

Utilización de la ceniza del bagazo de caña como fertilizante foliar en el cultivo de jitomate

A. Frias-Castro.¹ O. Amador-Camacho.² F. Ramírez-Ramírez.² M.J. Ramírez-Ramírez.² M.E. Miranda-Gaspar.¹

Resumen— La ceniza de bagazo de caña es un subproducto derivado de proceso de combustión a más de 700 °C rompiendo enlaces en compuestos de biomasa y generando nutrientes de asimilación vegetal. En 2017 México produjo 56'672,829 toneladas de caña, generando el 10 % de ceniza, (contaminante potencial). El cultivo de jitomate por sus altos volúmenes y desarrollo de órganos muestra crecimiento en un corto tiempo. La ceniza, se sometió a una dilución al 26 % de concentración, en agua con pH de 5.5 con ácido fosfórico, esta solución se asperjo tres veces vía foliar en intervalos de 10 días con volumen de 36 L/ha en cuatro muestreos de 15 a los 55 días después del trasplante y en el mismo lapso la toma de datos (longitud del tallo) en dos diferentes variedades de jitomate. La variedad Calafia y Ramses tratados con ceniza mostraron crecimiento superior al testigo en un incremento del 26% en diámetro de tallo, con un coeficiente de variación de 8 % y un 95% de confiabilidad en contraste con productos foliares comerciales. La aplicación de ceniza como fertilizante foliar es viable tanto por mostrar buen resultado, como por la posibilidad de reducir un contaminante potencial.

Palabras claves—Bagazo, Caña, ceniza, foliar.

Abstract— The sugar cane has different processes, is possible to have products with agricultura potential using ashes left overs of sugar cane, this is a subproduct that goes in a process of combustion applying 700 °C of heat breaking links on solid material and generating nutrients of asimilation for plants. And 2017 México had a production of 56'672,829 Tons of sugar cane, 10 % are ashes and at the end this is a potential pollutant. The plantation of tomatoe its showing high volumes on the develop of organs encreasing in short time. The sugar cane ashes was submit to an extraction ions with water to a pH of 5.5, the solution sprinkling with a 10 day intervals and at the same recolecting sampols (longitud of the stem) on two diferent varieties of tomatoes. The variety Calafia and Ramsés this two showed a superior growing testing whit a coefficient variation of 8% and 95% confiability of contrast whit the comercial irrigation products. The aplicacion of ashes has fertilizaer it's highly recomendet to show good results and for the possibility at reduclin potential pollution.

Keywords— pollution, Cane, ashes, irrigation.

I. INTRODUCCIÓN

Existen 57 ingenios azucareros en 16 estados de México (CONASUCA, 2018) los cuales generaron 56'672,829 Ton de caña en 2017 (SIAP, 2018). Rodríguez *et al* en 2015, validaron 15 variedades de caña, encontrando un rendimiento promedio de 88.5 kg de azúcar por tonelada de caña, que aun cuando esto es variable se puede considerar un 8.85% de rendimiento en azúcar y más de 91% de desechos, dentro de los cuales los dos más importantes que tienen aplicación en compostaje son la cachaza 23% y la ceniza 6% (Velasco, 2017) lo cual se traduce en 3'400,000 Ton. De ceniza producida en 2017 en México, mismas que se convierten en una problemática de contaminación en los diversos estados de la República. En el área de la construcción, existen estudios donde se ha pretendido utilizar la ceniza de bagazo de caña por su reactividad con cemento por su contenido de sílice SiO₂ y alúmina Al₂O₃, Vidal *et al* en 2014, con este estudio determinaron la viabilidad de las cenizas con un 97% de viabilidad para ser adicionado al cemento para elaboración de materiales de construcción.

