

## Compostaje y biodigestores como solución al problema de los residuos orgánicos en el medio rural

Andrea Macarena Carvalho

[makcarvalho@gmail.com](mailto:makcarvalho@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-0138-6617>

Investigador independiente

Luis Eduardo Casas Ciri3n

[luisecasas20@gmail.com](mailto:luisecasas20@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-6817-490X>

Universidad de la Empresa-Facultad de Ciencias Agrarias  
Maldonado - Uruguay

### RESUMEN

En los a1os venideros, se estima que la demanda por bienes agr3colas se incrementa de forma significativa a consecuencia del aumento poblacional, lo cual conducir3 a una necesidad de intensificar la producci3n y a una mayor presi3n sobre los recursos naturales. Este incremento de la actividad pecuaria, acarrear3 una mayor generaci3n de residuos con sus consecuencias negativas. A partir del escenario planteado surge la presente investigaci3n, donde se recurri3 a la revisi3n bibliogr3fica de documentos e informes para exponer los impactos generados por los residuos rurales de tipo org3nico. Por otra parte, se utilizaron instrumentos tales como gr3ficos, tablas, con el fin de mostrar como la puesta en marcha del Compostaje y de los Biodigestores se presentan como soluci3n a la problem3tica. Se evidenci3 que la inadecuada gesti3n de los residuos rurales provoca una franca degradaci3n de los ecosistemas y es causante de problemas sanitarios. El cambio hacia un paradigma circular es crucial frente a la crisis que atraviesa el planeta y a los compromisos medioambientales asumidos, gener3ndose un beneficio no solo ambiental, sino tambi3n social y econ3mico, construyendo resiliencia. El Compostaje y los Biodigestores, permiten un reciclaje de nutrientes, logrando mejoras ambientales, de calidad de vida y econ3micas, al disminuir la dependencia por fertilizantes minerales y en el caso del biodigestor se adiciona la obtenci3n de una fuente de energ3a renovable, mejorando la soberan3a energ3tica.

**Palabras clave:** agro; residuos; circularidad; biog3s; compost

Correspondencia: [makcarvalho@gmail.com](mailto:makcarvalho@gmail.com)

Art3culo recibido: 23 junio 2022. Aceptado para publicaci3n: 10 julio 2022.

Conflictos de Inter3s: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Cient3fica Multidisciplinar**, publicados en este sitio est3n disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Como citar: Macarena Carvalho, A., & Casas Ciri3n, L. E. (2022) Compostaje y biodigestores como soluci3n al problema de los residuos org3nicos en el medio rural. *Ciencia Latina Revista Cient3fica Multidisciplinar*, 6(4) 990-1013.

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i4.2641](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2641)

## Composting and Biodigesters as a solution to the problem of organic waste in rural 3reas

### ABSTRACT

In the coming years, the demand for agricultural goods is expected to increase significantly as a result of population growth. This will lead to a need to intensify production and thus put more pressure on natural resources. At the same time, this increase in livestock activity will create a greater generation of waste that causes negative consequences. Starting from this scenario arises this research, in which the bibliographic review of documents and reports was used to expose the impacts generated by rural organic waste. Besides, instruments such as graphs and tables were used to show how the implementation of Composting and Biodigesters are presented as a solution to the problem. It was proved that inadequate waste management causes a frank degradation in ecosystems and health problems. A change towards a circular paradigm is crucial in the face of the crisis that crosses the planet and the environmental commitments assumed, generating not only an environmental benefit but also a social and economic one, as it constructs resilience. Composting and Biodigesters enable the recycling of nutrients, achieving environmental, quality of life, and economic improvements. The dependence on mineral fertilizers decreases and, in the case of the Biodigester, the obtaining of renewable energy sources improves energy sovereignty.

**Keywords:** *agro; waste; circularity; biogas; compost*

## INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria enfrenta grandes desafíos en el corto y mediano plazo, de acuerdo a estimaciones realizadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la población mundial para el año 2050 superará los 9000 millones de personas, lo cual conllevará a un aumento de la demanda de productos agrícolas (FAO, 2017). Es crucial que el aporte de los mismos sea estable y a precios razonables, para garantizar la seguridad alimentaria. Por otro lado, se destaca el aspecto social, ya que el desarrollo rural es fundamental para el desarrollo local, como generador de empleo y para evitar la migración hacia las urbes, es de destacar que en América Latina y el Caribe la pobreza en zonas rurales es 1,8 veces mayor en comparación a zonas urbanas (CEPAL, FAO y IICA, 2019). Por lo consiguiente surge la necesidad de intensificar la producción y que la misma se realice dentro un marco de modelo de desarrollo sostenible.

Consecuencia directa de dicha intensificación, es el incremento en la generación de residuos en el medio rural y su gran impacto sobre los diferentes factores ambientales: agua, suelo, atmósfera y problemas a nivel de salud pública y animal. Destaca por la relevancia del tema, la relación de dicho sector productivo con el Cambio Climático, teniendo en cuenta que el 23% de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos provienen del uso de la tierra<sup>1</sup> (IPCC, 2014).

Existen ciertas características propias de los residuos rurales que dificultan su adecuada gestión; en primer lugar, son muy heterogéneos, están formados por las deyecciones sólidas y líquidas, las camas y restos de alimentos, fitosanitarios, zooterapicos, restos de embalajes etc. En segundo lugar, resalta la dispersión en su generación y por último se destaca la complejidad y peligrosidad de los mismos por su cercanía a ecosistemas frágiles como ser los ríos (Rico, 2016; Rodríguez, 2002).

Los residuos rurales pueden clasificarse teniendo en cuenta su naturaleza química en residuos inorgánicos o abiógenos<sup>2</sup> y residuos orgánicos o biógenos<sup>3</sup>. Los orgánicos se caracterizan por presentar gran cantidad de nitrógeno y fósforo y presencia de

---

<sup>1</sup> Se consideran las emisiones de la agricultura, silvicultura y otros usos del suelo.

<sup>2</sup> Incluyen todos aquellos residuos de origen mineral y sustancias o compuestos sintetizados por el hombre. Dentro de esta categoría se incluyen: metales, plásticos, vidrios, desechos provenientes de agrotóxicos, agroquímicos, fitosanitarios y agroveterinarios.

<sup>3</sup> Son todos aquellos que tienen su origen en los seres vivos, animales o vegetales. Incluye una gran diversidad de residuos que se originan como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos bióticos.

microorganismos pat3genos para el hombre y los animales. Por otro lado, dentro de los residuos s3lidos inorg3nicos destacan por su peligrosidad los fitosanitarios (Bl3zquez, 2003; Sztern et al., 1999; Tullio, 2007).

El sector agropecuario, es una actividad productiva que opera mayoritariamente con un sistema de producci3n lineal, gener3ndose una gran cantidad de residuos con el impacto que eso conlleva y es imperante que los mismos pasen a un modelo circular (como es el caso del compostaje y los biodigestores), que permita cerrar el ciclo del material, disminuir sus impactos ambientales y obtener un mayor rendimiento del sistema (Cervantes, 2021).

