

Revolucionando el Compostaje Domiciliario: Una Solución para los Residuos Orgánicos Complejos

Diego Bustos, Gabriela Elgueta, Viviana Chávez, Jorge Parodi

Sociedad laboratorio de investigación y educación Chávez Ltda, Temuco, Chile
Autor de correspondencia: Jorge Parodi Soc. Lab. Inv. y Edu. Chavez Ltd. Temuco, Chile
jparodi@tonalli-ltda.com

Resumen

El manejo de residuos orgánicos ha sido un problema en los últimos años, junto con la pérdida de un recurso. Las soluciones de compostaje han sido un gran desarrollo, pero tienen el problema de tomar tiempo, generar olores y no poder incorporar todo tipo de proteínas. Pretendemos presentar una innovación en compostaje domiciliario mediante un catalizador que permite compostar residuos orgánicos complejos como proteínas animales, neutralizando olores, evitando plagas, mejorando la estabilidad del proceso y produciendo un compost seguro y nutritivo. Para esto generamos un modelo de compostaje domiciliario en diversas condiciones, donde incorporamos proteínas naturales con y sin catalizador, y medimos la generación de óleo, gasa y cambios en componente orgánico. El proceso de catalización consistió en agregar las proteínas animales en una proporción 1:1 con un reactivo denominado DOCRO, que corresponde a una mezcla compleja de catalizadores químicos, y luego agregar esa materia a la composta. Nuestros resultados indican que se genera una reducción del olor, sin generar gases y modificando los valores de nitrógeno, fósforo y potasio, lo que sugiere que este catalizador permite ir superando las limitaciones del compostaje tradicional y ofreciendo una alternativa ecológica superior a la disposición en vertederos.

Introducción

La gestión de residuos sólidos domiciliarios se ha convertido en uno de los desafíos ambientales más apremiantes en los entornos urbanos (Wei et al., 2017). En este contexto, la gestión individual en el hogar emerge como una estrategia fundamental para mitigar la presión sobre los sistemas de recolección y disposición final (Shurson, 2020). El compostaje, un proceso natural de descomposición biológica, se presenta como una herramienta extraordinariamente eficaz, pero sus limitaciones tradicionales han constituido una barrera significativa para maximizar su impacto a nivel doméstico (Bouchtaoui et al., 2024; Woods et al., 2025). El potencial del compostaje domiciliario es inmenso; es capaz de reducir el volumen total de residuos generados por un hogar hasta en un 50% mediante la revalorización de la materia orgánica (Tao et al., 2023). Sin embargo, el problema central del compostaje convencional radica en la exclusión necesaria de ciertos materiales orgánicos complejos, como proteínas animales no se puede usar (Wei et al., 2017). Esta restricción limita su alcance y disuade a muchos de adoptarlo como una solución integral (Wei et al., 2017). Tradicionalmente, se recomienda evitar la

inclusión de los siguientes tipos de residuos en las composteras domésticas por razones científicas bien definidas: Residuos de Proteína Animal (carnes, lácteos): Su descomposición en sistemas no controlados tiende a generar olores fuertes y desagradables (Scaglia et al., 2011). Esto se debe a que la degradación de proteínas puede producir compuestos nitrogenados y sulfurosos volátiles, como el amoníaco y los mercaptanos, que además actúan como un potente atrayente para insectos, roedores y otras plagas no deseadas (International Humic Substances Society et al., 2013; Tao et al., 2023). Este es una gran desventaja porque complica el uso de todos los desechos orgánicos en la compostera, domiciliarios y reduce su aceptación e incorporación (Vodounnou et al., 2016; Zhang et al., 2020). En modelos más industriales ha obligado a usar materiales para reducir los olores, mejorar los procesos de degradación de proteínas y mantener el equilibrio carbono-nitrogeno, en las comunidades de bacterias presentes en las pilas de compostaje (Aycan Dümenci et al., 2023; Bouchtaoui et al., 2024; Zhang et al., 2020). La incapacidad de compostar estos materiales en casa tiene consecuencias ambientales directas. Cuando

estos residuos se desechan con la basura común, terminan en vertederos donde, debido a la compactación y la falta de oxígeno, se descomponen de manera anaeróbica (Devi et al., 2025). Este proceso es fundamentalmente distinto del compostaje aeróbico y controlado. La descomposición anaeróbica en vertederos genera metano (CH_4), un gas de efecto invernadero, y compuestos de sulfuro, responsables de malos olores, lo que contribuye significativamente al cambio climático (Min et al., 2025; Woods et al., 2025). Además, produce lixiviados contaminantes que pueden infiltrarse en el suelo y contaminar fuentes de agua subterránea (Ferreira et al., 2023). A un nivel más industrial y de manejo de lodos industriales, hemos demostrado que el uso de catalizadores químicos puede generar en forma rápida la degradación de este tipo de materia orgánica sin la generación de olores (Plaza et al., 2022). Además, compuestos similares fueron usados para el manejo de mortalidad de peces y disposición a suelo sin requerir compostaje, manejando proteínas animales, sin olor y contaminación (Parodi et al., 2022). Recientemente, mediante la modificación de este catalizador, se ha logrado gestionar residuos de bivalvos e incorporarlos al suelo sin producir olores ni atraer vectores. (Bustos, 2024) Superar estas limitaciones representa un avance fundamental para convertir el compostaje domiciliario en una solución integral y universal para la gestión de residuos orgánicos. Para ello, hemos desarrollado un catalizador químico que puede utilizarse como aditivo en el manejo de composteras, permitiendo la inclusión de proteínas animales en el proceso y mitigando los problemas asociados al compostaje doméstico mediante el uso de este catalizador de residuos orgánicos.

