

# La revolución microbiana

## Revisión de las pruebas del uso de microbios los abonos en la agricultura

"La agricultura moderna ha alterado la faz del planeta, más que ninguna otra actividad humana. Necesitamos replantearnos urgentemente nuestros sistemas alimentarios globales, responsables del 80% de la deforestación, del 70% del uso de agua dulce y la mayor causa de pérdida de biodiversidad terrestre."

"La degradación de la tierra está afectando a los alimentos, el agua, el carbono y la biodiversidad. Está reduciendo el PIB, afectando a la salud de las personas, reduciendo el acceso al agua potable y empeorando la sequía."

"Todos los agricultores, grandes y pequeños, pueden practicar la agricultura regenerativa. Hay una panoplia de técnicas y no hace falta alta tecnología ni un doctorado para usarlas".

**Ibrahim Thiaw, Secretario Ejecutivo, UNCCD**

[\[The Guardian, abril de 2022\]](#)

Este informe ha sido elaborado por [Lifeworks](#), una organización benéfica internacional con sede en el Reino Unido que imparte formación para dotar a las comunidades agrícolas de técnicas agrícolas sostenibles y de bajo coste que mejoran la calidad del suelo y aumentan el rendimiento de los cultivos.

## Resumen

**En los países desarrollados y en desarrollo de todo el mundo se está produciendo una revolución silenciosa. Esta revolución consiste en el uso creciente de microbios -microorganismos como bacterias, hongos, arqueas y protistas- para sustituir a los productos que contienen compuestos químicos inorgánicos.**

Este breve informe se centra principalmente en la agricultura, donde los "biofertilizantes" y los insumos microbianos se utilizan cada vez más para sustituir o complementar el uso de fertilizantes químicos. Este informe examina las pruebas de que los insumos **microbianos pueden producirse a bajo coste y tienen una serie de beneficios demostrados:** aumentan el rendimiento de los cultivos y mejoran la resistencia de las plantas a plagas, patógenos y tensiones abióticas. También hay pruebas fehacientes de que los fertilizantes naturales que contienen microorganismos pueden mejorar o restaurar la fertilidad del suelo, mejorar su estructura y aumentar la capacidad del suelo para secuestrar carbono.

El uso de fertilizantes "naturales" es tan antiguo como la agricultura, y hoy en día la fertilización del suelo mediante estiércol y compost se practica en todas las regiones del mundo. Desde la década de 1980, se ha generalizado el uso de insumos microbianos preparados y "biofertilizantes" para estimular el microbioma del suelo y mejorar la salud de los cultivos. Investigadores como la microbióloga [Elaine Ingham](#) han sido pioneros en el estudio de la microbiología del suelo y de lo que ella ha denominado la "red alimentaria del suelo", la interacción interconectada de un gran número de microorganismos del suelo que determinan los nutrientes disponibles, el pH y la estructura del suelo y, en última instancia, la salud de las plantas y los cultivos y su capacidad para resistir plagas y patógenos.

La creciente aceptación de los enfoques microbianos en la agricultura llega en un momento de crisis de la fertilidad del suelo. **La agricultura intensiva y el uso excesivo de fertilizantes químicos han provocado una crisis mundial de degradación del suelo.** En su informe más reciente, Perspectivas Mundiales de la Tierra, la UNCCD calcula que hasta el 40% de la tierra mundial está degradada. En el Foro Mundial sobre la Alimentación y la Agricultura, donde se presentó el informe, los ministros de agricultura acordaron que "unos suelos sanos son fundamentales para la producción de alimentos nutritivos y seguros en cantidad suficiente, la adaptación al cambio climático y su mitigación, y la detención e inversión de la pérdida de biodiversidad".

Este informe presenta algunos de los **cada vez más numerosos estudios sobre los beneficios de los fertilizantes microbianos en la agricultura.** Hemos seleccionado 17 artículos publicados en revistas especializadas, todos ellos metaanálisis, revisiones sistemáticas o estudios a largo plazo.