El Compostaje, se define como la mezcla de materia org3nica en descomposici3n en condiciones aer3bicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (FAO, 2013). Genera beneficios ambientales al reducir los malos olores producto de la descomposici3n y permite la eliminaci3n de vectores como insectos y ratas. Por otro lado, conlleva a beneficios econ3micos, ya que se obtiene un producto final con caracter3sticas destacadas, como enmendador del suelo y fertilizante, que permite sustituir a los fertilizantes minerales (Grand y Michel, 2020; Pascale y Gebler, 2014).

Los biodigestores son contenedores cerrados, herm3ticos, dentro del que se deposita el material org3nico a fermentar, en determinada diluci3n de agua para que, a trav3s de la fermentaci3n anaerobia, por acci3n de microorganismos, se produzcan biog3s y un subproducto l3quido (biol o digestato) (Le3n et al., 2019). El biog3s por sus caracter3sticas como combustible puede ser utilizado para la generaci3n de energ3a t3rmica y/o el3ctrica. En relaci3n a la fracci3n biol, esta se caracteriza por tener un alto valor fertilizante (Marti, 2019).

El objetivo del presente art3culo es el estudio de los principales impactos generados por los residuos org3nicos en el agro y evidenciar los beneficios del compostaje y los biodigestores como alternativas de soluci3n.

## **METODOLOG3A**

Para la realizaci3n del presente trabajo, se utiliz3 una metodolog3a de tipo cualitativa, mediante la revisi3n bibliogr3fica sistem3tica y cr3tica de fuentes tanto primarias como secundarias. Se accedi3 a los repositorios de Google Acad3mico, Dialnet, Redalyc, SciELO

y documentos e informes de organizaciones públicas y privadas relacionadas a la temática.

La investigación se estructuró en una primera parte, donde se estudió los impactos generados por los residuos rurales orgánicos en: agua, aire, suelo, salud pública y animal. Posteriormente, se investigó sobre las principales características del compostaje y los biodigestores, utilizando instrumentos tales como gráficos, tablas y elaboración del análisis FODA, con el objetivo de tener un panorama amplio sobre la temática que permitió arribar a conclusiones.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### ***Impacto de los residuos rurales orgánicos en el medio ambiente.***

Como marco inicial, tomando como referencia el Outlook elaborado por la OCDE y FAO, sobre las perspectivas agrícolas para el período 2021-2030, se prevé un aumento de la demanda mundial de productos agrícolas<sup>4</sup> del orden del 1,2 % anual durante la próxima década. Por otro lado, se establece que el aumento de la superficie agrícola será mínimo (6 %), con reasignaciones en la superficie de los diferentes rubros, por lo cual será clave la intensificación y el aumento de eficiencia (OCDE y FAO, 2021).

Se evidencia una mayor complejidad, ya que según datos de la FAO más de un tercio de los suelos agrícolas del mundo están moderado a altamente degradados. Las claras implicaciones de lo anteriormente citado será una mayor presión sobre los recursos naturales y el medio ambiente (CEPAL, FAO y IICA, 2019).

Como se expuso en el capítulo introductorio, uno de los problemas de la intensificación productiva es el incremento en la generación de residuos, los cuales al no ser gestionados correctamente acarrearán una serie de impactos que serán detallados a continuación.

### ***Contaminación de las aguas***

El agua es un insumo básico para la producción agropecuaria, tanto en cantidad como en calidad, siendo necesaria la preservación del agua de los ríos, lagos y aguas subterráneas para el desarrollo sostenible, ya que contribuye a la prestación de servicios básicos y permite la realización de actividades económicas.

De acuerdo al informe elaborado por la Organización de las Naciones Unidas Medio Ambiente, los ecosistemas de agua dulce se encuentran entre los más afectados en todo

---

<sup>4</sup> Esto incluye alimentos, piensos, combustibles e insumos industriales.

el mundo, debido principalmente al crecimiento de la poblaci3n y al desarrollo socioecon3mico. Dichos factores generan presiones asociadas a los vertimientos de aguas residuales y las fuentes agr3colas de contaminaci3n, como la escorrent3a de fertilizantes y plaguicidas y al vertimiento de grandes cantidades de materia org3nica (ONU Medio Ambiente, 2018b).

Los altos niveles de materia org3nica de los residuos agropecuarios generan una sobrecarga de nutrientes cuando alcanzan los cursos de agua, provocando un proceso conocido como eutrofizaci3n. Se trata de un caso particular de poluci3n, por el cual una masa de agua pasa de un estado oligotr3fico (de baja productividad) a otro eutr3fico (de elevada productividad), favorecido principalmente por el f3sforo y el nitr3geno disponible y por acci3n de la temperatura del medio. Esta disponibilidad elevada de nutrientes da lugar a una explosi3n de algas, las cuales generan en 3ltima instancia un agotamiento del ox3geno disuelto en las aguas, provocando la muerte de peces por asfixia, con una franca degradaci3n de los ecosistemas acu3ticos (Garcia y Rosales, 2018). En el caso de las aguas subterr3neas, los compuestos org3nicos llegan por filtraci3n a trav3s del suelo; la capacidad filtrante depende de varios par3metros como ser: porosidad, capacidad de absorci3n, formaci3n de compuestos solubles o insolubles, etc. El nitr3geno amoniacal, es decir, los nitritos y nitratos, al ser muy solubles, se incorporan a las aguas de precipitaci3n o riego, acompa1andolas en su recorrido a trav3s del suelo, alcanzando finalmente a las masas de agua subterr3neas. La contaminaci3n de las aguas por nitratos es un problema que preocupa especialmente porque el nitrato resulta t3xico para el hombre y est3 implicado en enfermedades como la metahemoglobinemia<sup>5</sup> (Bl3zquez, 2003; Rodr3guez, 2002).

### ***Contaminaci3n del aire***

Al amontonarse dichos residuos, debido a su alto nivel de humedad y sobre todo en condiciones de altas temperaturas, generan problemas de olor debido a los procesos de descomposici3n, lo cual afecta la calidad de vida de los habitantes.

Otro aspecto relevante, es su contribuci3n al Cambio Clim3tico. De acuerdo al informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Clim3tico (IPCC), la

---

<sup>5</sup> Se define como la presencia de metahemoglobina en la sangre. La metahemoglobina, es una forma de hemoglobina que no puede transportar ox3geno, de manera que no llega suficiente ox3geno a los tejidos (Fern3cola, 1989).

agricultura y los efectos de su impacto en el uso de la tierra, como la deforestación, son la segunda fuente principal de emisión de GEI, con cerca del 23 % del total generado mundialmente, pudiendo alcanzar hasta 37 %, si se considera el total de la cadena agroalimentaria, es decir, las actividades pre y post cosecha (IPCC, 2020).

En particular el sector de deshechos, de acuerdo a los inventarios mundiales de emisiones de GEI es responsable de alrededor de un 4 % de todas las emisiones, principalmente metano y dióxido de carbono y, en menor proporción óxido nitroso. Las emisiones se asocian principalmente a los procesos de descomposición, así como las generadas durante la incineración controlada y la quema a cielo abierto (Uruguay, Ministerio de Ambiente, 2021).

