



Vermicomposteo a partir de fibra de agave. ¿Sustrato o bioabono?

Agustín Damián Nava, Amilpas Ramos Diana Laura,
Arcos Fuentes Litzy Karina, Bibiano Córdoba Nadia Lizet,
Terrero Bartolo Aleida, *Vargas Álvarez Dolores

Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero
Avenida Lázaro Cárdenas s/n colonia la Haciendita Chilpancingo de los Bravo, México. C.P: 39090.

Autor de correspondencia: *dvargas@uagro.mx

RESUMEN

Se evaluaron tratamientos físico-químicos para degradación de fibra agave, usando hidrólisis alcalina a distintas concentraciones con compuestos como NaOH (a 0.025, 0.05 y 0.1 M) y $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (al 3, 5 y 10 %) para determinar la opción más adecuada para su degradación. Las distintas muestras hidrolizadas fueron inoculadas con hongo colectado del mismo bagazo manteniendo una semana en condiciones de humedad para observar el crecimiento y en base a las observaciones se determinó la concentración más factible de acuerdo con la degradación, así como la más fácil de digerir para la lombriz. Se notó que la hidrólisis con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a concentración 3% y la hidrólisis con NaOH 0.1 M fueron de mejor funcionamiento; tales tratamientos fueron sometidos a un proceso más; el vermicompostaje, en donde añadiendo otros componentes orgánicos las lombrices rojas californianas (*Eisenia Fetida*) se alimentaron y disgregaron la fibra antes tratada.

El proceso de vermicompostaje fue monitoreado durante 3 meses de forma periódica. Al termino de este tiempo fue visiblemente notable la desaparición de la fibra de agave, en ese momento se realizaron pruebas de pH, conductividad eléctrica y humedad a los distintos sustratos.

Palabras clave: *Eisenia Fetida*, hidrólisis, vermicompostaje.

ABSTRACT

Physical-chemical treatments for degradation of agave fiber were evaluated, using alkaline hydrolysis at different concentrations with compounds such as NaOH (at 0.025, 0.05 and 0.1 M) and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (at 3, 5 and 10%) to determine the option more suitable for its degradation. The different hydrolyzed samples, they were inoculated with fungus collected from the same bagasse, maintaining a week in humid conditions to observe the growth and based on the observations the most feasible concentration according to the degradation was determined, as well as the easiest to digest for earthworm. It was noted that hydrolysis with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ at 3% concentration and hydrolysis with 0.1 M NaOH were better functioning; such treatments were subjected to one more process; the vermicomposting, where adding other organic components the red California worms (*Eisenia Fetida*) were fed and disintegrated the previously treated fiber. The vermicomposting process was monitored for 3 months periodically. At the end of this time, the disappearance of the agave fiber was visibly noticeable, at that moment pH, electrical conductivity and humidity tests were carried out on the different substrates.

Key words: *Eisenia Fetida*, hydrolysis, vermicomposting.