En conjunto, estos estudios ofrecen una panorámica de la investigación reciente sobre el uso de insumos microbianos como los biofertilizantes, el biocarbón y el estiércol, y su rendimiento en términos de cosechas en comparación con otros métodos. Algunos de los estudios investigan también los mecanismos por los que los microorganismos regulan la fertilidad del suelo, su composición (incluidos los niveles de carbono orgánico secuestrado) y la capacidad de las plantas para resistir plagas y patógenos.

También resumimos algunas de las **pruebas a pequeña escala** llevadas a cabo por agrónomos y otras personas formadas por Lifeworks; asimismo, ofrecemos una selección de **estudios de casos de agricultores** para proporcionar ejemplos de los beneficios que las familias y las comunidades obtienen del uso de enfoques microbianos.

Por último, este informe también mira más allá de la agricultura y examina brevemente la creciente gama de **productos microbianos para aplicaciones domésticas y comerciales**. En muchos países desarrollados se pueden adquirir productos de limpieza doméstica de distintos tipos. En entornos comerciales, se están utilizando productos de biorremediación para eliminar o neutralizar contaminantes, como los vertidos de petróleo en el océano.

## Contenido

1. Pruebas de investigación sobre el impacto de los fertilizantes microbianos en la agricultura	página 4
1.1 Resumen de los resultados	página 4
1.2 Selección de investigaciones sobre el uso de insumos microbianos en la agricultura	página 6
1.3 Mecanismos por los que los abonos microbianos mejoran el crecimiento de las plantas	página 11
2. Pruebas sobre el terreno del enfoque de Lifeworks	página 13
3. Estudios de casos: el impacto de la formación de Lifeworks	página 15
3.1 Casos prácticos de agricultores	página 16
3.2 Casos prácticos de formadores	página 17
4. Aplicaciones comerciales de los productos microbianos	página 19
Anexo 1. Datos del ensayo de campo en Kenia, 2020	página 21
Anexo 2. Más información y enlaces útiles	página 24

## Acerca de Lifeworks

Este informe ha sido elaborado por [Lifeworks](#), con el objetivo de llamar la atención de los responsables gubernamentales de los países en vías de desarrollo y de las organizaciones que llevan a cabo programas de apoyo a la agricultura en dichos países sobre algunas de las poderosas evidencias del uso de insumos microbianos en la agricultura.

Los objetivos de este informe son:

- 1) Defender la necesidad de seguir investigando los microbios específicos de los países en desarrollo y de la agricultura de subsistencia y a pequeña escala;
- 2) proponer la inclusión de una formación adecuada sobre el uso de insumos microbianos en los programas existentes o futuros de apoyo a los agricultores y a la agricultura; y
- 3) fomentar la producción comercial de insumos microbianos para la agricultura con el fin de ayudar a los agricultores de los países en desarrollo.

La misión de Lifeworks es dotar a las comunidades de técnicas agrícolas sostenibles y de bajo coste que mejoren la calidad del suelo y aumenten el rendimiento de los cultivos.

[Lifeworks imparte formación](#) a pequeños agricultores y agricultores de subsistencia, dotándoles de técnicas sencillas para fabricar y utilizar cuatro abonos microbianos diferentes a partir de ingredientes ampliamente disponibles.

Nuestra formación incluye sesiones sobre técnicas agroindustriales, como la planificación y el mantenimiento de registros. Animamos a los agricultores a crear parcelas de prueba, lo que les permite comparar distintos enfoques durante más de una temporada de cultivo y ver qué funciona mejor en sus campos. Normalmente, los agricultores utilizan las parcelas para comparar los rendimientos de una parcela de control sin insumos, una parcela tratada con insumos microbianos y una parcela tratada con fertilizantes comerciales.

