

EFECTO DEL INÓCULO MICROBIAL DIGESTOR® SC EN LA DIGESTIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE LA COSECHA EN VERDE DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN EL VALLE DEL CAUCA - COLOMBIA

Silvio Fernando Cadena¹

RESUMEN

Gran parte de los nutrientes aportados por los subproductos o residuos de cosecha que quedan en el campo después de la corta son 44 kg de N, 7 kg de P_2O_5 , 87 kg de K_2O . Estos nutrientes en condiciones de campo se pierden por volatilización, otros por lixiviación o algunos se tornan poco disponibles por fijación a la fase mineral y orgánica. Una alternativa promisoría para reducir estas pérdidas y lograr un mejor aprovechamiento de estos nutrientes por el nuevo cultivo es lograr la incorporación biológica de los nutrientes por biotransformación y digestión para hacerlos disponibles y además mejorar la fracción orgánica del suelo. Para medir la capacidad de biotransformación y digestión se realizó este proyecto en la estación experimental San Antonio de Cenicaña, utilizando el Inoculo Microbial DIGESTOR SC en dosis de 1 L ha⁻¹ diluido en 200 L de Agua por ha⁻¹ y en 200 L de Vinaza del 35% de sólidos totales por ha⁻¹. Estas soluciones se aplicaron por aspersión sobre los subproductos o residuos de caña esparcidos en campo antes de encallar. Los resultados mostraron que al diluir 1 Litro de DIGESTOR SC en 200 litros de Vinaza por hectárea y aplicarlo sobre el material verde esparcido después del corte, se obtiene una reducción en el peso de los residuos de 21.67 % con respecto al peso inicial en 60 días y un 40-50% más de disminución en el peso de los residuos con respecto al Testigo con agua en el mismo tiempo y adicionalmente se logra un incremento favorable en la población benéfica de bacterias en el suelo. La actividad celulolítica del DIGESTOR SC es de 34 UC min⁻¹L⁻¹ y se considera de acción media. Para mejorar la actividad en biotransformación y digestión del producto DIGESTOR SC en los subproductos o residuos de caña de azúcar en el campo es necesario incluir unidades reproductivas de un microorganismo que digiera activamente de celulosa.

Palabras claves: Biotransformación, Digestión, DIGESTOR, actividad celulolítica y Vinaza.

INTRODUCCIÓN

En el Valle del Cauca se muelen 6,302 Ton/día de caña de azúcar (promedio de 10 ingenios), y quedan 1,890 Ton/día de subproductos o residuos de cosecha en el campo. Esta cantidad varía y depende de la variedad (Cenicaña, 2002). Los valores de producción de caña y subproductos o residuos que quedan en el campo, tienen un aporte potencial de 2,773 kg de N, 441 kg de P_2O_5 y 5,483 kg de K_2O por cada 100 toneladas de tallos cosechados por día en el Valle del Cauca. Las nuevas destilerías que funcionan en los ingenios producirán 568,352,000 litros año⁻¹ de vinaza (Quintero, 2004). Se necesita hacer una buena disposición de este subproducto del proceso para evitar contaminación e impacto ambiental en los suelos y en las aguas.

Estudios sobre la biotransformación, digestión y descomposición de la celulosa muestran que los colonizadores iniciales son hongos como *Rhizoctonia solani*, *Humicola sp.*, *Trichoderma sp.*, *Penicillium sp.*, *Mucor sp.*, *Fusarium sp.* y *Aspergillus sp.* Las pectinas son digeridas por bacterias anaeróbicas como *Clostridium sp.* Las sustancias proteínicas y a base de almidón son digeridas por bacterias del género *Bacillus sp.* La hemicelulosa es reducida por actinomicetos como *Streptomyces griseus*, *S. aureofaciens*, *S. antibioticus*, *S. roseochromogenus* (Arévalo, 2002).

La siguiente investigación presenta una propuesta alternativa enmarcada dentro del acuerdo de restricción de quemas en el cultivo de la caña de azúcar, para darle un manejo apropiado a los residuos de cosecha y a la vinaza, especialmente dirigido a la biotransformación de los residuos de cosecha, considerados como una fuente orgánica con alta capacidad para suministrar nutrientes a través del aceleramiento de su descomposición en mezcla con productos de origen microbiano, lo que puede proporcionar grandes beneficios económicos a la industria azucarera y al ambiente en general.

