1. Número de canutos por planta a diferentes edades del cultivo de caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.

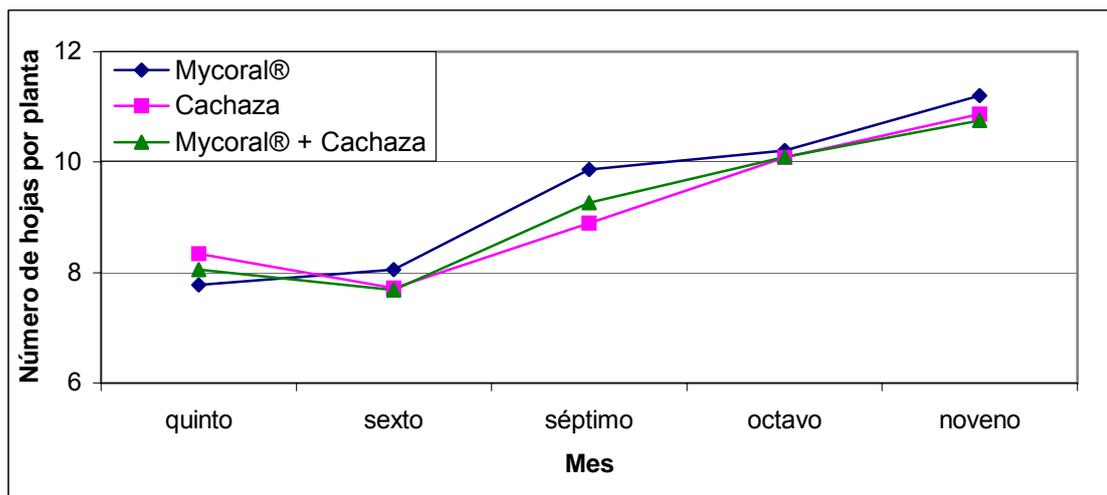


Figura 2. Número de hojas por planta, a diferentes edades del cultivo de caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.

Los análisis estadísticos demuestran que los tratamientos no son estadísticamente diferentes para las variables diámetro y longitud de entrenudos (Anexo 8, 9, 11 y 12).

En la variable longitud total del tallo se observó que al séptimo mes (Figura 2), el tratamiento con Mycoral® fue superior a los otros tratamientos, esto se puede comparar con el mismo efecto en las otras variables medidas. Al octavo y noveno mes no se encontró diferencia estadística en la variable longitud total de tallos, entre los tratamientos, esto se atribuye al potencial genético de la planta, el cual define el desarrollo máximo durante sus etapas de crecimiento.

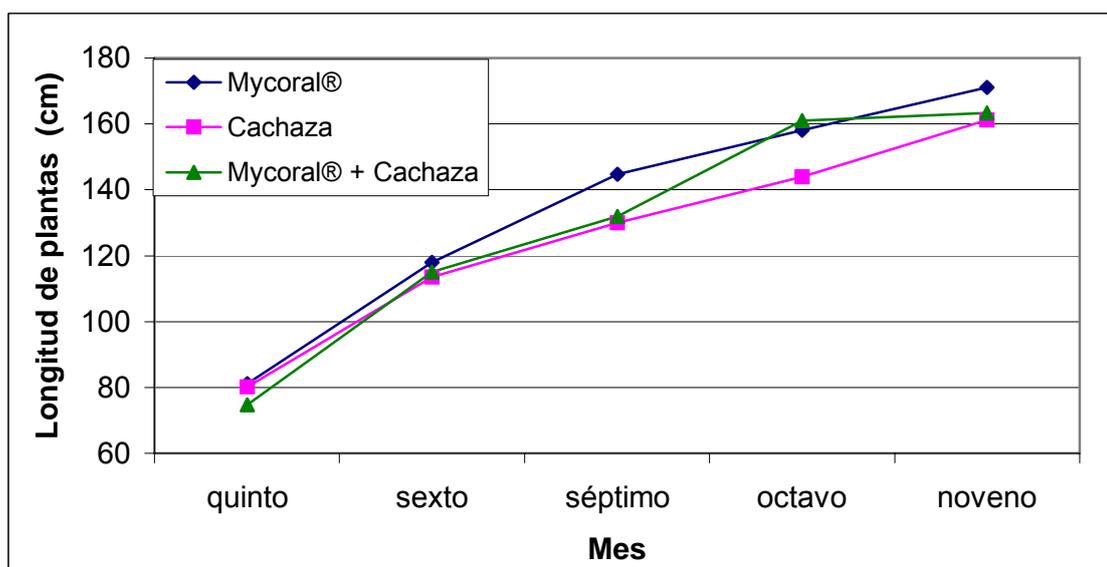


Figura 3. Variación de la longitud de la caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.