INTRODUCCIÓN

El género *Agave* comprende 208 especies y es el más grande de la familia Agavaceae, cuya mayoría son nativas de México (Ávila et al., 2006). En 2017, se produjeron 1.68 millones de toneladas de diferentes especies de *Agave* en México, incluidas especies de interés agroindustrial (*Agave americana*, *A. angustifolia*, *A. fourcroydes*, *A. salmiana* y *A. tequilana*) de diversos sectores productivos (tejidos, bebidas alcohólicas, y jarabe) donde *A. tequilana* lidera su utilización con 0.96 millones de toneladas en el mismo año (Pérez et al., 2018). El agave es una planta que tiene una valiosa fuente de materia prima, y es utilizado en procesos biotecnológicos debido a su contenido fibroso, el complejo de azúcar y su desecho de bagazo (Narváez, T. 2009). El agave es importante para la industria de tequila y mezcal en México. Debido a la gran demanda de estos productos, dan lugar a la producción de millones de litros de estas bebidas. Sin embargo, este proceso de producción también genera residuos, siendo el bagazo uno de los principales. Este desecho es la fibra residual que queda después de cocinar, moler, y extraer el jugo fermentable. Se generan grandes cantidades de este desecho y su disposición se ha vuelto un problema ambiental y económico (González, Y. et al., 2005). El bagazo de agave está compuesto por celulosa, hemicelulosa y lignina, principalmente. Sin embargo, existe una gran variabilidad en el contenido de celulosa dentro de las especies de *Agave* y de las hojas al bagazo, que van desde 12 a 84% y 26 a 47%, respectivamente (Pérez et al., 2016). Composición de diferentes especies de *Agave* de (celulosa, hemicelulosa, lignina, ceniza), (% del peso seco total): *A. americana* hojas 12-59%, 3-38%, 3-9%, 2-7%. Bagazo 26-38%, 13-14%, 7-18%, 7% (Pérez et al., 2016). *A. angustifolia* hojas 67%, 25%, 6%, --%. *A. atrovirens* hojas. 24-36%, 10%, 2%, 3% (Satyanarayana 2013). *A. fourcroydes* hojas 58-78%, 5-30%, 6-13%, 1% (Sghaier 2012). *A. lechuguilla* hojas. 80%, 3-6%, 15%, --% (Hernández et al., 2016). *A. Salmiana* hojas. 32%, 11%, 10%, 6%. Bagazo 39-47%, 14-16%, 10-16%, 6% (Balan 2009). *A. sisalana* hojas. 77-84%, 7-10%, 7-11%, 1-2%. Bagazo 43%, 32%, 15%, --% (Yang 2012). *A. tequilana* hojas. 34-55%, 9-15%, 12-16%, 6-7%. U Bagazo 26-46%, 15-23%, 13-20%, 4-6% (Li 2014). Una opción sustentable para el tratamiento del bagazo es mediante procesos de composteo. El compostaje es un método eficiente en la eliminación de residuos y permite el aprovechamiento del producto final (Roja et al., 2015). En el proceso de

vermicompostaje se utiliza la lombriz roja californiana *Eisenia fetida*, la cual, en condiciones favorables puede estar reproductivamente activa durante más de 500 días. Cada capullo puede producir una media de 2.7 crías durante un periodo de incubación de 23 días. Estas alcanzan su madurez sexual después de 40 o 60 días y producen sus capullos 4 días después de la unión (VenterJ, 1988). El estómago de la lombriz y sus desechos en la lombricomposta contienen *Bacillus firmus* Gram positiva (Rizobacteria) (Torres A. 2017). *Bacillus firmus* muestra un excelente control de la PPN (parásitos de plantas) y se ha producido como nematocida. El humus de lombriz se utiliza como abono orgánico en suelos degradados. Las tierras ricas en él son esponjosas y menos sensibles a la sequía, facilitan la absorción de los elementos fertilizantes, su pH neutro permite aplicarlo en contacto con la raíz de forma que evita en 100% el choque del trasplante y facilita la germinación de semillas, contiene sustancias fitoregulatoras que ayuda a controlar la aparición de plagas. Posee una importante carga bacteriana que degrada los nutrientes a formas asimilables por las plantas. (García et al., 2013). Por lo tanto, el siguiente trabajo tiene como objetivo general evaluar las técnicas para la degradación de fibra de agave por medio de métodos biotecnológicos por hidrólisis de Hidróxido de sodio e Hidróxido de calcio para posteriormente llevarse al vermicomposteo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se eligieron dos vinatas que tuvieran actividad para coleccionar el bagazo y una fábrica proporciono todos los recursos materiales se instaló el computador considerando los cuatro tratamientos para promover la hidrólisis de la lignina, la cual fue analizada en adición con la celulosa y posteriormente se instalaron seis tratamientos formulados para el lombricomposteo junto con un testigo normal, donde al final del proceso se analizaron pH, CE y humedad final. Para este proceso se realizó el siguiente procedimiento secuenciado: 1. Determinación de lignina. Se determinó de acuerdo al método de Klason. 2. Determinación de celulosa. Determinado de acuerdo al método de Kurschner y Hoffer. 3. Vermicomposteo. Este fue realizado con desechos orgánicos y estiércol para ser mezclados y agregarse en distintas cajas, cada caja con su etiqueta de identificación respectivamente: Caja 1.- Bagazo y 20 lombrices; Caja 2.- Desechos orgánicos (vegetales del hogar) y 20 lombrices; Caja 3.- Materia orgánica y 20 lombrices; Caja 4.- Bagazo, materia orgánica y 20 lombrices; Caja 5.- Bagazo hidrolizado con cal; Caja 6.- 180 g de bagazo con