Materiales y Métodos

Desarrollo catalizador

El catalizador, Docro compost, es un producto registrado como aditivo para composteras a base de detergente enzimático según norma de productos en la legislación nacional. Es una mezcla compleja de compuestos químicos y el surfactante aniónico sodio dodecylbenceno sulfonato (SDBS), con un 10 % de surfactante natural de saponina como principio activo, en un ambiente alcalino. El compuesto ha sido reportado al servicio nacional de medio ambiente en Chile y

presentado al Servicio Agrícola Ganadero (SAG), para su uso en suelo en composteras. Para validar su efectividad, se diseñó un experimento comparativo utilizando tres sistemas de compostaje idénticos. Las composteras fueron armadas según manual de compostaje domiciliario de la FAO (Manual de Compostaje del Agricultor), es un sistema no comercial, recomendado para zonas urbanas y rurales, que consiste en dos recipientes de 20 litros comunicado, el superior funciona como recepción de sólidos y el inferior como receptáculo para líquidos. Este tipo de compostaje se mueve cada vez que se incorpora material, monitoreados de manera simultánea: **Compostera Control:** Contenía únicamente residuos orgánicos tradicionalmente aceptados, como restos de frutas y hortalizas.

Compostera sin Catalizador: Incorporaba proteína animal (pollo, jamón) además de los residuos vegetales, pero los residuos complejos solo eran tratados con agua antes de su mezcla.

Compostera con Catalizador: Incorporaba la misma mezcla de residuos vegetales y proteína animal, pero los residuos complejos eran pretratados con la solución catalítica. Este montaje experimental permitió evaluar de forma rigurosa los beneficios demostrables que el catalizador ofrece al usuario doméstico, sentando las bases para un análisis detallado de su rendimiento.

Evaluación de olor

Se pidió a observadores independientes que indicaran desagrado en una escala subjetiva de 0 a 4; esto se registró antes del tratamiento, una vez aplicado el tratamiento y en muestras mantenidas por el mismo tiempo sin tratamiento, según las consideraciones de la norma NCh 3190 sobre observaciones estáticas o de terreno para la evaluación ambiental de olores.

Sistema de gases cerrado

Se usó un tanque de plástico de volumen total de 1,5 litros, donde se agregaron 500 mL de materia orgánica, en condiciones de catálisis o degradación. Estos tanques fueron cerrados con un acceso bidireccional en sus tapas, que permitió el acceso de una manguera de silicona para conectar a un sensor la concentración de gases al interior. En casos

de gases pesados, el acceso por la tapa se logró gracias a una forma semicónica de los envases que permitió concentrar las atmósferas en el fondo.

Detectores de gases

Los gases fueron medidos por equipos diseñados para medir metano, CO₂ y amoníaco, en valores de ppm y bajo condiciones controladas en un modelo de gases cerrados de la compostera. Los equipos se usaron en la compostera, a una distancia de 15 cm, con acceso por la tapa superior. Para reducir la dilución en la atmósfera, se usaron los siguientes equipos: SNDWAY Detector de gas 4 parámetro modelo SW-7500D y verificados para las normas JJG915-2008 de monóxido, JJG695-2003 de sulfídico norma China y europea de calidad

(<https://www.chinesestandard.net/PDF.aspx/JJG695-2003>)

Un equipo BTMETER para NH₃, calibrado para norma de gases de la comunidad europea (NECD 2001/81/EC) que es para gases contaminantes incluyendo el NH₃

Un equipo SNDWAY para medición de CO₂ modelo SW723, como probador industrial para la norma NECD 2001/81/EC de gases contaminantes de la Comunidad Europea, certificación CE. Estos equipos nos permiten evaluar la generación de gases o el control de los mismos dentro del proyecto de compostera, junto con el sistema de medición de olor según la norma NCh 3190, permitiendo cuantificar en algunos parámetros esta reducción del olor, además de los gases

Medición de nitritos y nitratos

Se usó un espectrofotómetro Hanna instrumento modelo HI83399-02 para la medición. Se usó una serie de reactivos HANNA; estos reactivos siguen una adaptación del método del sulfato ferroso, en el cual la reacción entre el nitrito y el reactivo provoca un cambio de color en la muestra. Para el nitrato se usó una adaptación del método de reducción de cadmio. La reacción entre nitrato-nitrógeno y el reactivo causó un tono ámbar en la muestra. En ambos casos, la intensidad del color se determinó mediante un fotómetro compatible y la concentración se mostró en mg/L (ppm) de nitrito o nitrato.