Si bien no se profundizara en el Cambio Climático y sus efectos, es de resaltar la relevancia que dicho fenómeno representa para la producción agropecuaria, por su alta dependencia del clima.

### ***Contaminación del suelo***

La salud de los suelos es crucial para la vida en el planeta, como sumideros de carbono y para la seguridad alimentaria, ya que el 95 % de los alimentos provienen de la tierra, por lo cual es crucial el cuidado de los mismos. Sin embargo, nos enfrentamos a una verdadera crisis ambiental dada por la contaminación de los mismos, el informe elaborado por la FAO (2016), indica que un tercio del suelo del mundo se encuentra degradado por la erosión, la salinización, la compactación, la acidificación y la contaminación química.

A nivel de los suelos habitan diversas especies, de esta biodiversidad depende el buen estado de los suelos y por lo tanto el sistema alimentario. Como causantes de contaminación se citan, presencia de contaminantes por inadecuada gestión de desechos urbanos, de la industria, de la minería y por prácticas agrícolas insostenibles (ONU Medio Ambiente, 2018a).

Los cultivos si bien conllevan a una extracción de nutrientes, es importante que el aporte de los mismos no se lleve a cabo de forma abusiva, como se observa en nuestros días con la aplicación masiva de fertilizantes. La aplicación de los mismos es una forma de sustituir el nitrógeno que se elimina del suelo con los cultivos, pero el uso excesivo de los mismos en algunos lugares ha llevado a la contaminación del suelo en forma de depósitos de nitrógeno y dañado los sistemas hídricos (FAO, 2015; Rodríguez, 2002).

Por otro lado, dichos residuos rurales, pueden contener restos de productos qu3micos como antibi3ticos, los cuales van a afectar la biodiversidad del suelo (Pacheco, 2014; P3rez, 2021; Quijano, 2016).

### ***Problemas en salud p3blica y animal***

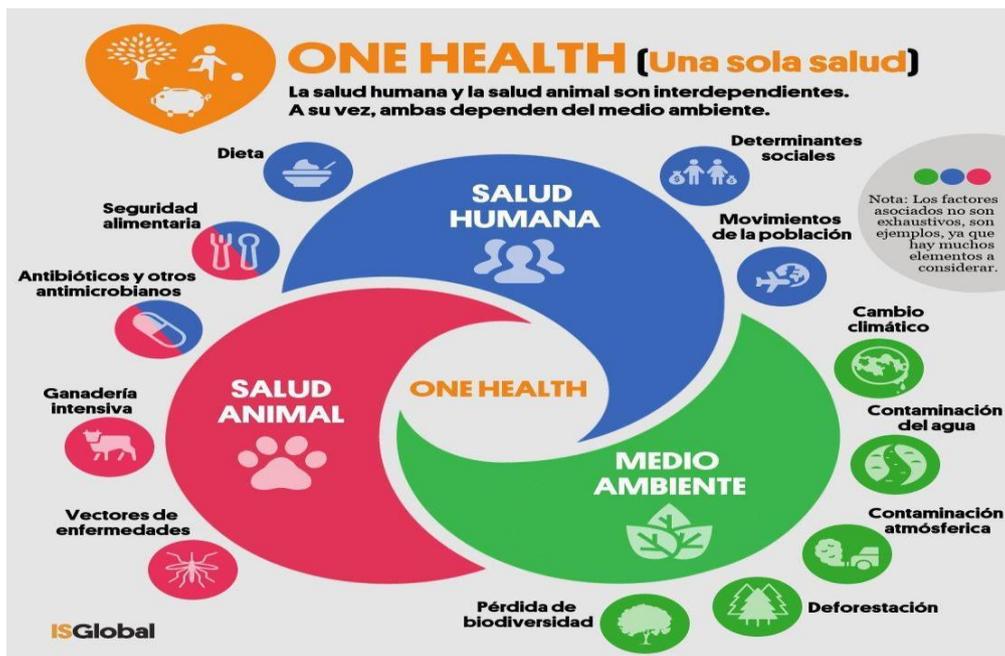
Pueden constituirse en focos de plagas e insectos, los cuales al propagarse a los cultivos de alrededor y a las poblaciones cercanas generan problemas sanitarios. Por otro lado, una pr3ctica com3n, es la incineraci3n incontrolada de los restos de cosechas que quedan en el campo, generando un foco de contaminaci3n y molestias para las zonas cercanas, sum3ndose que pueden estar muchas veces contaminados por restos de tratamientos de fitosanitarios, emitiendo a la atm3sfera compuestos peligrosos. Es frecuente que algunos residuos de cosechas con restos de plaguicidas se utilicen para alimentar al ganado, lo cual puede ser peligroso para el ganado y los consumidores. (Del Puerto, Suarez y Palacio, 2009).

Por otra parte, los residuos ganaderos son portadores de poblaciones microbianas que inciden negativamente en la salud humana y animal. Se trata de bacterias, virus y hongos. As3 mismo, se ha realizado el aislamiento de distintas especies del g3nero Clostridium en esti3rcoles de bovinos lecheros, a consecuencia de la alimentaci3n de los animales con residuos de otras explotaciones (Alvarez y Arriechi, 2016).

Otra patolog3a de relevancia en la esfera de la salud p3blica es la salmonelosis, en la cual los animales ocupan el punto central en la epidemiolog3a de la misma y representan un reservorio dif3cilmente controlable. En investigaciones se ha visto la persistencia de Salmonella hasta seis meses en desechos org3nicos (Pellicer et. al, 2016).

De lo anteriormente descrito, podemos observar como la inadecuada gesti3n de los residuos va en contra del tan deseado concepto que promulga la Organizaci3n Mundial de la Salud (OMS) y la Organizaci3n Mundial de Sanidad Animal (OMSA) de "Una Sola Salud" ("One Health"), que consiste como vemos en la figura 1 en reforzar los esfuerzos y la colaboraci3n de m3ltiples disciplinas que trabajan globalmente para lograr una salud 3ptima para las personas, los animales y nuestro medio ambiente que tambi3n est3 ligado al concepto de sustentabilidad (OMSA, 2021).

Figura 1. Infograma One Health.



Nota. Fuente: Instituto de Salud Global de Barcelona. 2021.

### *Los Proyectos circulares para la correcta gestión de los residuos orgánicos en los sistemas productivos rurales*

La crisis ambiental evidenciada en la actualidad, nos lleva a reflexionar sobre los modelos económicos imperantes, con una visión lineal<sup>6</sup> y la necesidad de tomar acciones con celeridad hacia modelos circulares, con recirculación de materiales y energía. Es fundamental el involucramiento de todos los sectores productivos y claramente la actividad agropecuaria no puede quedar rezagada.