hidróxido de sodio; Caja 7.- 1 kg de bagazo con hongo.4. Para medir conductividad eléctrica se utilizó un conductímetro modelo conductronic CL8.5. El pH se midió con un potenciómetro6. Para medir humedad. Se pesó 10 g de tierra de cada caja de composta y se pasaron a un recipiente de peso conocido, después se introdujo estas muestras a la estufa para secar a 120 °C durante 30 minutos, posteriormente se metió al desecador para pesarse a peso constante y por diferencia de peso se determinó la humedad.

RESULTADOS las fibras de agave colectadas y tratadas con la diferentes hidrolisis presentaron diferentes contenidos de lignina y celulosa aun cuando el origen era el mismo, el resultado mas sobresaliente fue el alto contenido de celulosa en las hidrolisis que se generó de forma natural con el hongo de pudredumbre blanca. Seguido del hidrolizado con Ca(OH)₂ y NaOH a diferencia del testigo.

Tabla 1. Porcentaje de lignina por el método de Klason y de celulosa por el método de Kurschner y Hoffer.

Tratamientos	Lignina (%)	Celulosa (%)
Bagazo sin tratamiento	18	20.6
Bagazo húmedo con presencia de hongos	14.4	70.5
bagazo hidrolizado con Ca(OH) ₂	8.53	56.4
bagazo hidrolizado con NaOH	7.2	37.2

Los tratamientos formulados para el vermicompostaje arrojaron resultados de acuerdo a los parámetros de los requerimientos de determinados cultivos los tratamientos mejores son los que tienen desechos del hogar, sin embargo el hidrolizado con cal y el hongo de

podredumbre blanca son prometedores por la retención de humedad y la conductividad eléctrica, sin embargo el hidrolizado con hidróxido de sodio presento característica idóneas por ser el tratamiento más precoz en la degradación de la fibras.

Tabla 2. Características de los tratamientos del vermicompostaje

Tratamiento	Humedad (%)	pH (B)	CE (conductividad eléctrica)
Bs+E+T+L	41.25	7.54	431
Bs+RVH+E+T+L	26.13	7.87	405
BNa+E+T+L	34.05	8.66	1358
BCa+E+T+L	39.61	8.06	996
BPH+E+T+L	21.35	8.01	1031
RVH+E+T+L	50.32	7.63	531

Bs=Bagazo sin tratamiento; BCa=Bagazo hidrolizado con Ca (OH)₂; BNa=Bagazo hidrolizado con NaOH; BPH=Bagazo con Presencia de Hongo; E=Estiércol de bovino; L=Lombriz roja californiana,T=Tierra; RVH=Residuos Vegetales del Hogar.

DISCUSIÓN

En la Tabla 2, muestra las características de los tratamientos del vermicompostaje, se puede observar

cómo es el aumento de la cantidad de lombrices en cada tratamiento, en los cuales en donde se tiene un número incontable se tiene un mejor resultado en cuanto al sustrato.

Medir el pH de los sustratos podría resolver el 90% de los problemas nutricionales antes de que las plantas estén demasiado estresadas, debido a que, si el pH del sustrato se encuentra en el rango óptimo (5.2-6.3), la mayoría de los nutrientes mantendrán su máximo nivel de solubilidad. Tomando en cuenta la Tabla 2. se difiere que los pH obtenidos en los siete tratamientos son eficientes en macronutrientes, pero podrían disminuir la asimilación micronutrientes, ya que, por debajo del rango óptimo, pueden presentarse deficiencias de Nitrógeno, Potasio, Fósforo y Magnesio; mientras que, por encima, puede disminuir la solubilidad de microelementos (Bárbaro L. 2013).