Muchos de los agricultores formados por Lifeworks informan de que el uso de insumos microbianos se traduce en aumentos muy significativos del rendimiento de los cultivos (de hasta el 150% en algunos casos), lo que a menudo significa que hay excedentes para vender, así como ahorros en fertilizantes. Muchos agricultores nos dicen que la formación ha [transformado sus vidas para mejor](#).

# 1. Pruebas de investigación sobre el impacto de los abonos microbianos en la agricultura

## 1.1 Resumen de los resultados

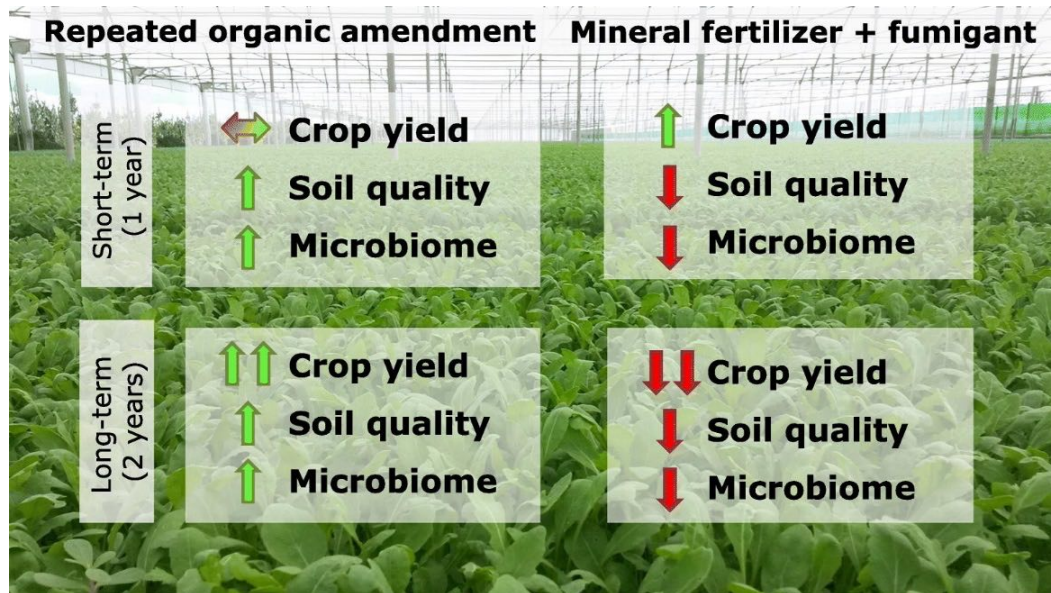
Hemos seleccionado 17 artículos publicados en revistas revisadas por expertos. Todos ellos son metaanálisis, revisiones sistemáticas de la investigación o estudios a largo plazo sobre el uso de insumos microbianos como biofertilizantes, biocarbón y estiércol, y el rendimiento comparativo de estos insumos en términos de rendimiento de los cultivos en comparación con otros enfoques.

Algunos de los estudios también investigan los mecanismos por los que los microorganismos actúan para regular la fertilidad del suelo, su composición (incluidos los niveles de carbono orgánico secuestrado) y la capacidad de las plantas para resistir plagas y patógenos.

De los trabajos de investigación seleccionados se **desprende claramente el potencial de los insumos microbianos para sustituir o complementar a los fertilizantes y pesticidas químicos en la agricultura**. Entre las conclusiones más destacadas figuran las siguientes:

- Cuando se utilizan solos o junto con fertilizantes químicos, los insumos microbianos pueden mejorar el rendimiento de los cultivos en comparación con la no utilización de insumos o el uso exclusivo de fertilizantes químicos.
- El rendimiento de los cultivos tiende a aumentar cuando se utilizan microbios a lo largo de varias temporadas.
- Los aportes microbianos pueden mejorar la fertilidad del suelo y los niveles de nutrientes disponibles en él que necesitan las plantas.
- La fertilidad del suelo está estrechamente vinculada a su capacidad para secuestrar carbono.