3.5 Variables de producción y calidad

El tratamiento que obtuvo mayor rendimiento en peso por área cosechada fue el tratamiento con Mycoral[®] obteniendo 125.5t/ha. El tratamiento de cachaza con la interacción de micorrizas obtuvo 114.2 t/ha, siendo superior al tratamiento que solo se aplicó cachaza. El tratamiento con cachaza obtuvo menor peso que los otros pero se mantuvo dentro del rango normal en tonelaje de la producción promedio (Cuadro 8). En la finca el Higueral el rendimiento promedio para el año 2006 fue de 86t/ha¹.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en caña de azúcar variedad MEX 69 290, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.

Tratamientos	t/ha ^Ω
Mycoral [®]	125.2
Cachaza	89.4
Mycoral [®] + Cachaza	114.2

^Ω No se realizó análisis estadístico

El análisis estadístico para las variables de calidad no reveló diferencias entre los tratamientos. Al usar cachaza hay menor pureza y menos libras de azúcar por tonelada de caña verde. La mejor conversión de libras de azúcar por tonelada de caña verde la dio la micorriza (Cuadro 9).

Cuadro 9. Datos de calidad, determinado por las características bromatológicas, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.

Tratamientos	%				Pureza	Azúcar lb/t caña	Azúcares reductores
	Humedad	Fibra	Brix	Pol			
Mycoral [®]	75.7a ^Ψ	10.7a	14.7a	12.3a	83.6a	247.0a	1.0b
Cachaza	75.7a	10.1a	14.5a	12.1a	82.8a	241.3a	1.0b
Mycoral [®] + Cachaza	76.1a	10.4a	14.3a	11.8a	82.4a	235.4b	1.1a

^Ψ Letras iguales en la misma columna son estadísticamente diferentes a $\alpha \leq 0.05$ según la prueba SNK y ajustado con Tukey.

3.6 Análisis marginal de costos

Para presentar un criterio de cuál alternativa es mejor para el manejo comercial del cultivo, se realizó un análisis de costos, diferenciando entre cada tratamiento por actividad y materiales utilizados, así como el manejo ejercido (Cuadro 10).

El presupuesto parcial refleja que el tratamiento con los mas bajos costos fue el de cachaza con \$ 878 por hectárea, seguido por el tratamiento de Mycoral[®] con \$ 1,341 por hectárea y el tratamiento más costoso para su implementación fue el tratamiento de Mycoral[®] con la interacción de cachaza siendo este \$ 1,446 por hectárea de caña para producción.

¹ Datos proporcionados por el área agrícola de CATV, 2006.

Cuadro 10. Presupuesto parcial de costos para el cultivo de caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.

Insumo por tratamiento	Mycoral [®]	Cachaza	Mycoral [®] +Cachaza
	US \$/ha	US \$/ha	US \$/ha
Materiales	485	0	485
Arado	53	53	53
Rastra 1	32	32	32
Rastra 2	30	30	30
Rastra 3	30	30	30
Siembra			
Transporte	22	44	66
Mano de obra siembra	252	252	252
Mano de obra aplicación	61	61	122
Fertilización	32	32	32
Control químico	11	11	11
Cosecha			
Transporte	73	73	73
Mano de obra	260	260	260
Total	1,341	878	1,446

^aEl valor de la cachaza solo es tomado del costo del transporte.

Tasa de cambio \$ 1 = 19 L

Todos los tratamientos obtuvieron un mayor beneficio neto sobre el cultivo comercial; siendo el tratamiento de Mycoral[®] mayor a los otros tratamientos con 6,766 \$/ha (Cuadro 11), seguido por el tratamiento de Mycoral[®] con la interacción de cachaza y cachaza sola, obteniendo 5,915 \$/ha y 4,749 respectivamente.

