

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.623>

Extracto de bagazo de caña como biofertilizante y sus efectos en huertos agroecológicos

Cane Bagasse Extract as a Biofertilizer and its Effects in Agroecological Orchards

Alva Tatiana Borja Ramos

at.borja@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-8370-6644>

Universidad Técnica de Ambato
Ecuador – Ambato

Mishel Katherine Lascano Muñoz

mk.lascano@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-7174-6291>

Universidad Técnica de Ambato
Ecuador – Ambato

Johanna Vanessa Frutos Pinto

jv.frutos@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2569-9431>

Universidad Técnica de Ambato
Ecuador – Ambato

Oscar Andrés Acosta Toro

oacosta7302@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-9659-0958>

Universidad Técnica de Ambato
Ecuador – Ambato

Daniela Valeria Recalde Gómez

daniv.recalde@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-1545-3738>

Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua
Ecuador - Ambato

Artículo recibido: 20 diciembre 2024 - Aceptado para publicación: 26 enero 2025
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

El presente artículo trata temas relacionados con fertilización por medio del extracto de caña, haciendo énfasis en los huertos agroecológicos que hay en la zona centro del Ecuador, por ende, se analiza los efectos que tiene el extracto de caña como fertilizante. Se analiza a nivel estructural la caña, los problemas que se presentaron y sus perspectivas en cuanto al mejoramiento de la producción, así como el papel que cumplió el fertilizante con su uso en las fincas, otro análisis que se desarrolló es la medición de la composición del bagazo de caña representa valores relativamente altos de carbono, Fosforo, y calcio y en menores cantidades el nitrógeno, lo cual lo hace un recurso totalmente aprovechable en la fertilización de cultivos y mejoramiento de suelos.

Pero debemos conocer que la aplicación directa de estos desechos al suelo sin ningún tratamiento puede provocar daños irreversibles en el suelo.

Palabras clave: administración, modelo, sistema, agropecuaria, profesión

ABSTRACT

This article deals with issues related to fertilization through sugarcane extract, emphasizing the agroecological orchards that exist in the central zone of Ecuador, therefore, the effects of sugarcane extract as a fertilizer are analyzed. The cane is analyzed at a structural level, the problems that arose and their perspectives regarding the improvement of production, as well as the role that the fertilizer played with its use on the farms, another analysis that was developed is the measurement of the composition sugarcane bagasse represents relatively high values of carbon, phosphorus, and calcium, and nitrogen in smaller amounts, which makes it a fully usable resource for crop fertilization and soil improvement. But we must know that the direct application of this waste to the soil without any treatment can cause irrecoverable damage to the soil.

Keywords: administration, model, system, agriculture, profession

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

La caña representa aproximadamente 1700 millones de toneladas en alrededor de 24 millones de hectáreas en el mundo, siendo los principales países productores de caña China, India y Brasil con alrededor del 60% de producción en todo el mundo (Morreale, 2020).

En América Latina la caña es considerada como uno de los principales productos para la generación de azúcar, y otros derivados como la panela y licores. En Ecuador representa o contribuye con el 1,4% del PIB nacional generando 35.000 empleos directos y 70.000 empleos indirectos, sobre todo cuando existe mayor demanda de producto en época seca de cosecha de Julio a Diciembre (Navarrete et al., 2020).

El alto volumen de desecho de caña deteriorado llamado “bagazo” viene a agravar problemas ambientales como son: contaminación por moscas, acumulación de basura y olores no tan agradables, es por esto que se está buscando una nueva alternativa de uso, la cual se basa en utilizar este desecho de caña como un biofertilizante que ayude a contribuir con los ecosistemas (Sánchez, 2007; Domínguez, 2011).

Para poder realizar un tratamiento con un biofertilizante a base de bagazo de caña, este se mezcla con gallinaza o pulpa de café, el contenido de bagazo varía de 10 al 30% y alcanza tiempos de composteo de alrededor de 10 a 11 semanas. La relación C/N del bagazo de caña es de 150/1, lo que significa que para ayudar al proceso de compostaje debemos añadir N; el producto final necesita tener un pH adecuado, ser estable en cuanto a su actividad microbiana y estar libre de sustancias tóxicas (Volverás, 2020).