En las pruebas realizadas se midió conductividad eléctrica en dónde; a mayor conductividad eléctrica mayor es la concentración de sales. La CE es la medida de la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, el valor será más alto cuanto más fácil se mueve la corriente a través del mismo. Esto significa que, a mayor CE, mayor es la concentración de sales, es recomendable que la conductividad eléctrica de un sustrato sea menor a 100000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Bárbaro L. 2013). Con la medición de la conductividad eléctrica se obtuvieron rangos entre 400 y 1406 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el cual se destaca que el tratamiento con mejor conductividad eléctrica es el que contiene bagazo hidrolizado con hidróxido de sodio al 0.1 molar, mezclado con estiércol, tierra y lombrices.

La humedad que se debe presentar al inicio de una vermicompost es del 70% de humedad y sus condiciones finales al 40% de esta. Los resultados que se obtuvieron están dentro del parámetro normal ya que presentan entre un 21% a un 50% de humedad.

Los niveles de lignina que se obtuvieron al someterse en compostaje, se muestran en la Tabla.1 con valores que varían del 7 al 23% que en comparación con el agave tequilana que presenta un 15% de lignina. El primer tratamiento de bagazo sin tratar $17.3 \pm 22.6\%$ de lignina, el segundo tratamiento bagazo húmedo con presencia de hongo $11.7 \pm 17.5\%$, el tercer tratamiento de bagazo hidrolizado con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con un porcentaje de entre 6.1 ± 10.2 y el cuarto tratamiento 5.4 ± 8.6 en este caso podríamos decir que el NaOH fue eficiente al disminuir la presencia de lignina debilitando sus enlaces, así como también las aceras y pectinas.

En la Tabla 1 se observa la determinación de celulosa en el bagazo sin tratamiento es de 17- 27.4 % a comparación del bagazo del agave tequilana que es 26-46 % y el bagazo húmedo con presencia de hongos

61.2-87.6%, con estos datos se difiere que en cuanto al bagazo sin tratamiento y el bagazo húmedo se disminuyó en un 70.6 % de celulosa. En cuanto al bagazo hidrolizado con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ el porcentaje va de 38.8-71.4%, hay una diferencia de 54.4%. El bagazo hidrolizado con NaOH se encuentra entre los rangos de 23-52.4%, hay una diferencia de 35.4%. Teniendo como mejor resultado en cuanto a la disminución de celulosa al bagazo hidrolizado con $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

CONCLUSIÓN

En este proyecto se realizó una evaluación de tratamientos fisicoquímicos para degradar fibra de agave, estas técnicas fueron las que se utilizaron para la determinación de celulosa, lignina, humedad, pH, conductividad eléctrica. Dichas técnicas fueron los procesos aerobios con los que se degradó la fibra de agave, esto también engloba la evaluación del efecto degradador de estos procesos, los cuales fueron hidrólisis con hidróxido de cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e hidróxido de sodio (NaOH) a los que se sometió la fibra de los cuales los que resultaron mejores tratamientos fueron hidrólisis con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 3% y el NaOH a 0.1 M.

Finalmente se evaluaron las muestras antes mencionadas para la degradación en vermicomposteo donde se puede inferir que la mejor muestra para degradar lignina fue la del hidróxido de sodio y para degradar celulosa es la de hidróxido de calcio, pero la muestra que tiene parámetros óptimos para su uso es la que contiene hidróxido de sodio.

REFERENCIAS

1. Ávila, S. V. Souza, V. Gaut, B. S. Eguiarte, L. E. (2006). Sincronización y tasa de especiación en Agave (Agavaceae). Proc Natl AcadSci USA 103: 9124 - 9129.
2. Balan, V. Bals, B. Chundawat, S. Marshall, D. Dale, B. (2009). Pretratamiento de biomasa lignocelulósica utilizando AFEX. Methods in molecular biology (Clifton, NJ) 581: 93 - 102.
3. Barbaro L. (2013). Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. Pág. 2,7.
4. García, M., Navarro Espinosa, M. Velázquez, C. Velázquez, J. (2013). Elaboración de abono orgánico a base de lombriz roja californiana. Estudios agrarios. Page 10.