Cuadro 11. Beneficios netos del cultivo de caña de azúcar, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.

Tratamientos	Rendimiento	Azúcar	Azúcar	Beneficio neto
	t/ha	lb/t	lb/ha	\$/ha
Mycoral [®]	125	246	30,753	6,766
Cachaza	89	241	21,584	4,749
Mycoral [®] + Cachaza	114	235	26,884	5,915
Comercial	86	230	19,808	4,358

El análisis marginal de costos sirve para determinar cual de los tratamientos es mejor en relación beneficio costo (Cuadro 12). La tasa de retorno marginal (TRM) fue de 387% al pasar de cultivo comercial a utilizar cachaza, la pasar de utilizar cachaza a Mycoral[®] el beneficio neto fue de 432% y utilizar Mycoral[®] a utilizar Mycoral[®] con la interacción de cachaza se obtuvo valores negativos, lo cual determina que el tratamiento Mycoral[®] más cachaza fue dominado (Cuadro 12), esto quiere decir que los rendimientos obtenidos no cubren los costos de utilizar micorrizas y cachaza juntos.

Cuadro 12. Análisis marginal, costos, beneficio y tasa de retorno, entre tratamientos, Finca el Higueral, 2006.

Tratamiento	Costo Variable	Costo Marginal	Beneficio neto	Beneficio neto Marginal	Tasa de retorno
	US \$/ha	US \$/ha	US \$/ha	US \$/ha	%
Comercial	0		4358		
Cachaza	101.15	101.15	4749	391	387
Mycoral [®]	568.15	467.00	6766	2017	432
Mycoral [®] + Cachaza	673.3	105.15	5915		Dominado ^β

^β Dominado quiere decir que la producción no compensa el costo del tratamiento.

Con la TRM⁶ se concluye que al invertir \$ 1 en implementar una de estas tecnologías, se recupera el dólar invertido y se gana además \$ 3.87 cuando se utiliza cachaza y con la utilización de Mycoral[®] se gana \$ 4.32, tomando en cuenta que el análisis es realizado para el primer ciclo del cultivo (Cuadro 12).

⁶ Tasa de Retorno Marginal

4. CONCLUSIONES

El tratamiento con Mycoral[®] obtuvo mayor rendimiento en peso de caña por área cosechada.

El tratamiento Mycoral[®] más cachaza obtuvo mayor infección micorrítica, pero no se vio reflejado en los rendimientos obtenidos.

La cachaza obtuvo menor rendimiento en comparación con los otros tratamientos.

El mejor tratamiento en producción de azúcar fue el tratamiento con Mycoral[®].

5. RECOMENDACIONES

Elaborar un análisis marginal, con un análisis incremental a cinco años del cultivo, para determinar cual tratamiento es el mejor en relación beneficio-costos.

Combinar Mycoral[®] y cachaza no es recomendable debido a que la micorriza no demuestra su potencial al tener condiciones favorables.

Dar seguimiento a las tesis realizadas en años anteriores y a este estudio para evaluar los factores de producción y rendimientos a través del tiempo.

6. LITERATURA CITADA

Arévalo, G.; Gauggel, C. 2006. Manual de laboratorio de nutrición y conservación de suelos. Honduras. 30p

CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar). 2005. Informe Anual 2004-2005. Guatemala. 102p.

Chávez, M. 1999. Nutrición y Fertilización de caña de azúcar en Costa Rica. Reporte anual. Resumen 24. Costa Rica, 124p.

FAOSTAT. 2005. Base de datos estadísticos. En línea. Consultado 12 Julio 2006. (en línea). Disponible en: <http://faostat.fao.org/default.aspx>

ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis). 2005. En línea. Consultado 12 Septiembre 2006. (en línea). Disponible en: <http://www.icumsa.org/>

Mukerji, K.; Chamola, B.; Singh, J. 2000. Mycorrhizal Biology. Ditorial Plenum Oublishers. New York. 336p.

Mayea S.S.; 1989: Microbiología Agrícola. Editorial Pueblo y Educación. La Habana-Cuba. 157p.

Morales, C. 2005. Evaluación del efecto de micorrizas en interacción de dos niveles de fertilización y fósforo en la producción de caña de azúcar. Honduras. 38p.