La economía circular se presenta como la alternativa al modelo lineal de producción y consumo y permite responder a los desafíos del crecimiento económico y productivo actual, porque promueve un flujo cíclico para la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de los materiales y la energía de productos y servicios disponibles en el mercado. No solo conlleva a reducir los impactos negativos de la economía lineal, sino que representa un modelo de cambio amplio, sistémico, lo cual construye resiliencia a largo plazo. Genera oportunidades comerciales y económicas, beneficios sociales y al mismo tiempo mejoras ambientales (Arroyo, 2018; Burgo et al., 2019).

<sup>6</sup> El sistema lineal de producción y consumo es un modelo de usar y tirar, que se fundamenta en la extracción / explotación de recursos naturales para transformarlos en bienes, consumirlos y finalmente generar residuos.

En particular, el sector agropecuario, es una actividad productiva que opera mayoritariamente con un sistema de producci3n lineal, gener3ndose una gran cantidad de residuos con el impacto que eso conlleva y es imperante que los mismos pasen a un modelo circular que les permita cerrar el ciclo del material, disminuir sus impactos ambientales y obtener un mayor rendimiento del sistema (Cervantes, 2021).

Dentro de estos lineamientos, se estimula el reciclado y recuperaci3n de nutrientes y energ3a de los desechos animales. Para impulsar la implementaci3n de proyectos de este tipo se necesitan marcos reglamentarios que tengan en cuenta la internalizaci3n de externalidades negativas (impuesto al carbono, por ejemplo), implementaci3n de normativas y legislaci3n m3s exigentes, eliminaci3n de los subsidios existentes a los insumos (p. ej. combustibles f3siles o fertilizantes), incentivos a las empresas, la adaptaci3n de soluciones t3cnicas a las restricciones espec3ficas de la ubicaci3n y la falta de acceso a conocimientos y tecnolog3as (FAO, 2018; Lett, 2014).

A continuaci3n, se desarrollar3 el caso puntual del Compostaje y de los Biodigestores, los cuales permiten una circularidad de nutrientes y energ3a.

### ***Compostaje***

El compostaje se presenta como una soluci3n frente a la problem3tica ambiental y social en el medio rural provocada por el incremento en la generaci3n de los residuos org3nicos, a la vez que permite una mejora econ3mica al sustituir el uso de fertilizantes minerales.

De acuerdo a FAO (2013), se define como compostaje a la mezcla de materia org3nica en descomposici3n en condiciones aer3bicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. Se trata de un proceso biol3gico, por la intervenci3n de diferentes microorganismos, teniendo en cuenta que se cumplan condiciones 3ptimas de aireaci3n, temperatura, humedad, pH y relaci3n carbono: nitr3geno.

El proceso de compostaje permite la reducci3n de malos olores producto de la descomposici3n y permite la eliminaci3n de vectores como insectos y ratas (Pascale y Gebler, 2014)

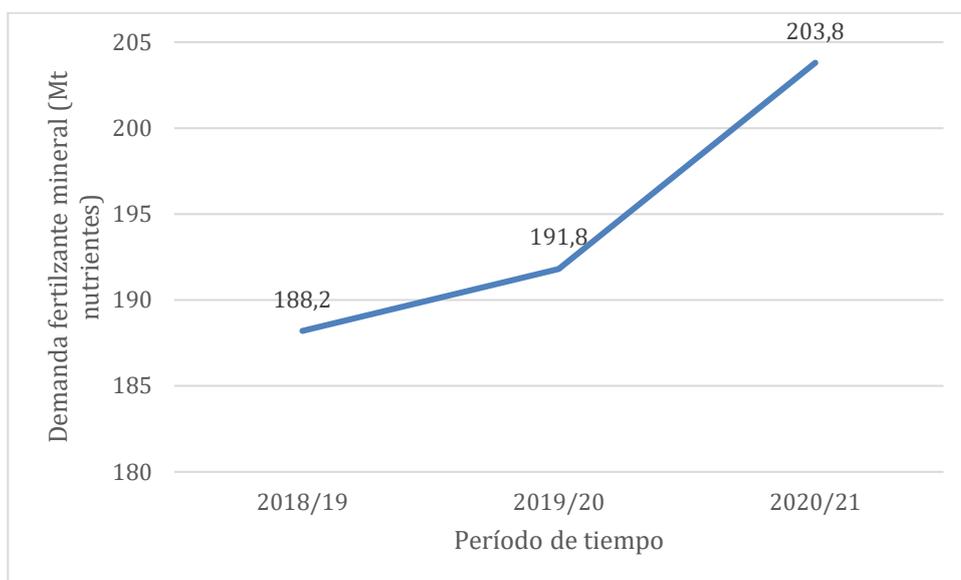
El producto final tiene caracter3sticas destacadas, en primer lugar es un material altamente higi3nico, libre de bacterias pat3genas y par3sitos que pueden estar presentes en el residuo de partida, adem3s de estar libre de semillas de malezas; en

segundo lugar presenta altos niveles de nutrientes, tanto disponibles como de lenta liberación y finalmente elevados niveles de materia orgánica lo cual ofrece muchos beneficios, como ser, la mejora de: las propiedades físicas (aumenta la capacidad de retención de la humedad del suelo, reduce el riesgo de erosión, reduce la evaporación del agua del suelo), las propiedades químicas (aporte de micro y macronutrientes) y la actividad biológica (mejora las condiciones del suelo y aporta carbono para mantener la biodiversidad; aporte de organismos, como ser bacterias y hongos, los cuales son capaces de transformar materiales insolubles presentes en el suelo en nutrientes útiles para las plantas y también degradar sustancias nocivas) (Grand y Michel, 2020).

En relación al aspecto económico, se observa un balance económico positivo en experiencias realizadas (FAO, 2013). Dentro de los costos hay que tener en cuenta que los mismos variarán de acuerdo a la escala del emprendimiento y la técnica utilizada. Algunos puntos a considerar serían: egresos relacionados a la recolección de los residuos, transporte de los mismos al lugar a realizar el compostaje, empaquetado si se lo vende a terceros, certificación en el caso que se realice para agregar valor, de los elementos para el control técnico (termómetro, tiras de pH, etc), mano de obra, costos de materiales (depende de la técnica y de la escala, puede variar desde el uso simplemente de una carretilla y pala en emprendimientos familiares a uso de tractor y máquina volteadora de compostaje en emprendimientos mayores) y los ingresos estarían relacionados al costo del compost en el mercado.

Por medio del compostaje, se va a lograr una mejora económica para los agricultores, ya que permite a partir de un residuo producir un insumo y así disminuir la dependencia por fertilizantes minerales, los cuales son altamente demandados y con altos precios. Este aspecto puede observarse en la figura 2 donde vemos cómo la demanda por fertilizantes minerales se ha mantenido al alza.