Medición de Nitrógeno, Potasio y Fosfato

Se usó un espectrómetro Hanna, modelo HI83399-02, para la medición; se utilizaron técnicas bioquímicas recomendadas por Hanna Instrumentos, según la norma EPA. Para el potasio se usó una modificación de las técnicas de turbimetría basada en tetrafenilborato. Para el nitrógeno se usaron las técnicas del método cromatográfico ácido, como medida indirecta de nitritos y nitratos. Para el fosfato, se usó un método adaptado del ácido ascórbico y se estimó indirectamente la concentración de fósforo. En todos los casos, la intensidad del color se determinó mediante un fotómetro compatible y la concentración se mostró en mg/L (ppm) de los distintos metabolitos.

Prueba de ecotoxicología

Las pruebas de ecotoxicidad se realizaron a los residuos de materia orgánica tratados con el catalizador en forma diluida en % V/V. Por la posibilidad de que material catalizado pudiera ser lixiviado a napas de agua en los terrenos, fue importante evaluar que el material siguiera siendo inocuo en el ambiente. Los especímenes *Daphnia magna* se utilizaron de acuerdo con la norma NCh 2083, con temperatura constante de 16 °C y con un ciclo luz/oscuridad de 12 h/12 h. El agua de cultivo para *D. magna* se preparó con 25 mL de soluciones salinas (cloruro de calcio: 11,76 gr/L; sulfato de magnesio: 4,93 gr/L; bicarbonato sódico: 2,59 gr/L; cloruro de potasio: 0,23 gr/L), y se llenó hasta 1000 mL con agua filtrada destilada. Luego, el agua se aireó durante 24 horas antes de su uso. La densidad de cultivo fue de 10 a 15 organismos de *D. magna* por 200 mL de agua; se colectaron neonatos y se sembraron 10 por envase, en 3 réplicas. Se mantuvo a 15 °C durante el experimento y se evaluaron las formas móviles como vivas después de 24 h.

Medición de bacterias por luminometría

Se usó una medición alternativa a la de turbimetría en caldo según la norma NCh-ISO17728:2015 y modificando el protocolo descrito para el estudio de UFC del ISP manual recomendación Control Calidad bacteriología y del SAG D-GF-CGP-PT-030 al usar un sistema de medición de luminometría, de la degradación de ATP al ADP, como un indicador de las UFC presentes, usando un kit de lucipac Aqua, en un equipo de iluminómetro kikkoman PD-30 luminotester.

Análisis de datos

Los datos se graficaron y fueron tratados con pruebas estadísticas de normalidad, con una prueba de ANOVA de dos vías con un post test de bonferroni, usando el programa Prism gradphad versión 5, los datos son presentado en promedio más menos SEM, un $p > 0.5$ se considerada como significativo

Resultados

Control ambiental de Docro compost

Usamos referencias previas para desarrollar una mezcla de compuesto surfactante, para degradar materia orgánica (Parodi et al.,

2022). Desarrollamos un compuesto para compostar usando como base surfactante y lo desarrollamos más orgánico con el uso de saponina. En la figura 1 evaluamos la presencia de un reportero químico del surfactante principal SBDSS, con una medición en colorimetría, para evaluar si persiste en el ambiente. La figura 1 muestra que el principio activo decae a las 24 hrs, en agitación y que no permanece en el ambiente, al seguirlo en una curva temporal. Los datos nos permiten indicar que no permanece en el ambiente el principio activo y que se puede usar.

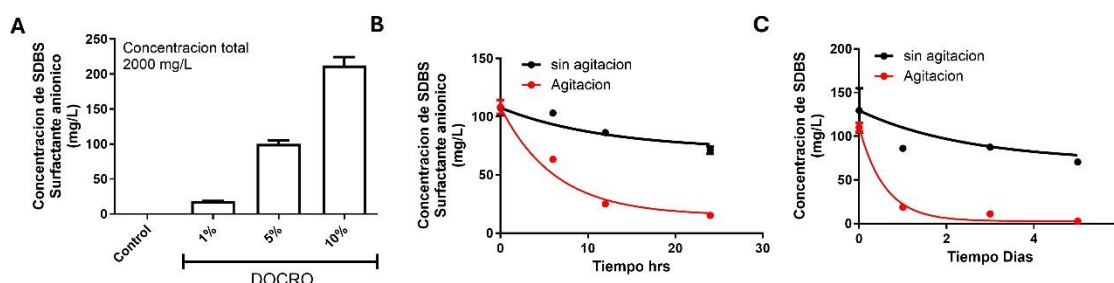


Figura 1 Estudio de decaimiento, efecto temporal, La figura muestra la concentración del principio activo de DOCRO en diversas condiciones. En A, la concentración del principio activo DOCRO, en tres diluciones de la solución. B el estudio del decaimiento de una solución de DOCRO al 5% a diversas horas, sin y con agitación. En C el estudio del decaimiento de una solución al 5% de DOCRO en diferentes condiciones, sin y con agitación. Los puntos y barras son representativos del promedio $\pm$ SEM de tres experimentos independientes.