Sieverding, E. 1991. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in tropical Agrosystems. Federal Republic of Germany. 371p.

Suárez, R.; Morín, R. 2006. Caña de Azúcar y sostenibilidad. Enfoque y experiencias cubanas. Consultado 21 Septiembre. 2006. (en línea). Disponible en: www.laneta.apc.org/desal/spip/IMG/pdf/MORIN---Cana_de_azucar.pdf

Subba, M. 1983. La cachaza. Monografía del grupo de Países Latinoamericanos y del Caribe exportadores de azúcar GEPLACEA. 22 p.

Tahuico, J. 2005. Evaluación de la respuesta de caña de azúcar a la inoculación de micorrizas arbusculares (VAM) en la Compañía Azucarera Tres Valles. Honduras. 36p

Zérega, L. 1993. Manejo y uso agronómico de la cachaza en suelos cañameleros. Consultado: 27 Oct. 2005. (en línea). Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/cana/cana1102/texto/manejo.htm>

7. ANEXOS

Anexo1. Mapa de Ubicación del ensayo, Finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.



Anexo 2. Análisis químico de cachaza de la zafra 2004 – 2005, CATV, Honduras, 2005.

%				
N	P	K	Ca	Mg
1.64	1.49	0.58	2.49	0.18

Tahuico, (2005)

Anexo 3. Análisis químico de suelo, de la Finca el Higueral, CATV, Honduras 2005.

Muestra	(H ₂ O)	M.O	N total	P	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	pH	%	%	ppm (Extractable)						
Lote 1	8.17	0.73	0.04	18	12	2	146	140	8.1	0.01
Lote 2	8.1	0.39	0.02	8	14	2	96	140	7.9	0.2
Rango		2	0.2	13	20	1.7	56	28	1.7	0.5
Medio		4	0.5	30	80	3.4	112	112	3.4	8

M.O: Materia Orgánica

Anexo 4. Análisis químicos de suelo para K, Ca y Mg, Finca el Higueral, CATV; Honduras, 2006.

Tratamientos	cmol _c /kg ⁻¹				% saturación		
	K	Ca	Mg	CICE	K	Ca	Mg
Lote 1	0.43	15.90	1.58	17.91	2.37669	89	8.84
Lote 2	0.65	13.25	1.67	15.57	4.18348	85	10.7
Interpretación de bases					3 - 5	50 - 75	13 - 20

CICE: Capacidad de intercambio catiónico efectiva, por suma de bases.

Anexo 5. Descripción de perfiles de cada unidad experimental, lotes 3 y 6 Finca, el Higueral, CATV, Honduras 2006.

TRT	Lote	Unidad de mapeo	Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	Estructura			Poros			Raíces	
						Tipo	Grado	Clase	Tamaño	Forma	Cantidad	Tamaño	Cantidad
Mycoral®	6	M	Ap	0-22	FA	bsa	f,m	m/g	tt	t	m	tt	m
			Ap2	22-38	FA	bsa	m	m/g	f	t	f	g	f
			Ab	38-60X	F	bsa	m	m/g	f	t	p	f/m	f
Cachaza	6	M	Ap	0-20	F	Bsa/a	f	m/g	tt	v	m	f/m	m
			Ap2	20-50	F	bsa	m	Mg/g	tt	t	m	tt	m
			Ab	50-75X	F	ba	m	g/mg	f/m	t	f	f	m
Mycoral® + Cachaza	6	g/M M	Ap	0-22	A g	-	-	-	tt	t	a	tt	m
			Ap2	22-48	F	ba	m	m/g	tt	t	f	tt	m
			Ab	48-63	F	bsa	m	m/g	f	t	m	m/f	f
			Ab2	63-74x	F	bsa	m	M	f	t	m	f	p
Comercial	6	M	Ap	0-15	FA	S	d	G	f	t	m	f	m
			Ap2	15-27	FA	bsa	d	G	f	t	f	m	F
			Ab	27-44	F	bsa	m	Mg/g	m	t	f	g/m	F
			Ab2	44-67x	F	bsa	d	G	f	t	f	m	P
Cachaza	6	M	Ap	0-13	FA	bsa	d	M	m	t	f	m/f	M
			Ap2	13-25	FA	bsa	m	m/g	m	t/v	p	m/g	M
			Ap3	25-33	FA	bsa	d	m/mg	m/f	t	p	g	M
			Ab	33-60x	FA	bsa	d	mg	f	t	f	f	P