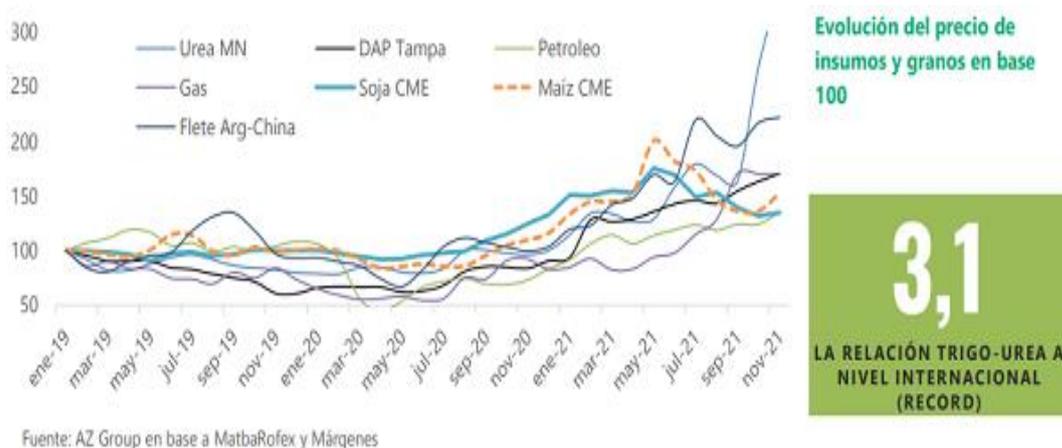
**Figura 2.** Evoluci3n de la demanda global de fertilizantes minerales.



Nota: el per3odo 2020/2021 es una proyecci3n. Fuente: Elaboraci3n propia, en base a datos de International Fertilizer Industrer Association (IFA, 2021).

En relaci3n al precio de los mismos, estos han experimentado una fuerte suba, encontr3ndose en su nivel m3s alto desde 2008. Si tomamos en cuenta el indicador que relaciona precios de granos/insumos, vemos que dicha relaci3n se ha vuelto desfavorable, debido a que los insumos tuvieron un aumento de precio mayor que el de los granos, lo que constituye un indicador de debilidad para el sostenimiento de la actividad (ver Figura 3). Consecuencia directa de lo anterior, es la posible repercusi3n en el 3rea de siembra de la zafra 2022/2023.

**Figura 3.** Evoluci3n de los precios de insumos y granos.



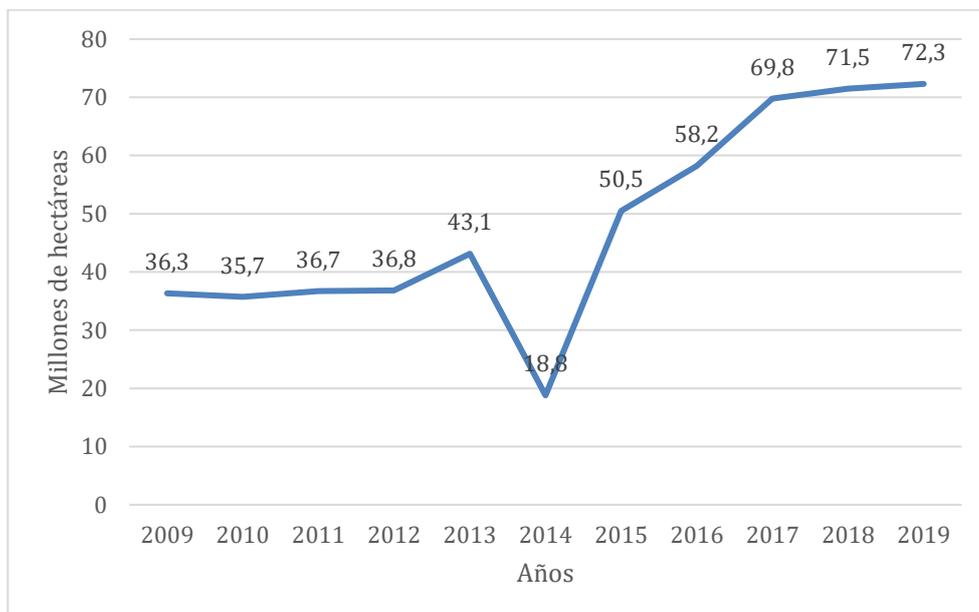
Nota. Fuente: AZ Group. 2021

Por otro lado, se registraron problemas en la cadena de suministro, agregando mayor incertidumbre.

Con respecto a las proyecciones de la demanda de fertilizantes, el reporte IFA (2021), establece que, si bien se espera una caída en el período 2021/22, mejorarían en 2022/23. En consecuencia, se pronostica una recuperación del 3% en la demanda mundial de fertilizantes, recuperándose de una caída del 3%. Se pronostica que la demanda mundial aumentará a 203,6 Mt, aproximadamente igual al nivel de 2020/21.

Otro aspecto a considerar como una oportunidad para el crecimiento del compost, es como las producciones de tipo orgánico han ido incrementando su superficie como se aprecia en la Figura 4. Al cierre de 2019, alrededor de 72,3 millones de hectáreas se encontraban dedicadas a este tipo de agricultura. Dichas producciones utilizan exclusivamente fertilizantes orgánicos o derivados (Orús, 2021).

**Figura 4.** Evolución de la superficie destinada a agricultura orgánica



*Nota.* Fuente: Elaboración propia en base a Orús (2021)

A modo de organizar la información principal observada en relación al compost, se elaboró un análisis FODA como muestra la tabla 1.

**Tabla 1. An3lisis FODA para Compostaje**

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conversi3n de un residuo en un insumo de alta demanda (reciclaje de nutrientes).</li> <li>▪ Producto final con caracter3sticas destacadas, como enmendador del suelo y por su poder fertilizante.</li> <li>▪ Eliminaci3n de bacterias pat3genas, par3sitos y libre de semillas de malezas.</li> <li>▪ Evita problema de olores y elimina focos de plagas y vectores.</li> <li>▪ Disminuci3n de la dependencia por fertilizantes minerales, de alto precio, demanda y con problemas en la cadena de suministro.</li> <li>▪ Balance econ3mico (relaci3n ingresos-egresos) positivo.</li> <li>▪ Permite internalizar por parte de las empresas agropecuarias (familiares, comerciales y/o mixtas) una externalidad negativa producto de su actividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aumento de su demanda frente a la proyecci3n de incremento de producciones org3nicas.</li> <li>▪ Incremento en la difusi3n de la t3cnica y la importancia de la misma, al ser recomendado por Organizaciones Internacionales.</li> <li>▪ Posibles futuras normativas ambientales m3s exigentes que estimulen la aplicaci3n de este tipo de producciones.</li> <li>▪ Mayor conciencia por parte de los agricultores de los graves problemas ambientales globales.</li> <li>▪ Aumento del precio y problemas de stock de fertilizantes minerales.</li> <li>▪ Probables incentivos a su producci3n (por ejemplo, eliminaci3n del IVA)</li> </ul>
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Muchas veces inadecuada calidad al no realizarse de forma correcta.</li> <li>▪ Emisi3n de di3xido de carbono durante su proceso.</li> <li>▪ Tiempo extra a las actividades diarias realizadas por los agricultores para su realizaci3n, control.</li> <li>▪ Limitaciones debido a su peso y volumen (el compost no puede ser transportado a largas distancias, ya que su coste ser3a elevado).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mayor utilizaci3n de otras t3cnicas como ser el caso de los biodigestores.</li> </ul>

Nota. Fuente: Elaboraci3n Propia

### ***Biodigestores***

En el caso de los proyectos relacionados con la construcci3n de biodigestores, los mismos van a permitir a los agricultores obtener un doble beneficio ya que se van a

estar generando dos fracciones. Por un lado, el biogás el cual puede ser utilizado como combustible en las cocinas, calefacción o iluminación, lo cual permite una disminución de la dependencia energética en el medio rural y por otro lado una fracción denominada biol o digestato con características fertilizantes. De esta manera, permite resolver tantos problemas ambientales, restricciones energéticas y de dependencia de los fertilizantes minerales.