Cambios en valores de materia orgánica

El catalizador desarrollado tiene como característica romper macromoléculas orgánicas, como lípidos, azúcares y proteínas; en el caso de las proteínas, al romperse se liberan nitritos, los cuales pudimos medir y observar que se incrementan al usar concentraciones crecientes de catalizador. Asimismo, al medir compuestos orgánicos del suelo, que se ven elevados al ser

catabolizadas las macromoléculas orgánicas, pudimos observar que el catalizador Docro compost fue capaz de liberar compuestos de NPK en solución y que varían los niveles según el sustrato utilizado, como se muestra en la tabla I de la figura 2. Estos datos indicarían que el compuesto Docro compost es capaz de romper moléculas, dejando disponibles materias orgánicas en el suelo.

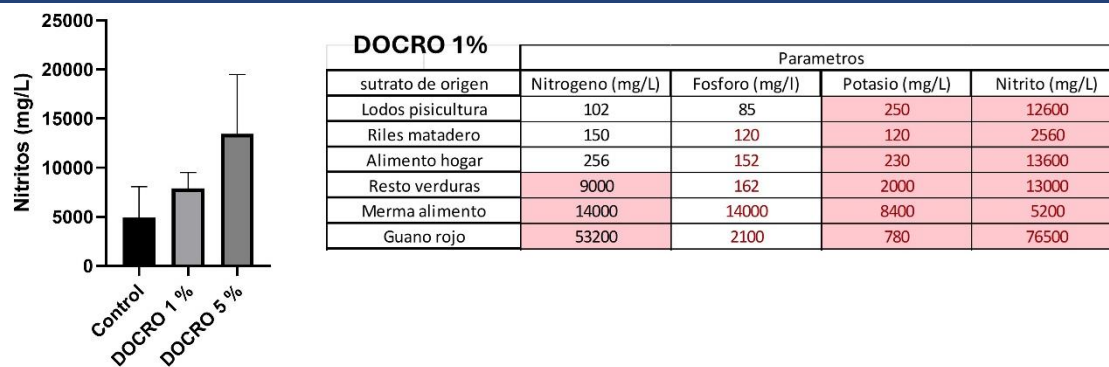


Figura 2, gráfico de generación de nitritos desde proteínas animales, en la presencia de concentraciones crecientes de DOCRO. Las barras son promedio $\pm$ SEM de 3 experimentos independientes. Tabla I de generación de biomoléculas desde distintas fuentes de desechos orgánicos con una concentración de 1% del catalizador DOCRO por 24 hrs de incubación

Observación de olor y carga bacteriana

El compostaje bien llevado, según las recomendaciones internacionales, no debe de generar olor, pero esto incluye el no poder usar proteínas animales en el proceso. En la figura 3A, podemos observar el registro del olor en las diferentes condiciones del compostaje desarrollada y podemos observar cómo el Docro compost reduce la percepción del olor y es dependiente de la concentración usada. En la figura 3B, exploramos un

mecanismo que explique el efecto, es descrito que los modelos de descomposición de la carga de bacterias anaerobias son responsables de la generación de ácidos orgánicos volátiles, responsables del olor. Por eso evidenciamos si Docro compost es capaz de reducir la carga bacteriana, en el estudio en un fómite. Los datos de la figura 3 indican que el aditivo Docro compost a reduce la generación de olor por alterar la carga bacteriana en el compostaje.

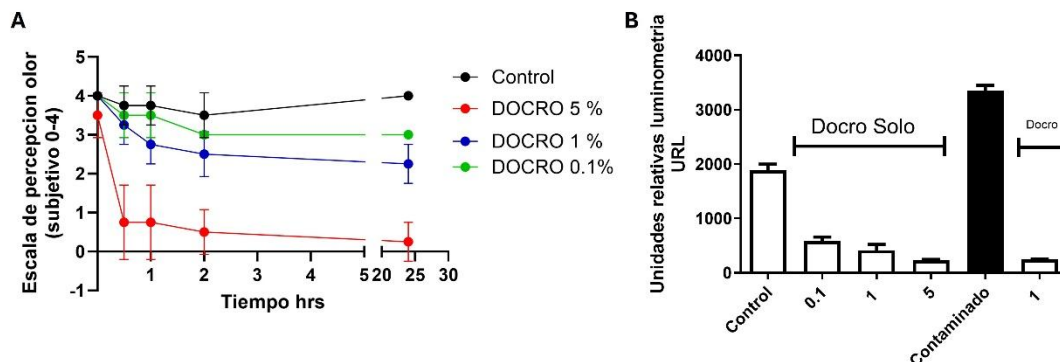


Figura 3 control de olor. La figura muestra el control del olor y su mecanismo, en A un curva de progreso en el tiempo de la percepción de olor en concentraciones crecientes de olor en B la medición por luminometría de la concentración de bacterias en una superficie. Los gráficos son mediciones por triplicados, en tiempos diferentes en las tres condiciones.