TRT: Tratamiento; **Unidad de mapeo:** M: Familia textural franca (Texturas francas, arenas francas, franco arenosa, franco limosa), F-: Texturas finas (franco arcillo limoso, franco arcillo arenoso), G: Gravas finas y gruesas. **Texturas:** F: franco, A: arena, AF: arena franca, FAg: franco arenoso grueso, FAm: franco arenoso medio, FAf: franco arenoso fino. **Estructura:** 1) Tipo:ba: bloques angulares, bsa: bloques subangulares, 2) Grado: d: débil, f: fuerte, m: moderado 3) Clase: m: medianos, g: gruesos, mg. **Poros:** 1) Tamaño: tt, todos los tamaños, f: finos, m: medianos. 2) Forma: v: vesicular, t: tubular. 3) Cantidad: p: pocos, m: muchos, f: frecuentes, a: ausentes. **Raíces:** 1) Tamaño: f: finas, m: medias, g: gruesas, tt: todos tamaños. 2) Cantidad: m: muchas, p: pocas, f: frecuentes, a: ausentes, /: determina profundidades de 0 a 30 cm y de 60 a 90, ___: determina profundidades de 30 a 60 x, -: no determina estructura.

Continuación Anexo 5. Descripción de perfiles de cada unidad experimental, lotes 3 y 6 Finca, el Higueral, CATV, Honduras 2006.

TRT	Lote	Unidad de mapeo	Horizonte	Prof. (cm)	Textura	Estructura			Poros			Raíces		
						Tipo	Grado	Clase	Tamaño	Forma	Cantidad	Tamaño	Cantidad	
Cachaza	6	M	Ap	0-17	FA	bsa	f	m/f	tt	t	m	f/mf	m	
			Ab	17-31	AF	bsa	m	g/mg	f	t	m	m/f	f	
			Ab2	31-45	AF	bsa	d	g/mg	f	t	m	f	p	
			Ab3	45-75x	F	bsa	d	g/mg	f	t	f	mf	p	
Comercial	6	M	G/g	Ap	0-25	G m	-	-	-	f	r	a	g/m	f
			Ab	25-46	Ar	-	-	-	mf/f	r	a	m	f	
			Ab2	46-65x	ArF	bsa	m	M	f	t/r	a	m/m	a	
Mycoral®	6	Gg/M	Ap	0-15	A g	-	-	-	t	r	p	m/f	p	
			Ab	15-32	A g	-	-	-	t	r	f	f/mf	f	
			C	32-47	A g	-	-	-	t	r	p	m	p	
			Ab	47-60x	F	bsa	m	mg	t	t				
Mycoral® + Cachaza	6	M	Ap	0-20	F	bsa	m/g	m	tt	t	m	m/f	f	
			Ap2	20-34	FA f	bsa	m/g	m	f	t/r	f	m/f	f	
			Ab	34-54x	F	bsa	g/mg	m	f	t	m	m/f	p	
Mycoral®	6	M/g	Ap	0-20	FA f	bsa	m	m/g	f/mf	t	m	m	f	
			Ap2	20-35	FA	bsa	m	g/m	mf/f	t	m	m	f	
			Ab	35-55x	A	-	-	-	f/mf	r	a	mf/m	p	
Comercial	3	M	Ap	0-20	FA	bsa	m	g	tt	t	f	f/mf	m	
			Ap2	20-43	FA	bsa	m	g/m	tt	t	f	g/mf	p	
			Ap3	43-60x	FA	bsa	d	mg/g	m	t	a	g/mf	p	
Cachaza	3	Mg/M	Ap	0-17	FA g	bsa	m	m	mf	t/v	f	mf	p	
			Ap2	17-48	FA f	bsa	d	mg	mf/m	t	p	m/f	p	
			Ab	48-50x	FA	bsa	m	g	mf	t	f	f	p	