El composteo es un proceso aeróbico de descomposición de materias orgánicas por la acción de microorganismos combinados con factores físicos y químicos. La aireación del material permite suministrar oxígeno al proceso de fermentación (Prieto et al., 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se ha desarrollado en base a un estudio metódico de artículos de revistas especializadas cuya finalidad es el ámbito nutricional de la producción en base al bagazo de caña, además se ha incluido información relevante relacionada con los problemas de la producción, esto permite una actualización de conocimientos de forma vinculada mediante la utilización de técnicas de localización y fijación de información y contenidos bibliográficos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los insumos agroecológicos son una opción importante para los agricultores en el contexto de la economía campesina, puesto que se pueden utilizar materiales locales disponibles en la finca. Con esto se logra reducir costos y al mismo tiempo se aprovechan los recursos del entorno. Los insumos agroecológicos como bioles, extractos y tés son necesarios para las plantas porque les brindan sustancias nutritivas que, por una parte, mejoran sus condiciones de desarrollo y en

consecuencia se obtienen mejores cosechas y, por otra, ayudan a prevenir enfermedades y controlar plagas, son amigables con el ambiente y de fácil preparación. La agricultura orgánica ha ido creciendo con el pasar del tiempo debido a la necesidad de cambiar, reducir o frenar el deterioro del planeta (Caldas, 2013).

Un biofertilizante bastante utilizado dentro de la agricultura orgánica es el bagazo de caña, que además de brindar nutrientes a los cultivos, no afecta los ecosistemas y por ende no tiene efecto negativo sobre los humanos que se encuentran alrededor o que consumen el producto final de cosechas de huertos agroecológicos (Volverás, 2020).

El bagazo de caña necesita ciertas condiciones como temperatura y humedad (48 a 50%) para mantenerse útil en la agricultura, cuando este se encuentra bajo estas condiciones aporta un excelente sustrato para el correcto desarrollo de varios microorganismos, en donde se dan reacciones simultáneas como la generación de calor que ayuda a una descomposición rápida de nutrientes. Se ha considerado el bagazo como un biofertilizante por su alto contenido de azúcares, proteínas y minerales (Cobos et al., 2023).

Se ha demostrado que el compost a base de bagazo de caña al aplicarlo en cultivos ha incrementado el tamaño y diversidad de poblaciones de hongos filamentosos, bacterias no filamentosas y actinomicetos, así como también bacterias fijadoras de nitrógeno. Encontramos que a más de obtener buenos resultados en el incremento de microorganismos también la producción se elevó debido a que se disminuyeron las plagas y enfermedades (Cifuentes, León, & Porres, 2013).

Se conoce que una gran cantidad del material orgánico que se produce durante la fotosíntesis en las plantas es eventualmente degradada por la acción microbiológica y almacenada en forma de humus en los suelos (Pérez et al., 2021). A los residuos sólidos (cachaza, ceniza, hoja) se les realiza un pre-tratamiento para eliminar el exceso de humedad. Cuando las humedades son adecuadas se analiza la composición de cada uno de los residuos y se procede a la conformación de una pila, verificando a través de un balance de masa su relación C/N, C/S y humedades de ingreso. Una vez armada la pila se procede a mezclar y airear creando las condiciones necesarias para el crecimiento de microorganismos los cuales descomponen los residuos hasta transformarlos en compostaje (Páez et al., 1997).

El bagazo de caña al ser un fertilizante orgánico de alto rendimiento puede ser utilizado en planes de fertilización orgánica, e incluso para sustituir o complementar proporcionalmente a los fertilizantes químicos, sin incurrir en grandes dosis de aplicación debido a que sus nutrientes están disponibles para el cultivo (Bohórquez, 2019). Las cenizas de la combustión del bagazo contienen minerales que pueden ser aplicados como fertilizantes de los suelos (Marín, 2019).