Se puede definir a los biodigestores como contenedores cerrados, herméticos, dentro del que se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales, desechos vegetales, entre otros), en determinada dilución de agua para que, a través de la fermentación anaerobia, por acción de microorganismos, se produzcan biogás y un subproducto líquido (biol o digestato) (León et al., 2019).

La eficiencia de la digestión anaerobia depende de ciertos parámetros dentro de los cuales se cita: a) la composición química de los residuos, las sustancias fácilmente degradables como proteínas, carbohidratos y lípidos generan una mayor producción de metano comparado con sustancias de difícil degradabilidad como la celulosa; b) temperatura, cuando se trabaja a temperaturas cercanas a 35°C la digestión anaerobia es más rápida, mientras que a temperaturas por debajo de 20°C requiere de mayores tiempos para degradar la materia orgánica; c) pH: los microorganismos que producen metano tienen un rango de acción entre 6,6 y 7,4 (Pascale y Gebler, 2014).

El biogás generado, se caracteriza por tener un 50 % -70 % de metano (CH<sub>4</sub>), 40-20% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y trazas de otros gases, entre los que cabe destacar el ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) (Marti, 2019).

El uso del biogás por sus características como combustible puede ser utilizado para la generación de energía térmica y/o eléctrica, los usos más comunes son: para cocinar, para alimentar ordeñadoras mecánicas, bombeo de agua, molinos, cortadoras de pasto, otros usos térmicos o la producción de electricidad de consumo propio. Este acceso a una nueva fuente de energía, barata y de tipo renovable aumenta la soberanía energética.

Otro aspecto positivo es que al sustituir el uso de leña para cocinar contribuye a disminuir la deforestación y mejora la calidad de vida de los pequeños y medianos productores, ya que el humo generado durante la quema de leña conlleva a problemas respiratorios, irritación de ojos, entre otros.

En relaci3n a la fracci3n biol, esta se caracteriza por tener un alto valor fertilizante, ya que, durante el proceso de digesti3n anaerobia, los nutrientes (nitr3geno, f3sforo, potasio y otros) contenidos en los residuos org3nicos que se encuentran en forma org3nica, se mineralizan, pasando a estar disponibles para la planta, lográndose de esta manera un reciclaje de los nutrientes. Permite tambi3n la mejora de las propiedades f3sico-qu3micas de los suelos por el aporte de materia org3nica y adicionalmente al estar presentes hormonas vegetales de crecimiento, originadas del metabolismo de los microorganismos que participan en la fermentaci3n anaer3bica, se ve favorecido a3n m3s el crecimiento de la vegetaci3n, diferenci3ndose con el compost en donde est3n ausentes dichas hormonas (Martí, 2019).

Algunas consideraciones a tener en cuenta para la utilizaci3n del biol es que la calidad del mismo depende del proceso de digesti3n anaerobia y de la materia prima que lo compone, siendo, por tanto, muy variable. Para un uso seguro, el monitoreo a trav3s de an3lisis qu3micos es fundamental, ya que se pueden encontrar metales pesados y pat3genos en niveles elevados y, en consecuencia, hacer inviable su uso como fertilizante (FAO, 2019).

En relaci3n a las emisiones de GEI por parte de los deshechos y su efecto sobre el cambio clim3tico, en estos casos se estar3n capturando las emisiones de metano en el biodigestor, las cuales de otro modo ir3an a la atm3sfera y de forma indirecta al reemplazar fuentes de energ3as convencionales, f3siles, se van a estar evitando dichas emisiones. Se adiciona el beneficio medioambiental de la eliminaci3n de los problemas de olores y focos de vectores de enfermedades al depositarse los residuos dentro de los biodigestores.

En sus inicios los biodigestores ten3an un problema de costo, por el tipo de material utilizado para su construcci3n, en mamposter3a (modelo chino e indio), pero en la actualidad se ha avanzado mucho construy3ndose biodigestores de bajo costo, contruidos en base a materiales m3s livianos como el PVC. Los costes de inversi3n son f3cilmente recuperados por una familia en dos o tres a3os: de acuerdo al reporte de Innovaci3n para el Desarrollo y la Cooperaci3n Sur-Sur, se indica un costo en materiales de 250 d3lares americanos en climas fr3os y en el caso de los instalados en climas tropicales baja a 150 d3lares (IDEASS, 2011).

Para el c3lculo del beneficio econ3mico total se va a tener en cuenta por un lado los

beneficios directos que serían los relacionados a costos evitados, es decir la capacidad del biogás para reemplazar otras fuentes de energía fósiles comúnmente utilizadas en el medio rural y el valor del biol, se calcula por el valor comercial de los nutrientes y también se toman en cuenta beneficios intangibles, que son los más difíciles de estimar y llevarlos a valores monetarios, dentro de este grupo tenemos los relacionados a: disminución de GEI, ahorro de leña y su efecto positivo sobre la deforestación, control de la contaminación, eliminación de olores y de focos de contaminación. Y estos valores se los relacionan con los costos derivados de su construcción y mantenimiento (Aguilar y Botero, 2006).

Con respecto a las horas de trabajo extra insumidas, solo requiere 20 minutos diarios para su carga con estiércol fresco y agua.

Los principales desafíos, de acuerdo al trabajo CEPAL (2019), están relacionados con el suministro de materia prima, la operación y mantenimiento de los biodigestores, y la capacitación y el control de calidad del proceso, incluyendo el uso de todos los productos finales y subproductos de la digestión anaeróbica.

A continuación, en la tabla 2, se elaboró un análisis FODA para este tipo de proyecto.

**Tabla 2:** *Análisis FODA para Biodigestores*

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Obtención de una fuente de energía barata y renovable, que permite a los productores una disminución de la dependencia energética.</li><li>▪ Obtención de una fracción como el biol con excelentes características fertilizantes, lo que permitiría disminuir la dependencia por los fertilizantes minerales.</li><li>▪ Eliminación de los focos de vectores de enfermedades.</li><li>▪ Reducción de forma indirecta de utilización de leña y así ayuda a disminuir la deforestación. Mejora de la salud de los productores al evitarse el humo causante de enfermedades.</li><li>▪ Efecto positivo sobre la emisión de</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aumento de la demanda por el biol, dado el alto costo, demanda e incertidumbre de stock de los fertilizantes minerales.</li><li>▪ Aumento de las producciones de tipo orgánico que utilizan este tipo de fertilizante.</li><li>▪ Aumento de los proyectos de financiación, dado los beneficios de la técnica, no solo a nivel medioambiental sino para lograr una soberanía energética en el medio rural.</li><li>▪ Posible implementación de normativas ambientales más exigentes.</li><li>▪ Posibles incentivos fiscales a producciones más “amigables ambientalmente”</li><li>▪ Aumento de los proyectos de extensión de la técnica de construcción y</li></ul>

GEI relacionado con los desechos, al evitarse la emisi3n de metano.