TRT: Tratamiento; **Unidad de mapeo:** M: Familia textural franca (Texturas francas, arenas francas, franco arenosa, franco limosa), F-: Texturas finas (franco arcillo limoso, franco arcillo arenoso), G: Gravas finas y gruesas. **Texturas:** F: franco, A: arena, AF: arena franca, FAg: franco arenoso grueso, FAm: franco arenoso medio, FAf: franco arenoso fino. **Estructura:** 1) Tipo:ba: bloques angulares, bsa: bloques subangulares, 2) Grado: d: débil, f: fuerte, m: moderado 3) Clase: m: medianos, g: gruesos, mg. **Poros:** 1) Tamaño: tt, todos los tamaños, f: finos, m: medianos. 2) Forma: v: vesicular, t: tubular, r: reticulares. 3) Cantidad: p: pocos, m: muchos, f: frecuentes, a: ausentes. **Raíces:** 1) Tamaño: f: finas, m: medias, g: gruesas, tt: todos tamaños. 2) Cantidad: m: muchas, p: pocas, f: frecuentes, a: ausentes, /: determina profundidades de 0 a 30 a 90y de 60 a 90 cm, ___: determina profundidades de 30 a 60x, -: no determina estructura.

Continuación Anexo 5. Descripción de perfiles de cada unidad experimental, lotes 3 y 6 Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

TRT	Lote	Unidad de mapeo	Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	Estructura			Poros			Raíces	
						Tipo	Grado	Clase	Tamaño	Forma	Cantidad	Tamaño	Cantidad
Mycoral® + Cachaza	3	M	Ap	0-23	FA	bsa	m	m	mf	t/r	p	f/m	f
			Ap2	23-44	F	bsa	m	g	mf/m	t/r	f	tt	f
			Ab	44-60x	F	bsa	m	mg	f/m	t/r	f	f/m	p
Mycoral®	3	M	Ap	0-15	F	bsa	m	g/mg	tt	t	f	mf/m	f
			Ap2	15-40	F	bsa	d	mg	m	t/v	p	f	p
			Ab	40-50x	F	bsa	d	m/mg	m/f	t	f	mf	p
Cachaza	3	M	Ap	0-18	F	bsa	m	m/mg	m/f	t	f	m/f	f
			Ap2	18-33	F	bsa	d	f/m	tt	t	f	f/mf	f
			Ab	33-60x	FA	bsa	d	g	f/m	t/r	f	g/mf	p
Mycoral® + Cachaza	3	M	Ap	0-19	FA	m	m	f	mf	t/r	m	tt	a
			Ap2	19-37	FA	bsa	d	m	m/mf	t/r	f	m	f
			Ab	37-55x	FA	bsa	m	g	m	t/v	p	mf	p
Mycoral®	3	M	Ap	0-18	F	bsa	m	m/f	m	f	p	t	m
			Ap2	18-41	F	ba	m	g	f	f	f	m/f	f
			Ab	41-56x	F	bsa	d	g/mg	f	f	f	m/g	f
Comercial	3	M/g	Ap	0-12	FA	bsa	m	m	tt	t	m	tt	m
			Ap2	12-28	FA	bsa/ba	m	m/g	f	v	f	m/f	f
			Ab	28-57x	AF	bsa	m	m/g	f	r	f	f/mf	p

TRT: Tratamiento; **Unidad de mapeo:** M: Familia textural franca (Texturas francas, arenas francas, franco arenosa, franco limosa), F-: Texturas finas (franco arcillo limoso, franco arcillo arenoso), G: Gravias finas y gruesas. **Texturas:** F: franco, A: arena, AF: arena franca, FAG: franco arenoso grueso, FAm: franco arenoso medio, FAf: franco arenoso fino. **Estructura:** 1) Tipo: ba: bloques angulares, bsa: bloques subangulares, 2) Grado: d: débil, f: fuerte, m: moderado 3) Clase: m: medianos, g: gruesos, mg. **Poros:** 1) Tamaño: tt, todos los tamaños, f: finos, m: medianos. 2) Forma: v: vesicular, t: tubular, r: reticulares. 3) Cantidad: p: pocos, m: muchos, f: frecuentes, a: ausentes. **Raíces:** 1) Tamaño: f: finas, m: medias, g: gruesas, tt: todos tamaños. 2) Cantidad: m: muchas, p: pocas, f: frecuentes, a: ausentes. /: determina profundidades de 0 a 30 cm y de 60 a 90 cm, ___: determina profundidades de 30 a 60x .