Utilidades

Este proceso de degradación toma lugar en la naturaleza de forma espontánea, caracterizándose por sus bajas velocidades y su ocurrencia en la superficie de los suelos, a

temperatura ambiente y preferiblemente en condiciones aerobias. Mediante el desarrollo de proceso de compostaje es posible acelerar considerablemente la biodegradación y biotransformación del material orgánico, obteniéndose productos con propiedades agrobiológicas más favorables que las del material de partida (Morreale et al., 2020).

La elaboración de ácido húmico y en general de humus, a través del bagazo de caña tiene grandes efectos beneficiosos principalmente en los suelos; en donde las características principales son:

- Se mantienen en el suelo y resisten a la degradación del mismo y posteriormente a la descomposición por agentes microbianos.
- Aportan propiedades beneficiosas al suelo, siendo estas físicas, lo que ayuda a la aireación, reduciendo así la compactación.
- Permite a las raíces de las plantas absorber el oxígeno requerido para la respiración.
- Hay mejor drenaje del agua que se encuentra en cantidades mayores en el suelo.
- Hay mayor capacidad de intercambio catiónico, lo que interviene en su mayoría en la alimentación de la planta por nutrientes.
- Existen mayor número de elementos de la nutrición de las plantas: como puede ser N, K, P (Marín, 2019).

Los microorganismos descomponen los elementos presentes en el suelo y son de gran ayuda como alimento para las plantas. Al descomponer la materia orgánica se forman sustancias denominadas fitohormonas, estas sustancias son absorbidas por los vegetales lográndose un óptimo crecimiento, desarrollo y finalmente generando una buena producción durante su etapa final. La presencia de la materia orgánica en el suelo ayuda a disminuir el efecto de las plagas que atacan a los cultivos, además de contrarrestar las enfermedades que provocan muerte súbita a las plantas. La aplicación de un biofertilizante obtenido del bagazo de caña ayuda al desarrollo de microorganismos especializados con el fin de obtener el nitrógeno presente en el aire y ayudar a que el suelo se vuelva mucho más fértil.

Un pequeño tamaño inicial de partícula contribuye a una rápida descomposición del sustrato ya que conlleva a una mayor área superficial para el ataque microbiano.

Se hace necesario establecer una relación entre el área superficial que favorezca la degradación y el tamaño de partícula que garantice una aireación eficiente, sobre todo cuando se trabaja en pilas con aireación natural. Los tamaños de partícula que se recomiendan oscilan entre 1, 3 y 5 cm, aunque existen experiencias japonesas donde se emplea paja de trigo sin picar, pero aumentando la humedad en el proceso. Con paja de caña es necesario profundizar al respecto. Cuando se trabaja con sistemas de aireación forzada y agitación mecánica se utilizan tamaños de partículas pequeños y en los sistemas de aireación natural los tamaños de partícula se acercan al límite superior (Fiagro, 2004).

Una rápida descomposición controlada que conlleva a la producción de un compost terminado estable, rico en humus y microflora, en un término de 5 a 8 semanas. Durante este período ocurren complejas reacciones secundarias de condensación y polimerización que dan lugar al humus final.

Aunque se hace necesario tomar en consideración los criterios de maduración del compost para considerarlo apto para su uso, el tiempo promedio de duración oscila entre 3 a 4 meses. A pesar de lo anterior existen prácticas en el mundo, donde se aplica el compost no totalmente terminado, es decir en un término entre 1 a 2 meses.

La eficiencia de los fertilizantes a base de residuos de caña y la respuesta de los rendimientos en un suelo particular puede ser fácilmente analizada agregando diferentes cantidades de fertilizantes en parcelas adyacentes, midiendo y comparando los rendimientos de los cultivos consecuentemente. Tales ensayos mostrarán también otro efecto muy importante del empleo de fertilizantes, a saber, que ellos aseguran el uso más eficaz de la tierra, y especialmente del agua.