Degradación de macromoléculas

Si bien los datos indicarían que el aditivo Docro compost es capaz de reducir la carga bacteriana y el olor, no dan cuenta de cómo genera cambios en el compostaje. En ese sentido, en los procesos de descomposición, la fase anaeróbica inicial es clave para catalizar macromoléculas, dejándolas disponibles para el desarrollo aeróbico. En la figura 4 evaluamos el efecto del Docro

compost en macromoléculas; en la figura 4A observamos el efecto sobre una proteína de albúmina y, en la figura 4B, el efecto sobre ADN de plásmido bacteriano. La figura muestra que es capaz de romper las moléculas, generando fragmentos de menor peso molecular y sugiriendo la liberación de compuestos que pueden ser utilizados por bacterias aerobias que continúen el proceso de descomposición.

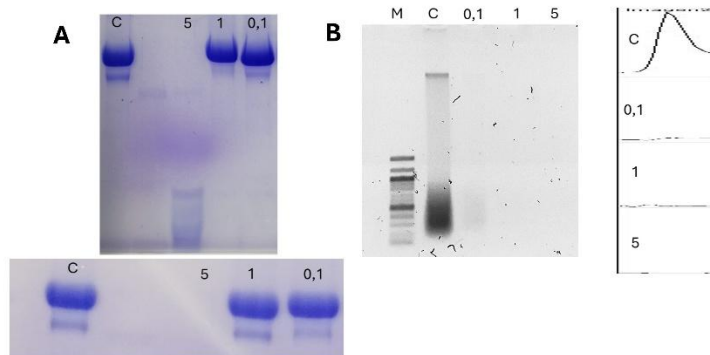


Figura 4 Medición de macromoléculas, en A se observan estudios de fragmentación de albumina, con la presencia de concentraciones crecientes del catalizador, en B se midió un DNA plasmidal, en presencia de concentraciones crecientes del catalizador. Los gráficos son mediciones por triplicados, en tiempos diferentes en las tres condiciones.

Cambios físico composteras

El proceso de compostaje es un proceso de descomposición controlada, por lo que sus cambios físicos y químicos son importantes para generar un buen resultado. Al agregar un aditivo y alterar su equilibrio, este puede verse afectado en sus parámetros. En la figura 5 registramos diferentes parámetros físicos de las composteras y evidenciamos que, al agregar material, todas las composteras se

comportan de manera similar, sin generar cambios en sus valores físicos reportados. En la figura 5C, la medición de pH fluctúa y parece responder a los momentos de agregar material, pero en todas las condiciones responde en forma similar. Estos datos nos indican que el aditivo Docro compost media sus acciones en forma independiente de los cambios físicos en la compostera.

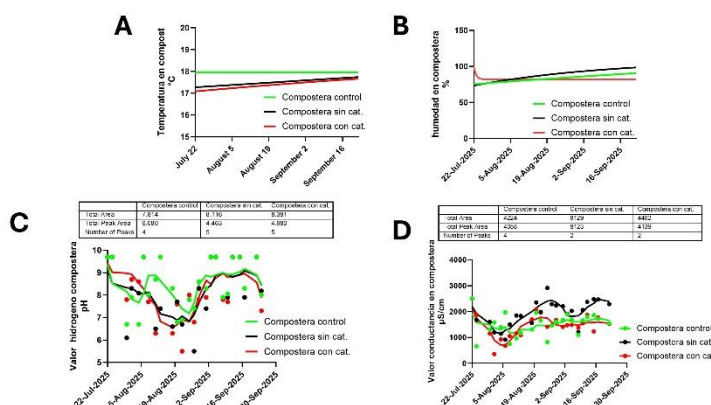


Figura 5 Medición de cambios fisicoquímicos, en A se observan estudios de la temperatura, en B se medición de humedad, en C se medición del pH y en D se medición de conductancias. Los gráficos son mediciones por triplicados, en tiempos diferentes en las tres condiciones.

Cambios materia orgánica

En suelo se define como materia orgánica el componente de concentración de nitrógeno, potasio y fosfato, nutrientes importantes para el desarrollo de plantas y que deben estar en equilibrio. En la figura 6 seguimos este componente denominado NPK y observamos fluctuaciones. En la figura 6A observamos la medición de nitrógeno, en 6B la de fósforo y en 6C la de potasio; todas presentan fluctuaciones en función del momento de

agregar material a las composteras y presentan frecuencias similares, asociadas a los cambios de ingreso de material, pero la amplitud de estas es distinta. En el caso de las composteras con Docro compost, estas fueron menores, lo que sugiere una mantención de los valores en el tiempo, indicando una concentración más constante de NPK en el compostaje al usar este material para ingresar proteínas animales.

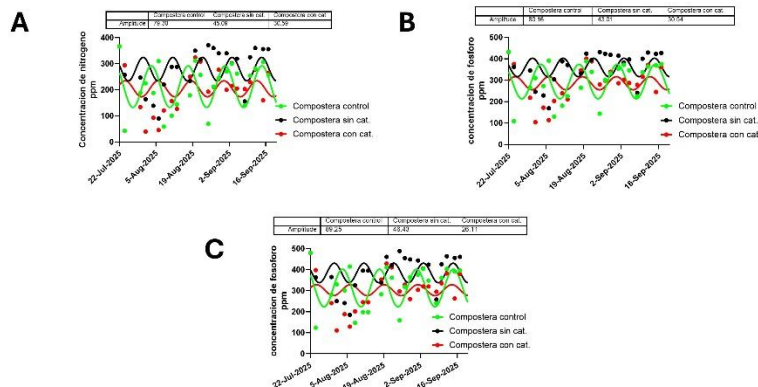


Figura 6 Medición de cambios fisicoquímicos, en A se observan estudios de concentración de nitrógeno, en B se medición de concentración de fósforo, en C se medición de la concentración de potasio. Los gráficos son mediciones por triplicados, en tiempos diferentes en las tres condiciones.