- Bajo costo y mantenimiento.
- Aplicable a todas las escalas (pequeña y mediana escala y tambi3n a nivel industrial).
- Se logran beneficios econ3micos netos positivos.
- Insume pocas horas extras al d3a para su llenado.

mantenimiento de los biodigestores.

- Mayor conciencia por parte de los agricultores de los graves problemas ambientales globales.

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Puede haber generaci3n de olores.</li> <li>▪ Las bacterias anaerobias son susceptibles a inhibici3n por un gran n3mero de compuestos, por lo cual el residuo inicial debe estar libre de las mismas.</li> <li>▪ El digestato no est3 100% libre de bacterias pat3genas, huevos de helmintos por lo que requiere an3lisis previo a utilizarse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aparici3n de nuevas tecnolog3as</li> </ul>

*Nota. Fuente: Elaboraci3n propia*

Para ambos tipos de proyectos es fundamental la extensi3n, dar a conocer a los productores la tecnolog3a, sus costos, la operaci3n y los beneficios obtenidos. Se destaca por tanto, la necesidad de una mayor articulaci3n de todos los actores involucrados: productores, extensionistas, ONGs, bancos, financieras o agencias de cooperaci3n, universidades p3blicas y privadas, cooperativas de productores, autoridades locales y nacionales.

## CONCLUSIONES

La actividad agropecuaria como proveedora de alimentos, fibras y energ3as se va a ver exigida a incrementar su producci3n frente al aumento de la demanda por dichos bienes, consecuencia del incremento poblacional. Dados los compromisos medioambientales asumidos y frente a la innegable crisis ambiental, el sector agropecuario no puede quedar ajeno a ello y es imprescindible que tome acciones con celeridad en pos de la sostenibilidad.

En el caso particular de los residuos org3nicos, su falta de gesti3n es causante de graves

impactos sobre los ecosistemas, lo cual genera una franca degradación de los mismos, además de observarse perjuicios a la salud humana y animal. Consecuencia directa de lo anteriormente expuesto es imperante el cambio de un paradigma lineal a uno circular que evite la pérdida de materiales y energía, lo cual conlleva a mejoras no solo ambientales, sino también sociales y económicas.

El Compostaje y los Biodigestores son una excelente solución a la problemática, permitiendo a los productores, no solo gestionar de forma ambientalmente adecuada e integral a los residuos generados y así evitar problemas ambientales de gran envergadura, sino que adicionalmente mejoran su calidad de vida, y les permite transformar residuos en insumos con la mejora económica que ello representa. Se logra una disminución de la dependencia de fertilizantes minerales y en el caso de los biodigestores también energética, mejorando la resiliencia de los pobladores del medio rural.

Agregando que es indispensable para la concreción de este tipo de proyectos, políticas públicas fuertes. Estimular su extensión territorial, por medio del uso de incentivos (exoneraciones, rebaja de impuestos), así como normativas más exigentes a producciones que estén a contracorriente de las necesidades actuales (siguiendo el principio “el que contamina paga”). Por último, destacar la importancia de la extensión técnica, de la educación ambiental, del involucramiento de las universidades, ONGs, asesores técnicos, cooperativas de productores, que permitan a los productores conocer las técnicas y sus beneficios, y realizando un seguimiento, de forma de asegurar el éxito a largo plazo.

#### LISTA DE REFERENCIAS

- Aguilar, F.X y Botero, R. (2006). Los beneficios económicos totales de la producción de biogás utilizando un biodigestor de polietileno de bajo costo. *Tierra Tropical*, 2 (1), 15-25.  
[https://www.researchgate.net/publication/228431561\\_Los\\_Beneficios\\_Economicos\\_Totales\\_de\\_la\\_Produccion\\_de\\_Biogas\\_Utilizando\\_un\\_Biodigestor\\_de\\_Polietileno\\_de\\_Bajo\\_Costo](https://www.researchgate.net/publication/228431561_Los_Beneficios_Economicos_Totales_de_la_Produccion_de_Biogas_Utilizando_un_Biodigestor_de_Polietileno_de_Bajo_Costo)
- Álvarez, M y Arrieche, P. (2016). *Presentación y diagnóstico de Intoxicación por Clostridium Botulinum en bovinos estabulados*. [Tesis de grado. Universidad de la

- Rep3blica Uruguay. Facultad de Veterinaria].  
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/10314>
- Arroyo, F. (2018). La econom3a circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3 (12), 79-98.  
<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>
- AZ Group (2021). *Urea a m3s US\$ 1000 la tonelada: los fertilizantes alcanzan niveles hist3ricamente altos*. <https://news.agrofy.com.ar/noticia/196944/urea-mas-us-1000-tonelada-fertilizantes-alcanzan-niveles-historicamente-altos>
- Bl3zquez, M. (2003). *Los residuos agr3colas y de origen animal*.  
<http://www.juntadeandalucia.es>
- Burgo, O., Gait3n, V., Yanez, J., Zambrano, A., Castellanos, G. y Estrada J. (2019). La econom3a circular una alternativa sostenible para el desarrollo de la agricultura. *Espacios*, 40 (13), 2.  
<https://www.revistaespacios.com/a19v40n13/a19v40n13p02.pdf>
- Cervantes, G. (2021). Transitando a la econom3a circular en el sector agropecuario: granjas experimentales en Guanajuato. *Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (7), 45-66. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202101.003>
- Comisi3n Econ3mica para Am3rica Latina y el Caribe. (2019). *Evaluaci3n e implementaci3n de proyectos piloto en El Salvador*.  
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/45026-evaluacion-implementacion-proyectos-piloto-biodigestores-salvador>
- Comisi3n Econ3mica para Am3rica Latina y el Caribe, Organizaci3n de las Naciones Unidas para la Alimentaci3n y la Agricultura e Instituto Interamericano de Cooperaci3n para la Agricultura. (2019). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Am3ricas: una mirada hacia Am3rica Latina y el Caribe 2019-2020*. San Jos3. Costa Rica.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45111/1/CEPAL-FAO2019-2020\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45111/1/CEPAL-FAO2019-2020_es.pdf)
- Del Puerto, A., Suarez, S. y Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Cubana de Higiene y Epidemiolog3a*; 52 (3), 372-387.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032014000300010&script=sci\\_abstract](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1561-30032014000300010&script=sci_abstract)