Anexo 6. Análisis foliares, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

Muestra	Lote	%					ppm			
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Mycoral®	6	1.28	0.12	2.93	0.41	0.09	3	47	45	11
Cachaza	6	1.15	0.13	2.89	0.26	0.10	3	36	28	13
Mycoral® + Cachaza	6	1.15	0.11	2.99	0.29	0.09	3	35	22	12
Mycoral® + Cachaza	6	1.39	0.13	2.60	0.33	0.11	4	33	21	13
Mycoral®	6	1.11	0.13	1.80	0.23	0.08	3	44	31	25
Cachaza	6	0.98	0.13	2.03	0.25	0.06	4	34	50	11
Cachaza	6	1.27	0.13	2.07	0.35	0.15	4	36	42	12
Mycoral® + Cachaza	6	1.14	0.13	2.15	0.34	0.12	5	29	49	15
Mycoral®	6	1.47	0.13	2.30	0.44	0.11	6	38	37	20
Mycoral® + Cachaza	3	1.26	0.13	2.58	0.34	0.13	6	39	39	13
Cachaza	3	1.35	0.18	2.38	0.26	0.10	12	34	33	18
Mycoral®	3	1.19	0.12	2.56	0.32	0.14	6	39	36	16
Mycoral®	3	1.14	0.13	2.31	0.38	0.11	6	35	46	14
Mycoral® + Cachaza	3	1.20	0.13	2.90	0.27	0.13	6	35	28	15
Cachaza	3	1.11	0.13	2.69	0.28	0.15	8	39	45	44
Cachaza	3	1.38	0.13	2.79	0.42	0.15	5	51	53	8
Mycoral®	3	1.17	0.12	2.34	0.50	0.19	4	50	45	11
Mycoral® + Cachaza	3	1.01	0.11	2.36	0.36	0.13	3	51	49	19
niveles permitidos		2-2.6	0.18-0.3	1.1-1.8	0.2-0.5	0.1-0.35	5-15	40-250	25-400	20-100

Lote: ver mapa de ubicación de la finca Anexo 1

Anexo 7. Interpretación de análisis foliares por tratamiento, en los lotes 3 y 6, finca el Higueral, CATV, Honduras, 2006.

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Cachaza	B	B	A	M	B	B	B	M	B
Cachaza	B	B	A	M	B	B	B	M	B
Cachaza	B	B	A	O	M	B	B	M	B
Cachaza	B	B	A	M	B	O	B	M	B
Cachaza	B	B	A	M	M	M	B	M	M
Cachaza	B	B	A	O	M	B	M	M	B
Mycoral [®]	B	B	A	O	B	B	M	M	B
Mycoral [®]	B	B	M	M	B	B	M	M	M
Mycoral [®]	B	B	A	O	B	M	B	M	B
Mycoral [®]	B	B	A	O	M	M	B	M	B
Mycoral [®]	B	B	A	O	B	M	B	M	B
Mycoral [®]	B	B	A	O	M	B	M	M	B
Mycorall + Cachaza	B	B	A	M	B	B	B	B	B
Mycoral [®] + Cachaza	B	B	A	O	M	B	B	B	B
Mycoral [®] + Cachaza	B	B	A	O	M	B	B	M	B
Mycoral [®] + Cachaza	B	B	A	O	M	M	B	M	B
Mycoral [®] + Cachaza	B	B	A	M	M	M	B	M	B
Mycoral [®] + Cachaza	B	B	A	M	M	M	B	M	B
Mycoral [®] + Cachaza	B	B	A	O	M	B	M	M	B

Leyenda: A = alto, B = bajo, O = óptimo

Anexo 8. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los cinco meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

Tratamiento	Número		Diámetro entrenudos (cm)			Longitud entrenudos (cm)			Longitud total cm
	Canutos	Hojas	Inferior	Medio	Superior	Inferior	Medio	Superior	
Mycoral®	6.77a ^ψ	7.78b	2.77b	2.82b	2.80a	8.60a	14.58a	16.38a	81.2a
Cachaza	6.28b	8.34a	2.89a	2.89a	2.91a	9.06a	15.02a	15.67a	80.07a
Mycoral ® + Cachaza	6.28b	8.05ab	2.85ab	2.85b	2.81a	9.1a	15.38a	15.62b	74.71b
cv	21	17	15	13	12	38	25	19	21