MATERIALES Y MÉTODOS

¹ Ingeniero Agrónomo, MSc. Suelos. Universidad Nacional de Colombia. ingsfc@yahoo.com

DIGESTOR SC² es un Inoculante Biológico formulado con enzimas de microorganismos benéficos del suelo sacarolíticos, nitrificantes y acidolácticos, que actúan como Biodegradadores de residuos verdes post-cosecha y como aceleradores de la transformación de los subproductos de cosecha como socas, tamos, cogollos y hojas en material orgánico digerido y así se incorpora al suelo agrícola (Orius, 2005).

El ensayo se realizó en la estación experimental San Antonio de Cenicaña, utilizando residuos a encallar al 2x1 usando como medios solventes agua y vinaza del 35% de sólidos totales. Para lograr una aplicación uniforme de los diferentes tratamientos (medio+inoculante biológico), esta se hizo sobre los residuos esparcidos en campo en spray antes de encallar (Anexo 1).

Para este ensayo se utilizó un diseño de Bloques Completamente Aleatorizados, donde los tratamientos estaban conformados por la combinación de 2 medios líquidos de aplicación en campo y la presencia o no del inoculante (Cuadro 1), con 4 repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales.

Cuadro 1. Conformación de los Tratamientos

Tratamiento	Medio + Inoculante
T1	Agua
T2	Agua + Digestor
T3	Vinaza
T4	Vinaza + Digestor

Dosis: Vinaza 35% de sólidos totales o agua (200 L ha⁻¹) y Digestor SC (1 L ha⁻¹)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la biotransformación de los residuos, no se encontraron diferencias significativas con respecto a la materia seca (MS), pero si en cuanto a la disminución en el peso de los residuos y la relación carbono – nitrógeno (C/N) evaluada a los 60 días en los tratamientos que incluyeron digestor tanto en agua como en vinaza. Aunque se encontraron diferencias en DP60 y C/N (Cuadro 2), los valores no son tan altos como los observados en otras experimentaciones (Cadena, 2005), donde la DP60 puede llegar hasta el 70% evaluando otros inoculantes. Esto igualmente puede estar relacionado a la baja humedad ambiental acumulada (100 mm) en la época de evaluación (noviembre 2005 a marzo 2006), y a la baja actividad celulolítica del producto bajo condiciones de laboratorio, 34 UC min⁻¹ L⁻¹ (Anexo 2). De otro lado, los bajos valores encontrados también pueden obedecer a que el producto Digestor no contiene unidades reproductivas de microorganismos descomponedores que puedan multiplicar su población para obtener una actividad constante y amplia en el tiempo. En su defecto el producto Digestor SC puede actuar como un iniciador de la actividad microbiana del suelo. Esto se logró confirmar más adelante durante la experimentación cuando se observó un incremento principalmente en la población de las bacterias en el suelo cuando se aplicó la mezcla vinaza + Digestor SC (Figura 2).

Cuadro 2. Variación de la materia seca (MS), la disminución en el peso de los residuos (DP60) y la relación C/N 60 (CN 60) días después de la inoculación de los residuos de la cosecha en verde de la variedad CC 85-92 con el producto Digestor SC. Lote 16 – Cenicaña.

N°	Tratamiento	MS	DP 60	C/N 60
1	Agua	72,71	10,30 b	40,97
2	Agua + Dig	59,33	12,34 b	39,96
3	Vin	59,35	18,63 ba	45,24
4	Vin + Dig	70,97	21,67 a	44,23
	Promedio	65,59	15,74	42,60
	Significancia	NS	S	NS
	CV	22,12	33,19	5,26

NS: no significativo a un nivel de probabilidad de 0.05

² Producto fabricado por la organización Orius Biotecnología. www.oriusbiotecnologia.com

En cuanto a la variación de la relación C/N a los 0, 30 y 60 días después de la inoculación, no se observó una tendencia clara comparable en el tiempo ni diferencias significativas (Figura 1).