Estas son consideraciones muy importantes cuando las lluvias son escasas o los cultivos tienen que ser irrigados, en cuyo caso el rendimiento por unidad de agua usada puede ser más que duplicado. La profundidad de las raíces del cultivo puede ser aumentada (FAO, 2001).

A través de la evaporación de grandes cantidades de agua durante el día, los nutrientes tomados del suelo son llevados a las hojas de las plantas, esta acción importante tiene lugar en las hojas verdes. Esta es una manera natural de transformar los elementos inorgánicos tomados por las plantas del aire y del suelo en materia orgánica, con la ayuda de la energía de la luz solar: la energía de la luz se transforma en energía química (FAO, 2001).

Un suministro suficiente de nutrientes es importante para un funcionamiento correcto de este proceso. Esto se debe al hecho de que, si uno de los nutrientes del suelo no está presente, la fotosíntesis se retrasa. Cultivos diferentes necesitan cantidades específicas de nutrientes. Además, de la cantidad de nutrientes depende en gran parte el rendimiento del cultivo.

Los nutrientes primarios, secundarios y los micronutrientes, cuando faltan en el suelo, limitan el rendimiento y /o afectan la calidad de los cultivos; donde a su vez no pueden ser sustituidos por algunos otros nutrientes. En consecuencia, para algunas prácticas agrícolas, la fertilización equilibrada esencialmente significa una oferta de N, K y P, en relación con las reservas del suelo, los requerimientos y los rendimientos esperados del cultivo. La aplicación foliar es el método más eficiente de suministro de micronutrientes que son necesarios solamente en pequeñas cantidades y que si son aplicados al suelo no pueden llegar a estar disponibles. Para minimizar el riesgo de quemado de las hojas, la concentración recomendada tiene que ser respetada y aplicada preferiblemente en días nublados y en las primeras horas de la mañana o en las últimas del atardecer (FAO, 2001).

Todos los factores que se encuentran en el ambiente generan desperdicios ya sea en mayor o en menor cantidad, pero proporcionan un grado determinado de desechos que dañan al medio ambiente. La caña de azúcar puede ser aprovechada para convertir sus residuos orgánicos en fertilizantes orgánicos que ayuden en los cultivos y sean de fácil provecho para los agricultores, siendo posible por compostaje (Madrid & Castellanos, 2013).

Manejo del bagazo de caña

El bagazo de la caña de azúcar aplicándolo directamente en suelo puede causar daño a los cultivos ya que es de lenta descomposición, es por esta razón que es recomendable dejar descomponer y formar primeramente un compostaje adecuado. Este proceso llega a completarse en un tiempo determinado entre 9 y 12 semanas, pero la aceleración del proceso se la puede realizar a través de la aplicación de activadores que ayudan a regular la relación carbono-nitrógeno existente en la cachaza (Arias et al., 2021).

Producción de abono orgánico a partir de la cachaza

La elaboración del abono orgánico a partir de los residuos de la caña de azúcar conocido como cachaza se realiza a través de la participación de microorganismos considerados descomponedores, que en menor tiempo forman el abono para ser utilizado en los cultivos (Moncayo, 2014). Las aplicaciones de abono orgánico en el suelo ayudan a reconstruirlo y devolverle la fertilidad que se ha ido perdiendo ya sea por la aplicación de químicos o simplemente por mal uso del suelo, en algunos casos la pérdida de nutrientes en el suelo se da por erosiones naturales o en presencia de vientos fuertes. Con la adición de este tipo de abonos se puede obtener un mayor índice de productividad del cultivo (Pérez, 2021).

Evaluación de la melaza como sustrato obtenido de la caña de azúcar

El cultivo de caña puede ser utilizado como materia prima, en donde se puede manipular la melaza para la elaboración de productos más complejos. La ventaja del uso de estos productos es su fácil adquisición y son más económicos en comparación con otros productos comerciales que tienen la misma función. Los organismos encargados de la fermentación de la caña de azúcar o de sus materias primas son conocidos como probióticos (Vargas et al., 2022).