^ψ Letras iguales en la misma columna no son estadísticamente significativas a $\alpha \leq 0.05$ con separación de medias, prueba SNK y ajustado con Tukey.

cv = coeficiente de variación

Anexo 9. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los seis meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

Tratamiento	Número		Diámetro entrenudos (cm)			Longitud entrenudos (cm)			Longitud total cm
	Canutos	Hojas	Inferior	Medio	Superior	Inferior	Medio	Superior	
Mycoral®	9.07a ^ψ	8.05a	2.78a	2.63a	2.62a	7.51a	14.55a	13.76a	117.93a
Cachaza	9.06a	7.72b	2.69b	2.65b	2.55b	7.19a	14.88a	13.69a	113.58b
Mycoral ® + Cachaza	8.95a	7.68b	2.70b	2.62b	2.56b	7.11a	14.28a	13.75a	115.02ab
cv	22	16	16	13	14	40	23	20	22

^ψ Letras iguales en la misma columna no son estadísticamente significativas a $\alpha \leq 0.05$ con separación de medias, prueba SNK y ajustado con Tukey.

cv = coeficiente de variación

Anexo 10. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los siete meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

Tratamiento	Número		Diámetro entrenudos (cm)			Longitud entrenudos (cm)			Longitud total cm
	Canutos	Hojas	Inferior	Medio	Superior	Inferior	Medio	Superior	
Mycoral®	9.21a ^ψ	11.25a	2.94a	2.84a	2.74a	7.62a	14.84a	12.85a	144.8a
Cachaza	8.62b	10.87b	2.90a	2.86a	2.86a	7.61a	13.40b	12.05b	129.9b
Mycoral ® + Cachaza	7.95c	10.75b	2.46b	2.56b	2.98a	7.35a	13.13b	12.80a	131.9a
cv	18	19	17	16	60	33	23	28	14

ψ Letras iguales en la misma columna no son estadísticamente significativas a $\alpha \leq 0.05$ con separación de medias, prueba SNK y ajustado con Tukey.
 CV = coeficiente de variación

Anexo 11. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los ocho meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

Tratamiento	Número		Diámetro entrenudos (cm)			Longitud entrenudos (cm)			Longitud total cm
	Canutos	Hojas	Inferior	Medio	Superior	Inferior	Medio	Superior	
Mycoral®	13.24b ^ψ	9.86a	2.51a	2.29b	2.48ab	9.92b	13.29a	11.77a	158a
Cachaza	12.05c	8.90b	2.58a	2.53a	2.54a	7.12ab	13.64a	11.77a	144b
Mycoral ® + Cachaza	13.99a	9.26c	2.32b	2.29c	2.43b	7.54a	14.4a	9.78b	161a
cv	20	16	18	16	17	40	60	28	16

ψ Letras iguales en la misma columna no son estadísticamente significativas a $\alpha \leq 0.05$ con separación de medias, prueba SNK y ajustado con Tukey.
 CV = coeficiente de variación

Anexo 12. Efecto de los tratamientos sobre las variables agronómicas a los nueve meses de desarrollo de caña de azúcar, variedad MEX 69-290, Finca el Higueral, CATV, Honduras 2006.

Tratamiento	Número		Diámetro entrenudos (cm)			Longitud entrenudos (cm)			Longitud total cm
	Canutos	Hojas	Inferior	Medio	Superior	Inferior	Medio	Superior	
Mycoral®	16.01a ^ψ	10.21a	2.61a	2.53a	2.59a	11.13a	14.85a	13.20a	171.1a
Cachaza	15.73a	10.08a	2.53ab	2.46ab	2.45b	11.36a	14.95a	12.36b	161.12b
Mycoral ® + Cachaza	15.75a	10.1a	2.49b	2.43b	2.44b	10.8a	14.88a	12.26b	163.3b
cv	12	17	16	17	19	29	20	24	10

^ψ Letras iguales en la misma columna no son estadísticamente significativas a $\alpha \leq 0.05$ con separación de medias, prueba SNK y ajustado con Tukey.

cv = coeficiente de variación