Madrid y Castellanos en 1998, probaron activadores en el proceso de compostaje de cachaza y bagazo, encontraron que el producto si es viable mediante la germinación de semillas, debido a su baja conductividad eléctrica y aun cuando los niveles de N, P y Ca fueron bajos no afectaron el desarrollo de las plántulas. Por su parte Arreola-Enríquez, *et al.* en 2004 evaluaron un fertilizante a base de cachaza donde al aplicar entre 10 y 15 Ton/ha incrementaron la producción de caña sin alterar la calidad del producto.

Existe un sin número de trabajos alrededor de los desechos industriales de la caña y diversas aplicaciones del bagazo, cachaza y ceniza, principalmente trabajos de utilización como composta, procesos en base a la celulosa para producción de papel, entre otros. Sin embargo, no existen antecedentes del aprovechamiento de la ceniza del bagazo de caña como un fertilizante foliar.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

El experimento fue realizado en el invernadero del Tecnológico José Mario Molina, ubicado en el Campus Cocula, Jalisco. Se utilizó una nave de 8 x 50 m donde se colocaron 200 plantas por tratamiento, de las cuales se tomaron cinco unidades experimentales, se suministró riego localizado y fertirriego.

¹ Instituto Tecnológico Mario Molina Pasquel y Enríquez Campus Cocula Academia de Innovación Agrícola Sustentable. Calle Tecnológico No 1000 Colonia, Lomas de Cocula 48500, Cocula Jalisco México.

² Instituto Tecnológico de Tlajomulco Academia de Agronomía. Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlan Km. 10, C.P. 45640, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México. alejo.gsj@gmail.com.

A. Tratamientos y Diseño experimental.

Dos variedades de jitomate se establecieron, (Calafia y Ramsés), trasplantadas el día 23 de agosto del 2017. Se colocó una planta por maceta (bolsa de plástico de 12 litros con tezontle como sustrato). Las bolsas se colocaron en condiciones controladas, se eligieron cinco plantas aleatoriamente entre doscientas para la toma y registro de datos.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, donde fue evaluada la longitud de tallo, determinando así la viabilidad de los fertilizantes foliares. Posteriormente los datos fueron sometidos a un ANOVA y comparación de medias de Duncan con un alfa de 95% ($\alpha = 0.05$), con el paquete estadístico de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5

B. Composición de los tratamientos

Se tomaron 5 unidades experimentales (plantas) por tratamiento; en la tabla 1 se muestra los productos utilizados y dosis de aplicación. Las plantas fueron asperjadas con atomizador (5 disparos por planta = 3 mL) hasta la cuarta aplicación.

TABLA I
TRATAMIENTOS Y DOSIS UTILIZADOS.

Tratamientos	Dosis
Testigo	3 mL de agua
Ceniza de bagazo de caña	3 mL/planta
Fertikhor	2 mL/L de agua
Aminom 500	2 mL/L de agua

C. Aplicación de Fertilizante foliar

La ceniza fue sometida a una dilución al 26% de concentración agua inicial, presento una conductividad eléctrica de 0.028 dS/m mientras que el sobrenadante obtenido para la aplicación foliar fue de 3 dS/m y acidificado con H_3PO_4 hasta un pH de 5.5 este se aplicó a razón de 36 L/ha (3 mL por planta), en aspersión quince días después del trasplante una aplicación cada diez días durante treinta días. La fertirrigación se aplicó utilizando la formulación de Steiner.

D. Variable de estudio

La variable respuesta fue la longitud del tallo (cm), medido con un vernier, debido al crecimiento significativo, tanto primario como secundario de los 15 a los 55 días del desarrollo vegetal del jitomate como una expresión de la complementación de nutrientes y tomando

en cuenta el tiempo mencionado, se tomaron las lecturas en intervalos de 10 días. Cinco días después de cada aplicación se realizó la toma de datos para su análisis estadístico.