Cambios en los gases de las composteras

Si bien observamos que el olor está reducido al usar Docro compost a diferentes concentraciones, esta es una observación en norma subjetiva. Para evaluar mejor el cambio, usamos la medición de algunos gases y comparamos los cambios en olor entre los diferentes composteros. En la figura 7 observamos que las composteras se comportan distinto cuando tienen Docro compost como aditivo para agregar proteínas. Podemos observar en 7A que el amonio fluctúa en forma similar, pero en el caso de la

compostera con Docro compost la amplitud fue menor y significativamente diferente. En el caso del dióxido de carbono, se observa que agregar proteína animal con y sin Docro compost disminuyó la amplitud de la concentración, indicando un cambio en ese gas, pero que no afecta el olor. Interesantemente, el oxígeno no se vio afectado en ninguna forma, considerando los cambios de poblaciones aerobias y, en 7D, podemos observar que incorporar proteínas naturales sin Docro compost generó un aumento en la percepción del olor.

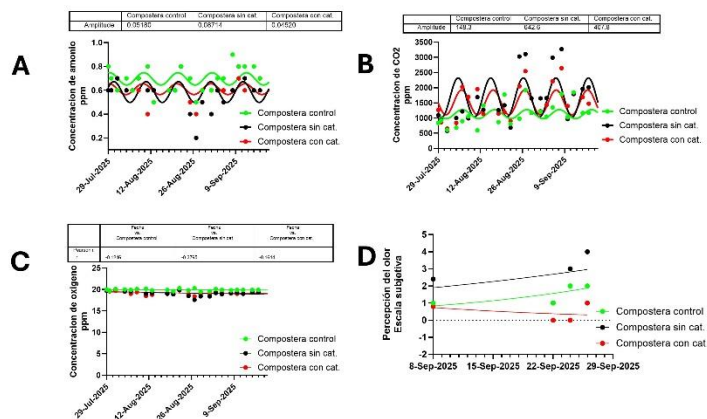


Figura 7 Medición de cambios fisicoquímicos, en A se observan estudios de gases de amonio, en B se medición de CO₂, en C observación del oxígeno y en D se muestra la percepción del olor. Los gráficos son mediciones por triplicados, en tiempos diferentes en las tres condiciones.

Discusión

La clave para desbloquear el potencial completo del compostaje domiciliario reside en la innovación tecnológica. Como respuesta directa a los desafíos de olores y atracción de plagas, se ha desarrollado una solución basada en un catalizador especializado, diseñado para optimizar el proceso de descomposición y neutralizar sus efectos negativos. El objetivo principal de este catalizador, identificado en los estudios como Docro compost, es permitir la inclusión segura y eficiente de residuos orgánicos complejos, como las proteínas de origen animal, que tradicionalmente se excluyen del compostaje casero. Su función primordial es actuar sobre la materia orgánica para disminuir drásticamente la emisión de olores desagradables, eliminando así la principal barrera para un compostaje más inclusivo. Aunque DOCRO no corresponde a un compuesto biodegradable en sentido estricto, los resultados indican que no presenta estabilidad ambiental prolongada bajo las condiciones evaluadas. En particular, el principio activo surfactante mostró una disminución temporal de su señal hasta decaer dentro de las primeras 24 h, lo que sugiere pérdida de persistencia química en el medio. Por tanto, más que una biodegradación completa, el comportamiento observado corresponde a una inestabilidad ambiental operativa, probablemente asociada a procesos de dilución, transformación química, adsorción a la materia orgánica o pérdida de actividad en la matriz de compostaje. En este contexto, puede sostenerse que DOCRO no permanece activo ni estable en el ambiente por tiempos prolongados, lo que reduce su potencial de acumulación bajo las condiciones de uso estudiadas.

Como observamos en la figura 1, este control del olor se mide en forma dependiente de la concentración y por un mecanismo que involucra la reducción de bacterias (Figura 3B). Los valores de **N, P y K** se modifican porque el catalizador **Docro compost** rompe macromoléculas orgánicas, como proteínas, lípidos y azúcares, liberando estos nutrientes al medio. Además, el texto indica que **varían según el sustrato utilizado** y que, con el catalizador, sus fluctuaciones son **menores y más estables en el tiempo**.