5. González, G., González R., Orfil, N. Arellano, J. (2005). Potencial del bagazo de Agave tequilero para la producción de biopolímeros y carbohidrasas por bacterias celulolíticas y para la obtención de compuestos fenólicos e-Gnosis, núm. 3, p. 0 Universidad de Guadalajara, México.
6. Hernández, H. Chanona, J. Vega, A. Ligeró, P. Mendoza, J. Calderón, G. et al., (2016). Tratamiento con acetosolv de fibras de residuos de hojas de agave: Influencia de las variables del proceso y estudio microestructural. *Ind Crop Prod* 86: 163 - 172
7. Li H. Pattathil, S. Foston, M. Ding, S. Kumar, Gao X. et., al (2014). Agave demuestra ser una materia prima lignocelulósica de baja recalcitrancia para la producción de biocombustibles en tierras semiáridas. *Biotechnol Biofuels* 7, 50 *Microbiology and Biotechnology* 31 (4), 661-667.
8. Narváez, A. F, Teyer. (2009). Agaves as a raw material: recent technologies and applications. *Patentes recientes sobre biotecnología*, Volumen 3, Número 3, pp. 185-191 (7).
9. Pérez, J. Sánchez, L. et al. *Bioenergía Res.* (2018). Evaluación de recalcitrancia de los residuos agroindustriales de cinco especies de agave pretratamiento de líquidos iónicos, sacarificación y caracterización estructural. Volumen 11, Número 3, pp 551–561.
10. Pérez, J. Flores, C. Ruiz, H. Sathitsuksanoh, B. Costa, L. et al., (2016). Evaluación de recalcitrancia de bagazo de agave con AFEX TM, hidrólisis y pretratamiento líquido iónico. *Bioresour Technol* 211: 216- 223
11. Roja, G. Sarmiento, M. Montoya, N. (2015) Mechanisms and regulation of enzymatic hydrolysis of cellulose in filamentous fungi: classical cases and new models. *Rev Iberoam Micol.*; 32(1):1-12. DOI: 10.1016/j.riam.2013.10.009.
12. Satyanarayana, K. Flores-Sahagún, T., Dos Santos, J. Mazzaro, I. Mikowski, A. (2013). Caracterización de las fibras de bagazo de agave azul de México. *Compuestos Parte A: Appl Sci Manuf* 45: 153 - 161.
13. Sghaier, A et al (2012). Morphological and crystalline characterization of NaOH and NaOCl treated *Agave americana* L. fiber. *Industrial Crops and Products*. 36(1), 257-266.
14. Torres, A., Ramos, V. Hidalgo, Ml. (2017). Caracterización e identificación de microorganismos presentes en la lombricomposta y lombriz (*Eisenia fétida*). *Revista de sistemas experimentales*. 4 -13: 33 –37.
15. Venter, J.M. (1988). The life cycle of the compost worm *Eisenia fetida* (Oligochaeta), *AJ Reinecke*. *South African Journal of Zoology* 23 (3), 161-165.
16. Yang, Q. Pan, X. (2012). Pretratamiento del tallo *Agave americana* para la sacarificación enzimática. *Bioresour Technol* 126: 336 – 340.

Access this Article in Online	
	Website: www.ijarbs.com
Quick Response Code	Subject: Biofertilizers
DOI: 10.22192/ijarbs.2021.08.02.013	

How to cite this article:

Agustín Damián Nava, Amilpas Ramos Diana Laura, Arcos Fuentes Litzy Karina, Bibiano Córdoba Nadia Lizet, Terrero Bartolo Aleida, Vargas Álvarez Dolores. (2021). Vermicomposteo a partir de fibra de agave. ¿Sustrato o bioabono?. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 8(2): 113-117.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.22192/ijarbs.2021.08.02.013>