En cuanto a componentes que se encuentran en mayor cantidad en la melaza tenemos los siguientes:

Componentes de la melaza

Materia seca	68%
Proteínas	3%
Sacarosa	30 – 63%
Azúcares reductores	3 - 5%
Agua	16%
Grasas	0.40%
Ceniza	9%

(Vargas et al., 2020)

Pero además también se consideran importantes lo que son los minerales y aminoácidos que forman parte de la melaza de caña de azúcar.

Minerales		Aminoácidos	
Calcio	0.74%	Glisina	0.10%
Magnesio	0.35%	Leucina	0.01%
Fósforo	0.08%	Lisina	0.01%
Potasio	3.67%	Valina	0.02%

(Vargas et al., 2020)

Fertilizantes a partir de los derivados de la caña de azúcar

Los abonos fertilizantes y ácidos húmicos son de gran importancia y valor orgánico para la aplicación de éstos en los suelos degradados, ya que cuentan con un alto porcentaje de materia orgánica. Para la transformación de dichos fertilizantes se toma en cuenta la relación C/N que es un elemento fundamental en el momento de la descomposición rápida del material. La humedad para que los microorganismos posean un ambiente adecuado para realizar sus diferentes destinos y degradar las materias primas, la aireación que se debe implementar para que el material en descomposición no eleve la temperatura que pueden dañar los fertilizantes que están siendo elaborados. Además de ello se debe tomar en cuenta el tiempo de duración para conocer el momento exacto de aplicación en el suelo (Ramírez et al., 2021).

CONCLUSIONES

El bagazo de caña tiene muchos beneficios para los huertos agroecológicos ya que al ser un fertilizante orgánico de alto rendimiento puede ser utilizado para disminuir la utilización de productos químicos y así evitar el exceso de contaminación en el suelo y el ambiente.

En la actualidad los residuos de la caña de azúcar se pueden aplicar como sustrato para la elaboración del compost ya que el residuo de esta planta tiene un contenido entre el 40-60 % de materia orgánica con una cantidad de sacarosa de un 5 a 15 %, claro que estos cálculos van a depender de varios factores climáticos, de la calidad del suelo y de la eficacia de la plantación. El producto obtenido de este compostaje es rico en macronutrientes y micronutrientes que ayudan a obtener un gran desarrollo de los cultivos.

Se determinó la composición del bagazo de caña el cual representa valores relativamente altos de carbono, fósforo, calcio y en menos cantidades de nitrógeno, lo cual lo hace un recurso totalmente aprovechable en la fertilización de cultivos y mejoramiento de suelos.

Hay que tomar en cuenta que el alto volumen de desecho del bagazo produce problemas ambientales como son: contaminación por moscas, acumulación de basura, malos olores etc. Y que para poder utilizar el bagazo en los diferentes cultivos este debe estar sometido a tratamientos

de descomposición ya que si se aplica directamente fresco puede producir daños tanto al suelo como a los cultivos.