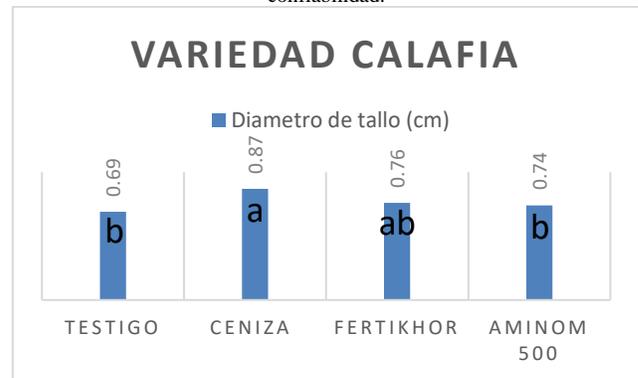
III. RESULTADOS

Las plantas tratadas con fertilizantes foliares mostraron un crecimiento considerable en contraste con el testigo aun cuando todas las plantas fueron fertilizadas en raíz. En el caso del tratamiento con aplicación de sobrenadante de ceniza de bagazo de caña, en dos diferentes tipos de planta mostró un crecimiento superior como se puede observar en la Grafica 1 y 2.

En la gráfica 1, se observa el testigo y tres tratamientos donde el fertilizante foliar a base de ceniza, fue superior en cantidad que el Fertikhor y Aminom 500, en cuanto a la diferencia estadística, es similar al Fertikhor, pero diferente del Aminom 500 y el testigo, lo cual indica el mejor aprovechamiento de la ceniza como un fertilizante foliar superando al Aminom 500 y al testigo, aun cuando estadísticamente es igual lo superó en tamaño.

Gráfica 1.

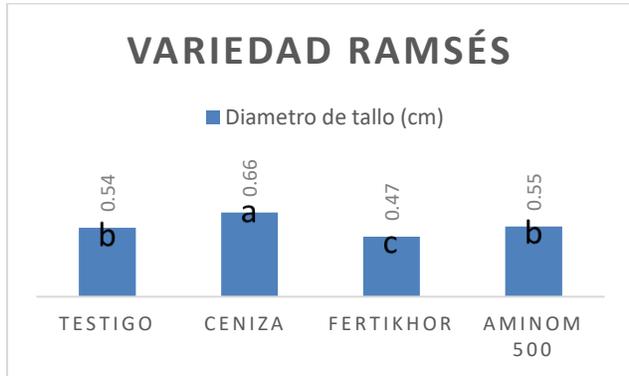
Análisis estadístico en diámetro de tallo expresado en centímetros en la variedad Calafia. El coeficiente de variación es de 8%. Las letras indican la prueba de comparación de medias mediante Duncan con un 95% de confiabilidad.



La grafica 2, muestra el comportamiento de la ceniza con un valor superior a los tratamientos a excepción de Fertikhor teniendo un mejor desarrollo de tallo en la variedad Ramsés. El comportamiento de mejor desarrollo tanto en la variedad Calafia en grafica 1 como en Ramsés en Grafica 2, evidencian la viabilidad de la ceniza de bagazo de caña como una opción en la nutrición foliar vegetal.

Gráfica 2.

Análisis estadístico en diámetro de tallo expresado en centímetros en la variedad Ramsés. El coeficiente de variación es de 8%. Las letras indican la prueba de comparación de medias mediante Duncan con un 95% de confiabilidad.



IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La utilización de la ceniza del bagazo de caña es viable después que demostró un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de la planta, además de contribuir con la disminución del problema con los desechos industriales de la industria cañera. Los bajos costos de producción también son un beneficio, pues solo los gastos de transporte y distribución son necesarios.

El origen vegetal del producto aumenta la viabilidad de su uso. En dos diferentes variedades de jitomate se observó, con una confiabilidad del 95%, la respuesta positiva del producto a base de ceniza del bagazo de caña, es un tanto difícil realizar una discusión documentada ya que aun cuando hay una considerable cantidad de referencias que hablan de la aplicación de la ceniza como fertilizante aplicado a suelo no hay evidencia sobre su aplicación en forma foliar. Sin embargo, se recomienda realizar una investigación con un programa de producción para evaluar su respuesta en rendimiento ya que el presente trabajo mostró un efecto favorable en una etapa vegetativa de la planta, pero su influencia en rendimiento y la disminución de costos definirá su viabilidad.