- Fernícola, N. (1989). *Metahemoglobinemia infantil causada por nitratos*.  
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/17754/v106n1p32.pdf?sequence=1>
- García, F. y Rosales, V. (2018). *Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico*.  
[http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2\\_Parte1\\_Eje3\\_Cap5-177-Garc%C3%ADa-Miranda.pdf](http://ru.iiec.unam.mx/4269/1/2-Vol2_Parte1_Eje3_Cap5-177-Garc%C3%ADa-Miranda.pdf)
- Grand, A. y Michel, V. (2020). *Compost: ventajas y desventajas*.  
<https://www.best4soil.eu/assets/factsheets/es/7.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2020). *Climate Change and Land. Summary for Policymakers*. Ginebra, Suiza.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM\\_Updated-Jan20.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SPM_Updated-Jan20.pdf)
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2014). *Cambio Climático 2014: informe de síntesis*. Ginebra, Suiza.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)
- IDEASS América Latina, Innovación para el Desarrollo y la Cooperación Sur-Sur. (2011). *Biodigestores de bajo costo. Para producir biogás y fertilizante natural a partir de residuos orgánicos*. <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Biodigestores-de-bajo-costos.pdf>
- International Fertilizer Association. (2021). *Public Summary Short-Term Fertilizer Outlook 2021 – 2022*. <https://www.ifastat.org/market-outlooks>
- Instituto de Salud Global Barcelona. (2021). *One Health (una sola salud) o cómo lograr a la vez una salud óptima para las personas, los animales y nuestro planeta*.  
<https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/one-health-una-sola-salud-o-como-lograr-a-la-vez-una-salud-optima-para-las-personas-los-animales-y-nuestro-planeta/90586/0>
- León C., Rodríguez, C., Mendoza, G., Bardales, C., Sánchez, J. y Barrena M. (2019). Diseño e implementación de una planta piloto de producción de Biogás, *Biol y Biosol. Araldoa*, 26 (3), 1017-1032.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2413-32992019000300011](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000300011)

- Lett, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiología*, 46 (1), 1-2. <https://www.redalyc.org/pdf/2130/213030865001.pdf>
- Martí, J. (2019). *Experiencias Latino Americanas en la implementación de estrategias para democratizar los biodigestores entre pequeños y medianos productores agropecuarios. Aportes a Ecuador.* <https://www.researchgate.net/publication/334431607> Experiencias Latinoamericanas en la democratización de los biodigestores Aportes a Ecuador
- Organización de las Naciones Unidas- Medio Ambiente. (2018a). *¿Es el suelo tan importante? Reportaje.* <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/es-el-suelo-tan-importante>
- Organización de las Naciones Unidas- Medio Ambiente. (2018b). *Progresos en la calidad del agua: prueba piloto de la metodología de monitoreo y primeras constataciones sobre el indicador 6.3.2 de los ODS.* [http://www.unwater.org/app/uploads/2018/10/SDG6\\_Indicator\\_Report\\_632-progress-on-ambient-water-quality-2018\\_ES.pdf](http://www.unwater.org/app/uploads/2018/10/SDG6_Indicator_Report_632-progress-on-ambient-water-quality-2018_ES.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biodigestores. *Colección Documentos Técnicos*, (12), 104 pp. <http://www.probiomasa.gob.ar/pdf/GuideBiogasyBiodigestores-19-08-29.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Soluciones ganaderas para el Cambio Climático.* <https://www.fao.org/3/I8098ES/i8098es.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura: Tendencias y desafíos, para el año 2050.* <https://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Estado Mundial del Recurso Suelo. Resumen Técnico.* <https://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *World fertilizer trends and Outlook to 2018.*

<https://www.fao.org/documents/card/es/c/db95327a-5936-4d01-b67d-7e55e532e8f5/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina*. <https://www.fao.org/3/i3388s/l3388S.pdf>

Organización Mundial de Sanidad Animal. (2021). *La OIE se moviliza para alcanzar la resiliencia "Una sola salud"*. <https://www.oie.int/es/la-oie-se-moviliza-para-alcanzar-la-resiliencia-una-sola-salud/#:~:text=La%20OIE%20mira%20a%20trav%C3%A9s,2%20tenga%20un%20origen%20animal.>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2021). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030. Executive Summary*.

<https://www.fao.org/3/cb5339en/cb5339en.pdf>

Orús, A. (2021). *Evolución de la superficie destinada a la agricultura orgánica en el mundo 2004-2019*. <https://es.statista.com/estadisticas/542371/evolucion-de-la-superficie-destinada-a-la-agricultura-organica-en-el-mundo/>

Pacheco, L. (2014). La resistencia a antibióticos: El efecto colateral. *Horizonte Sanitario*, 11 (1), 24-31. <https://doi.org/10.19136/hs.a11n1.108>

Pascale, JC y Gebler, L. (2014). Gestión Ambiental Agropecuaria. *EMBRAPA*, 2, 236-283. <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Biog%C3%A1sFert++Tecnologias+para+o+tratamiento+de+res%C3%ADduos+de+animais.pdf>

Pellicer, K., Brusa, V., De la Torre, J., Ortega, E., Lasta, G., Cardozo, C., Real D. y Copes, J.A. (2016). *Investigación de E. coli O157 y de Salmonella spp en bovinos de un feedlot de la provincia de Buenos Aires. V Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible*. Universidad Nacional de la Plata (pp137-138). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/123614>

Pérez, L. (2021). Resistencia antimicrobiana un problema que atraviesa "una sola salud". *Investigaciones Agropecuarias*, 46 (3), 278-281. [http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/numeros/pubria2020\\_46n3\\_dic.pdf](http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/numeros/pubria2020_46n3_dic.pdf)

Quijano, D. (2016). *Impacto ambiental de los medicamentos. Una aproximación desde el pensamiento ambiental*. [Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.

- Facultad de Ciencias Econ3micas, Instituto de Estudios Ambientales].<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57915?show=full>
- Rico, J. (2016). La gesti3n de residuos en el medio rural. Como afrontar el triplete de la diversidad, dispersi3n y peligrosidad. *Desarrollo rural y sostenible*, (30), 12-15. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5984792>
- Rodr3guez, C. (2002). *Residuos ganaderos*. [https://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/05-residuos\\_ganaderos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/05-residuos_ganaderos.pdf)
- Sztern, D., Pravia, M., Oficina de Planeamiento y Presupuesto y Unidad del Desarrollo Municipal. (1999). *Manual para la elaboraci3n del Compost - Bases conceptuales y procedimientos*. <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/compost.pdf>
- Tullio, L. (2007). *Residuos Agropecuarios. Aspectos Legales para su Tratamiento y Disposici3n. Seminario: Desaf3os y Estrategias para Implementar la Digesti3n Anaerobia en los Agrosistemas*. Buenos Aires. Argentina. [https://www.globalmethane.org/documents/events\\_ag\\_20070514\\_tullio\\_reg\\_and\\_practical\\_requirements.pdf](https://www.globalmethane.org/documents/events_ag_20070514_tullio_reg_and_practical_requirements.pdf)
- Uruguay. Ministerio de Ambiente. (2021). *Uruguay m3s Circular. Plan Nacional de gesti3n de Residuos*. <https://www.ambiente.gub.uy/oan/residuos/>