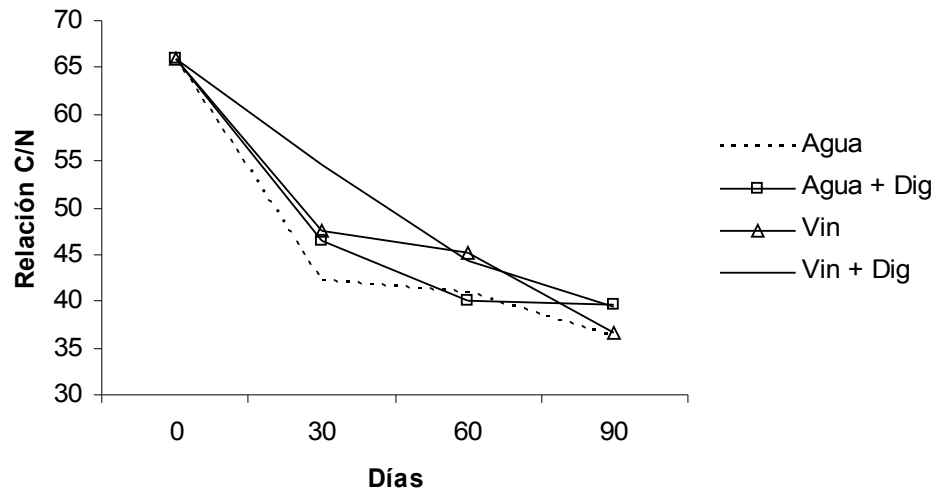


Figura 1. Variación de la relación C/N entre los 0 y 60 días luego de la inoculación de los residuos de cosecha en verde de la variedad CC 85-92 con el producto Digestor SC. Lote 16 – Cenicaña.

En cuanto a la población microbiana del suelo se encontró una tendencia al incremento principalmente de bacterias cuando se inocula el residuo con vinaza o con el producto Digestor independientemente y la mayor población cuando estos dos factores se combinan, debido al aporte energético en términos de carbono que hace la vinaza y al aporte enzimático por parte del Digestor que activa la actividad de las bacterias en el suelo. Igualmente se observó una tendencia al incremento en la población de actinomicetos con el tratamiento de Digestor cuando se aplica en agua (Figura 2).

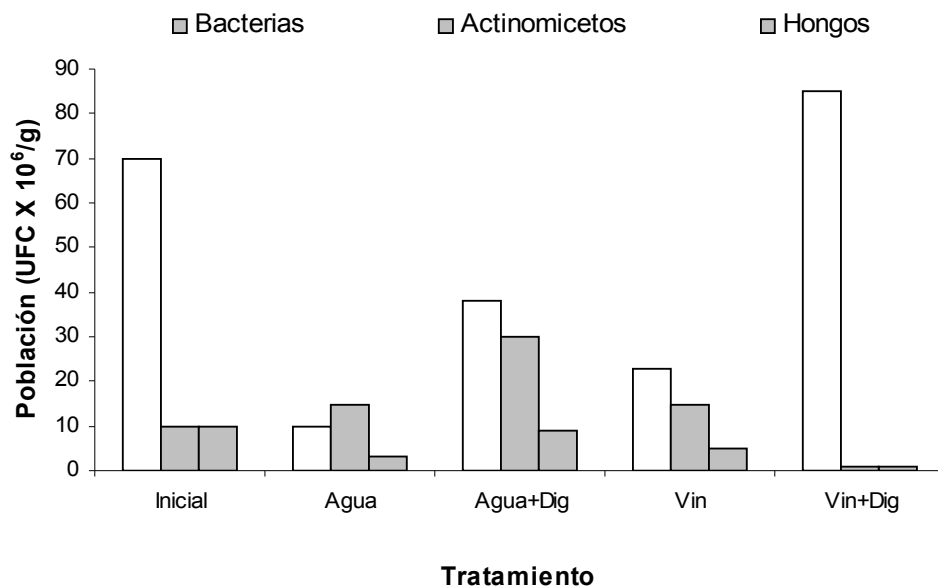


Figura 2. Variación de la población microbiana del suelo inicial y final bajo los residuos inoculados con el producto Digestor SC luego de dos meses de la cosecha en verde. Lote 16 – Cenicaña.

En cuanto al aporte de nutrientes al suelo no se encontraron cambios significativos como efecto de la biotransformación de residuos, probablemente a que la poca humedad hizo el sistema muy lento y para observar algún cambio en el suelo se requeriría de un estudio a más largo plazo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Variación del contenido nutricional del suelo por efecto de la biotransformación de los residuos de la cosecha en verde de la variedad CC 85-92 inoculados con el producto Digestor SC. Lote 16 – Cenicaña.