La eficacia del catalizador no es una propuesta teórica, sino un resultado demostrado mediante el monitoreo sistemático de parámetros físicos, químicos y biológicos clave. El análisis de estos datos revela una serie de ventajas tangibles que transforman la experiencia del compostaje en el hogar. El principal obstáculo para compostar proteínas en casa es la generación de olores intensos (Tao et al., 2023), en gran parte asociados a la liberación de amoníaco (NH_3) y otros compuestos nitrogenados volátiles (Scaglia et al., 2011). Los resultados del monitoreo de emisiones de amonio son concluyentes. Sucede que los nutrientes **N, P y K** quedan **más disponibles en el compost/suelo** y sus concentraciones se mantienen **más constantes** cuando se usa el catalizador. En especial, el nitrógeno se conserva mejor, evitando que se pierda como amoníaco en la atmósfera.

De manera contraintuitiva, la compostera control (conteniendo solo materia vegetal) registró los picos más altos de emisiones de amoníaco, como se ve en la figura 8A. Esto sugiere que, en ausencia de proteínas complejas, el ciclo de nitrógeno del sistema era menos estable, lo que se traduciría en una mayor pérdida de nutrientes por volatilización. La compostera con catalizador exhibió las concentraciones de amonio más bajas y estables durante todo el período de estudio, figura 8A. Esta drástica reducción en la emisión de amonio se traduce directamente en una neutralización efectiva de los olores desagradables. Al controlar la volatilización del nitrógeno, el catalizador elimina la principal molestia y riesgo asociados al compostaje de carnes y lácteos, haciendo el proceso limpio y apto para cualquier hogar (Scaglia et al., 2011; Wei et al., 2017). Al resolver de manera eficiente el problema de los olores, el catalizador elimina la restricción más importante del compostaje domiciliario como se ve en la figura 8D. Las mediciones de gases mostraron que tanto la compostera con catalizador una menor producción de CO_2 y un similar consumo de O_2 en comparación con el control, como se ve en la figura 8, lo que indica una actividad microbiana aeróbica más intensa, necesaria para descomponer las proteínas (Kaplowsky, 1957). Es interesante, que la producción de CO_2 que es una desventaja en el compostaje a gran escala y que se incrementa con el uso de proteínas

animales (Woods et al., 2025). Los datos de nutrientes (N, P, K) demuestran que la compostera tratada con el catalizador mantuvo los niveles de nitrógeno más estables, como se puede ver en la figura 7.

Esta estabilidad en el sustrato se correlaciona directamente con las menores emisiones de amoníaco gaseoso, demostrando que el catalizador no solo enmascara olores, sino que altera fundamentalmente el ciclo del nitrógeno, reteniendo este valioso nutriente en el material sólido en lugar de perderlo en la atmósfera como un compuesto volátil

Finalmente en la figura 1, podemos observar que el aditivo no presentara un impacto ambiental al ser usado en las dosis recomendadas y que terminado el proceso de compostaje, ahora con proteínas animales, estas pueden ser incorporadas a suelos. Es interesante ver también que este efecto es medido por la degradación de macromoléculas, como se ve en figura 2A y en la figura 5, mostrando que el aditivo puede romper moléculas dejándolas más disponibles y que esto ocurre en diversos sustratos, como se ve en la tabla I de la figura 2

El compostaje domiciliario mejorado con catalizador representa un avance significativo en las estrategias de gestión de residuos. Esta innovación cambia el paradigma, pasando de un modelo de simple descarte de desechos a uno de revalorización efectiva de recursos a escala individual. Permite a cada hogar convertirse en un pequeño centro de reciclaje biológico, cerrando el ciclo de los nutrientes de manera local y sostenible.

Referencias

Aycan Dümenci, N., Aydın Temel, F., & Turan, N. G. (2023). Role of different natural materials in reducing nitrogen loss during industrial sludge composting: Modelling and optimization. *Bioresource Technology*, 385, 129464.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.129464>

Bouchtaoui, E. M., Haouas, A., Dababat, A. A., Lahlali, R., Benali, A., Fahr, M., Smouni, A., Azim, K., Liu, Z., Li, J., & Mokri, F. (2024). Exploring mechanisms of compost-mediated suppression of plant pathogens: A critical review. *Applied Soil Ecology*, 203, 105644.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105644>

Bustos, D. O.-F., Pamela; Chavez, Viviana; Herrera, Hector; Parodi, J. (2024). Mejora en el manejo de residuos organicos desde una planta de biblavos M. chilensis para su directa disposicion en suleos, catalisis de residuos organicos. *REvista Mexicana de Biotecnología*, 28(3).

Devi, K. O., Devi, A. S., & Singh, A. P. (2025). Variation in physicochemical characteristics during co-composting of vegetable waste with animal manure using different composting techniques. *Cleaner Waste Systems*, 12, 100398.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clwas.2025.100398>

Ferreira, J. G., Bernard-Jannin, L., Cubillo, A., Lencart e Silva, J., Diedericks, G. P. J., Moore, H., Service, M., & Nunes, J. P. (2023). From soil to sea: An ecological modelling framework for sustainable aquaculture. *Aquaculture*, 577, 739920.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739920>

International Humic Substances Society, M., Xu, J., Xu, J., Wu, J., He, Y., & SpringerLink. (2013). *Functions of natural organic matter in changing environment* (1st edition 2013. ed.). Springer