V. AGRADECIMIENTOS

Al ingenio de Bellavista Jalisco por su apoyo con los diferentes materiales requeridos.

A las personas participantes del proyecto por su tiempo y dedicación.

VI. APÉNDICES

Se incluyen los análisis de varianza correspondientes a cada una de las variedades manejadas, Calafia y Ramses.

Tabla I

ANOVA en variedad Calafia con un coeficiente de variación de C.V. 11.96%

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	0.086	0.028	3.442	0.041
Error	16	0.134	0.008		
Total	19				

Tabla I

ANOVA en variedad Ramses con un coeficiente de variación de 8.06%

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	0.092	0.030	15.415	0.000
Error	16	0.032	0.002		
Total	19	0.124			

VII. REFERENCIAS

- [1] CONADESUCA. (2018). Ingenios azucareros de México, Zafra 2015-16. Disponible en: <http://www.cndsca.gob.mx/mapa/index.html>
- [2] Madrid, C. y Castellanos, Y. (1998). Efecto de activadores sobre la calidad de composta elaborada con cachaza y bagazo de la caña de azúcar. Universidad de Los Andes, Núcleo "Rafael Rangel", Dpto. Ciencias Agrarias, Trujillo. Vol. 6. Núm. 1y2. pp. 22-28.
- [3] Rodríguez, R. M.; Durán, A. J. R.; Oviedo, A. M. y Vargas, A. J. (2015). Evaluación agroindustrial de 15 variedades de caña de azúcar, durante tres cosechas, en la Central Azucarera del Tempisque (CATSA), Guanacaste, Costa Rica. Presentado en: VI Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA) Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar.
- [4] SIAP, (2018). Atlas Agroalimentario 2017. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/prensa/atlas-agroalimentario-2017>
- [5] Velasco, V. J.; Gómez, M. F. C.; Hernández, C. A. S.; Salinas R. J.; Guerrero, P. A. (2017). Residuos orgánicos de la agroindustria azucarera: retos y oportunidades. Agroproductividad: Vol. 10, Núm. 11. pp: 99-104.
- [6] Vidal, D. V.; Torres, J. y González, L. O. (2014). Ceniza de bagazo de caña para elaboración de materiales de construcción: estudio preliminar. Revista de Física: Vol 48E. pp: 14-23.
- [7] Olivares, S. E. (1994). Paquete de diseños experimentales FAUANAL. Versión 2.5 Facultad de agronomía UANL. Marín, N. L.

VIII. BIOGRAFÍA



Frias Castro Alejandro. Guadalajara, Jalisco. 09 de marzo de 1983. Ingeniería en Agronomía, Maestría en Ciencias en Agrobiotecnología, I.T. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. México. Febrero 2011.

Actualmente labora en I.T. Tlajomulco. Como docente en la carrera de agronomía en Tlajomulco de Zúñiga. Jalisco. México.

M en C. Frias, C. A. Participación en el congreso internacional de fitopatología 2011 con el tema Influencia del herbicida glifosato sobre la susceptibilidad de *Agave tequilana* weber var. azul a hongos fitopatógenos del sistema radicular., Congreso agronómico internacional 2018 con el tema Utilización de la ceniza del bagazo de caña como

fertilizante foliar en el cultivo de jitomate, ENEIT 2016 con el tema Fertilizante Orgánico. Integrante del cuerpo Académico en Formación "Ambientes Sustentables".