REFERENCIAS

- Arias, Q., López, R., Sainz, L., Verdecia, M., □ Eichler., B. (2021). Potencial fertilizante de cenizas de bagazo de caña de azúcar de industrias azucareras. *Revista Cubana de Química*, 33(3), 452-466.
- Bohórquez, W. (2019). *El proceso de compostaje* (Vol. 1). Universidad de la Salle. 10p.
- Caldas, R. (2013). Entre la agricultura convencional y la agroecología. el caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el municipio de silvania, 1–120.
- Cifuentes, R., León, R., & Porres, C. (2013). *REVISTA_23_pag_8-17.pdf*. Guatemala.
- Cobos, S. B., Celorio, M. R. M., Castañeda, E. S., Canchola, A. G., & Pérez, L. H. (2023). Análisis de la producción de mezcal en San Diego La Mesa Tochimiltzingo, Puebla (Reserva Sierra del Tentzo), México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 20(1), 66-91. <https://doi.org/10.22231/asyd>.
- Domínguez, Álvarez, Castrejón, Granados, Hernández Campos, Alcalá, Tapia (2011). Estudio de la cinética de la hidrólisis ácida del bagazo de caña de azúcar sin pretratamiento para la obtención de azúcares reductores. *Revista Iberoamericana de Polímeros*. Volumen 12(3). 159p.
- FAO, (2001). Los fertilizantes y su uso. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Fiagro, (2004). Estudio sobre la producción de fertilizantes a partir de los derivados de la caña de azúcar. Recuperado de: <http://www.sanvicenteproductivo.org/est/Estudio%20Fertilizantes%20de%20la%20ca%F1a%20de%20az%FAcar.pdf>
- Madrid & Castellanos, (2013). Efecto de activadores sobre la calidad de compost elaborados con cachaza y bagazo de la caña de azúcar. Universidad de Los Andes, Núcleo “Rafael Rangel”, Dpto. Ciencias Agrarias, Trujillo. Venezuela. Fax. 072-362177.
- Moncayo (2014). Producción de abono orgánico a partir de residuos de caña de azúcar y azolla con la aplicación de microorganismos eficientes. Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Ambato – Ecuador. 132p.
- Marín, D. J. (2019). Impacto del uso de biofertilizantes a base de residuos orgánicos en los suelos. *Conciencia Tecnológica*, (58), 47-50.
- Morreale, A. (2020). “La industria de la caña de azúcar en Sicilia (siglos XV-XVII): The sugar cane industry in Sicily (15th-17th century). *Travesía* (San Miguel de Tucumán), 22(2), 7-57.
- Navarrete N., Naikiat, J., & Parrales, M. (2022). Desarrollo local de San Carlos (Ecuador). La caña de azúcar como potencial de emprendimiento. *Revista Espacios*, 43(11). DOI: 10.48082/espacios-a22v43n11p03

- Páez, G., Chandlei, C., & Chirinos, M. (1997). producción de materia seca en el cultivo del maíz (Zea mays L.).' The effects of grape waste over dry matter production corn crops (Zea mays L .). Resumen Abstr act, 55–65.
- Prieto N. R., Monsalve, Y. A., & Ramírez-Duque, A. (2020). Tendencias y alternativas para la gestión de residuos sólidos orgánicos en unidades militares del Ejército Nacional de Colombia1. Miradas de innovación, sostenibilidad y desarrollo en torno a la gestión ambiental en el Ejército Nacional de Colombia, p.150.
- Pérez, H., Rodríguez, I., & García, R. (2021). Secuestro de carbono por el suelo y sus fracciones en agroecosistemas tropicales de la región costa ecuatoriana. Revista Universidad y Sociedad, 13(2), 141-149.
- Ramírez, M., Vázquez, S., Méndez, G, & Mejía, J. (2021). Caracterización de abonos orgánicos aplicados a cultivos florícolas en el sur del Estado de México. Ciencia UAT, 16(1), 150-161.
- Sánchez, M., Santos, A., Dustet, J., Guerra, G., León, T., Argüelles, J., Ramos, M., Manzano, A., Casado, G., Gómez, Bertha. (2007). “Estudio fisiológico de una cepa de levadura con potencialidades para el enriquecimiento proteico del bagazo de caña de azúcar” Revista CENIC. Ciencias Biológicas, vol. 38. pp. 39-43. Centro Nacional de Investigaciones Científicas Ciudad de La Habana, Cuba. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181221557004>
- Vargas, M. F. V., Carvajal, M. X. Q., Díaz, L. M. V., & Pardo, R. Y. R. (2022). Encapsulación de probióticos: Alternativa tecnológica para mejorar el cultivo de tilapia (Vol. 26). Universidad de La Sabana.
- Volverás, B., G., González C. F., Huertas, B., Kopp-Sanabria, E., & Ramírez-Durán, J. (2020). Efecto del fertilizante orgánico y mineral en rendimiento de caña panelera en Nariño, Colombia. Agronomy Mesoamerican, 547-565. DOI:10.15517/am.v31i3.37334