Zhejiang University Press Springer
Netherlands

<http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-5634-2>

https://discover.gcu.ac.uk/discovery/openurl?institution=44GLCU_INST&vid=44GLCU_INST:44GLCU_VU2&u.ignore_date_coverage=true&rft.mms_id=991002608749103836

<https://doi.org/10.1007/978-94-007-5634-2>

https://eu01.alma.exlibrisgroup.com/view/uresolver/44NLS_INST/openurl?u.ignore_date_coverage=true&portfolio_pid=53638517610004341&Force_direct=true

https://eu04.alma.exlibrisgroup.com/view/uresolver/44LIV_INST/openurl?u.ignore_date_coverage=true&portfolio_pid=53274673050007351&Force_direct=true

https://eu04.alma.exlibrisgroup.com/view/uresolver/44LIV_INST/openurl?u.ignore_date_coverage=true&portfolio_pid=53370771880007351&Force_direct=true

https://eu04.alma.exlibrisgroup.com/view/uresolver/44LIV_INST/openurl?u.ignore_date_coverage=true&portfolio_pid=53381732180007351&Force_direct=true

https://manchester.primo.exlibrisgroup.com/discovery/openurl?institution=44MAN&vid=44MAN_INST:MU_NUI?u.ignore_date_coverage=true&rft.mms_id=992976872948001631

https://napier.primo.exlibrisgroup.com/openurl/44NAP_INST/44NAP_INST:44NAP_ALMA_VU1?u.ignore_date_coverage=true&rft.mms_id=9923553267002111

https://suprimo.lib.strath.ac.uk/openurl/SU/SU_VU01?u.ignore_date_coverage=true&rft.mms_id=9912528680602996

https://www.bath.ac.uk/library/openurl/?u.ignore_date_coverage=true&rft.mms_id=991003946888702761

https://www.open.ac.uk/library/openurl?u.ignore_date_coverage=true&rft.mms_id=9952383751802316

Kaplovsky, A. J. (1957). Activity of microorganisms in organic waste disposal. III. Anaerobic decomposition of waste solids. *Appl Microbiol*, 5(3), 175-179.
<https://doi.org/10.1128/am.5.3.175-179.1957>

Min, H., Ko, H., Jung, S. H., Han, J. Y., Lee, C. W., An, S., Kim, Y.-J., Kim, T., Ham, J., Kim, W., & Park, Y.-T. (2025). Thermophilic composting of dewatered sewage sludge under subzero temperatures using a full-scale pre-fermentation reactor: A 10-day valorisation strategy for year-round operation. *Journal of Environmental Management*, 395, 127997.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127997>

Parodi, J., Scott, I., Chavez, V., & Vega, I. (2022). Catalysis of stranded material on beaches in Arauco, Chile: experience with stranded sardines as fertilizer with a chemical solution. *Green Technology, Resilience, and Sustainability*, 2(1), 7.
<https://doi.org/10.1007/s44173-022-00008-w>
 Plaza, T., Scott, I., Vega, I., Chavez, V., &

Parodi, J. (2022). Management of industrial slurries with a chemical catalyst: generation of organic sustainable solution. *Green Technology, Resilience, and Sustainability*, 2(1), 6.
<https://doi.org/10.1007/s44173-022-00006-y>

Scaglia, B., Orzi, V., Artola, A., Font, X., Davoli, E., Sanchez, A., & Adani, F. (2011). Odours and volatile organic compounds emitted from municipal solid waste at different stage of decomposition and relationship with biological stability. *Bioresour Technol*, 102(7), 4638-4645.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.01.016>

Shurson, G. C. (2020). "What a Waste"—Can We Improve Sustainability of Food Animal Production Systems by Recycling Food Waste Streams into Animal Feed in an Era of Health, Climate, and Economic Crises? *Sustainability*, 12(17), 7071.

Tao, X., Xiang, F., Ahmad Khan, F. Z., Yan, Y., Ma, J., Xu, B., & Zhang, Z. (2023). Decomposition and humification process of domestic biodegradable waste by black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larvae from the perspective of dissolved organic matter. *Chemosphere*, 317, 137861.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137861>

Vodounnou, D. S. J. V., Kpogue, D. N. S., Tossavi, C. E., Mennsah, G. A., & Fiogbe, E. D. (2016). Effect of animal waste and vegetable compost on production and growth of earthworm (*Eisenia fetida*) during vermiculture. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 5(1), 87-92.
<https://doi.org/10.1007/s40093-016-0119-5>

Wei, Y., Li, J., Shi, D., Liu, G., Zhao, Y., & Shimaoka, T. (2017). Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: A critical review. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 51-65.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.024>

Woods, E., Berlin, P., Daystar, J., & Sagues, W. J. (2025). Gaseous carbon dioxide removal from composting of biomass and cotton textile waste. *Waste Management*, 207, 115108.

Artículos

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.115108>

Zhang, S., Wei, Z., Zhao, M., Chen, X., Wu, J., Kang, K., & Wu, Y. (2020). Influence of malonic acid and manganese dioxide on

humic substance formation and inhibition of CO₂ release during composting. *Bioresource Technology*, 318, 124075.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124075>