Miranda-Gaspar M.E. Villa Corona Jalisco . 24 de abril de 1997. Inició la educación superior en Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez (ITJMMPYH) Campus Cocula (iniciando en el 2015) en la carrera de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable con interés en investigación de nutrición vegetal y entomología. Miranda dentro de las actividades realizadas he participado en la etapa local del XXIII Evento Nacional de Ciencias Básicas, también obteniendo mención honorífica por calificación en el ciclo escolar Agosto 2016-Julio 2017, participación como autora de ponencia en el VI Congreso Internacional y XX Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas en la Universidad Autónoma de Chapingo y por último en el programa DELFÍN 2018 realizando un verano de investigación en la línea de Entomología con el tema de Determinación de entomofauna asociada al cultivo de soya (*glycine max*) en el norte de Sinaloa. En el periodo del 18 de junio al 03 de agosto del 2018 en Inifap campo experimental del Valle del Fuerte, Juan José Ríos, Guasave Sinaloa.



María de Jesús Ramírez Ramírez. Ciudad Guzmán, Jalisco. 20 de enero de 1969. Ingeniería en Agronomía con especialidad en Producción de Semillas, 26 de Marzo de 2003. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 26. De Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México. Maestría en Ciencias en Agrobiotecnología con especialidad en Biología Molecular. Marzo 2004. I.T.T.J. Tlajomulco de Zúñiga, Jal., México. Doctorado en Ciencias en Agrobiotecnología con especialidad en Fitopatología Molecular. Junio 2018. I.T.T. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. México.

Actualmente labora como Docente en las Ingenierías de Agronomía e Innovación Agrícola en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. La Dra. Ramírez, Publicó artículo como primer autor "Epidemiology of *Fusarium Agave Wilt in Agave tequilana* Weber var. Azul" Vol. 53, 2017, No. 3: 144-152 *Plant Protect. Sci.* Integrante del cuerpo Académico en Formación "Ambientes Sustentables".



Amador Camacho Osvaldo. San Martín Hidalgo, Jalisco. 11 de abril de 1976. Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Maestría en Ciencias en Agrobiotecnología con especialidad en Biología Molecular. Marzo 2003. I.T.T.J. Tlajomulco de Zúñiga, Jal., México. Actualmente labora como: Docente en los programas Académicos de Ingeniería en Agronomía e Innovación Agrícola en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco., Publicó artículo como segundo autor "Efecto agrobiológico de *Azospirillum brasilense* y *Trichoderma* spp. en el desarrollo vegetativo del cultivo de noche buena (*Euphorbia pulcherrima*)" Vol. 22, 2017, No. 11: 23-24 100CIATEC. Participación como autor de ponencia en el 3er Congreso Estudiantil de Agricultura Orgánica Sustentable y 1er Congreso Nacional de Agricultura Orgánica y Sustentable en la Universidad Autónoma de Chapingo, Diciembre 2017. Integrante del cuerpo Académico en Formación "Ambientes Sustentables".



Faustino Ramírez Ramírez. Oaxaca de Juárez, Oax., 31 de julio de 1974. Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia, 28 de Octubre de 1997. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco de Mora, Estado de México. Maestría en Ciencias en Producción de Semillas. Agosto 2002. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Estado de México. Actualmente labora como: Docente en los programas Académicos de Ingeniería en Agronomía e Innovación Agrícola en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco., Docente en el programa Académico de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable en el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez (ITJMMPYH) Campus Mascota. El Ing Ramírez, Publicó artículo como primer autor "Efecto agrobiológico de *Azospirillum brasilense* y *Trichoderma* spp. en el desarrollo vegetativo del cultivo de noche buena (*Euphorbia pulcherrima*)" Vol. 22, 2017, No. 11: 23-24 100CIATEC. Participación como autor de ponencia en el 3er Congreso Estudiantil de Agricultura Orgánica Sustentable y 1er Congreso Nacional de Agricultura Orgánica y Sustentable en la Universidad Autónoma de Chapingo, Diciembre 2017. Integrante del cuerpo Académico en Formación "Ambientes Sustentables".