N°	Tratamiento	pH	MO %	P ppm	K	Ca	Mg	Na
					cmol kg ⁻¹			
Análisis Inicial								
		6,9	2,95	100,5	0,36	12,5	4,45	0,16
Análisis Final								
1	Agua	6,80	2,27	83,40	0,35	11,40	4,00	0,14
2	Agua + Digestor	6,60	2,39	91,30	0,34	12,00	3,94	0,14
3	Vinaza	6,70	2,25	91,60	0,44	11,80	4,12	0,11
4	Vinaza + Digestor	6,80	2,16	85,90	0,34	12,30	4,18	0,15

En las experimentaciones de biotransformación de residuos, la humedad es la variable más importante, pues los microorganismos no se desarrollan en ausencia del agua o con una humedad menor a 85%, pues su actividad depende del espesor de las películas de agua que rodean las células individuales. Igualmente esta variable esta ligada a la temperatura, siendo menor a 20°C favorable para hongos y mayor a 35°C favorable para bacterias (Hardy, 1970).

CONCLUSIONES

- Aunque la baja precipitación presentada durante el experimento hizo la dinámica del sistema de biotransformación un poco lento con respecto a ensayos anteriores con el mismo producto, el tratamiento que puede alcanzar estándares altos de biotransformación en condiciones adecuadas de humedad es 1 litro de Digestor SC en 200 litros de vinaza 35% de sólidos totales por hectárea.
- Con la aplicación de 1 litro de Digestor SC en 200 litros de vinaza por hectárea, se puede obtener una reducción en el peso de los residuos de 21.67 % con respecto al peso inicial en 60 días y un 40-50% más de disminución en el peso de los residuos con respecto al testigo con agua en el mismo tiempo.
- Cuando se aplica el tratamiento 1 litro de Digestor SC en 200 litros de vinaza 35% de sólidos totales por hectárea, se logra un incremento favorable en la población benéfica de bacterias.
- Este experimento sugiere que para mejorar el desempeño del producto Digestor SC en la biotransformación es necesario incluir unidades reproductivas de un microorganismo degradador de celulosa (hongo o bacteria), que pueda mantener una población biológicamente activa durante el proceso de compostaje. En su defecto se recomienda combinar el producto Digestor con el hongo *Trichoderma harzianum* para experimentaciones futuras.

BIBLIOGRAFÍA

ARÉVALO, L. F. 2002. Degradación de residuos de cosecha de caña de azúcar. CENICAÑA. Florida. 52 p.

CADENA, S. F. 2005. Efecto de las dosis de vinaza y diferentes complejos microbianos en la descomposición de los residuos de cosecha, las características del suelo y el desarrollo y la producción de caña de azúcar en el valle del río Cauca. Documento de trabajo: Informe vinaza 2005. Cenicaña. Cali, Colombia. 24 p.

CENICAÑA. 2002. Características agronómicas y de productividad de la variedad Cenicaña Colombia CC 85-92. Serie Técnica No. 30. Cali. 79 p.

HARDY, F. 1970. Suelos Tropicales. Editorial Herrero Hermanos Sucesores, S.A. 334 p.

ORIUS BIOTECNOLOGÍA. 2005. www.oriusbiotecnologia.com.co

QUINTERO, D. R. 2004. Perspectivas acerca del uso y manejo de vinazas aplicadas al suelo. En: Seminario "Vinazas, potasio y elementos menores para una agricultura sostenible. Palmira, Mayo 13 y 14 de 2004. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. CD-ROM.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada gracias al apoyo financiero de la organización ORIUS BIOTECNOLOGÍA y al apoyo logístico de los laboratorios de química y fitopatología de Cenicaña.

ANEXOS

ANEXO 1. Forma de Aplicación de los tratamientos



a. Aplicación antes de encallar



b. Organización



c. Pesaje

ANEXO 2. Actividad Celulolítica de los inoculantes biológicos

PRODUCTO	Glucosa		Glucosa		Glucosa producida en Prueba(g/L)	UC/min/L
	inicial		Final			
	Abs	Glc	Abs	Glc		
Digestor SC	0.0629	0.1326	0.1538	0.3155	0.1829	34