- El suelo fértil tiene mayor capacidad para soportar periodos de sequía e inundaciones.
- Los microbios pueden mejorar la capacidad de los cultivos para resistir plagas, patógenos y estrés abiótico.



Fuente gráfica: "Las aplicaciones repetidas de enmiendas orgánicas promueven la microbiota beneficiosa, mejoran la fertilidad del suelo y aumentan el rendimiento de los cultivos", Bonanomi et al, Applied Soil Ecology, Vol 156, Dic 2020, 103714.

## 1.2 Investigaciones seleccionadas sobre el uso de insumos microbianos en la agricultura

Título de la investigación	Fecha	Revista	Tipo de investigación	Principales resultados
<b>Revisiones / metaanálisis</b>				
<a href="#">Uso potencial de microorganismos beneficiosos para la mejora del suelo, el biocontrol de fitopatógenos y la producción sostenible de cultivos en agroecosistemas de pequeños agricultores</a>	2021	Fronteras de los sistemas alimentarios sostenibles, biología de los cultivos y sostenibilidad, 29 de abril de 2021	Revisión de 176 estudios de investigación	El uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal por parte de pequeños agricultores ha crecido sustancialmente debido a su impresionante rendimiento, beneficios económicos y seguridad medioambiental. Entre los beneficios se incluyen: la mejora de los nutrientes del suelo, la mejora de los nutrientes y el rendimiento de los cultivos, la tolerancia de las plantas al estrés biótico y abiótico, el biocontrol de plagas y enfermedades y la absorción de agua.
<a href="#">Los microbios como biofertilizantes, un enfoque potencial para la producción sostenible de cultivos</a>	2021	Sostenibilidad, 2021, 13(4), p 1868	Revisión de 178 estudios de investigación	Los biofertilizantes son una alternativa prometedora a los peligrosos fertilizantes químicos, y desempeñan un papel clave en el aumento del rendimiento de los cultivos y el mantenimiento a largo plazo de la fertilidad del suelo, esencial para satisfacer la demanda mundial de alimentos. Los microbios interactúan con las

				plantas de cultivo y mejoran su inmunidad, crecimiento y desarrollo.
<a href="#">Efectos del abono con estiércol en el rendimiento de los cultivos y las propiedades del suelo en China: Un metaanálisis</a>	2020	CATENA, Vol 193, Oct 2020, 104617	Metaanálisis, 774 comparaciones de 141 estudios publicados	Mayor rendimiento de los cultivos; aumento a largo plazo de la fertilidad y la productividad del suelo.
<a href="#">Las enmiendas orgánicas aumentan el rendimiento de los cultivos al mejorar el funcionamiento del suelo mediado por microbios en los agroecosistemas: Un meta-análisis</a>	2018	Biología y bioquímica del suelo Vol. 124, sept 2018, pp 105-115	Meta-análisis de 690 experimentos sobre enmiendas orgánicas	El rendimiento de los cultivos fue, de media, un 27% mayor con enmienda orgánica que con fertilizante mineral; la enmienda orgánica tenía entre un 22% y un 48% más de enzimas de reciclaje de C, N y P que el fertilizante mineral; la actividad de las enzimas del suelo está estrechamente relacionada con la fertilidad del suelo.
<a href="#">Abonos microbianos: Una revisión exhaustiva de los descubrimientos actuales y perspectivas de futuro</a>	2018	Revista Española de Investigación Agraria 16 (1), e09R01, 18 páginas (2018)	Revisión de 109 estudios de investigación	Existen numerosos estudios que demuestran los efectos positivos de los fertilizantes microbianos, aunque su adopción generalizada se ve obstaculizada por diversos problemas.
<a href="#">Los biofertilizantes como factor clave en la mejora de la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos: Una revisión</a>	2018	Direct Research Journal of Agriculture and Food Science, Vol. 6, 3; pp 73-83	Revisión de 43 estudios de investigación	El uso de biofertilizantes mejora la calidad de los nutrientes y del agua. el crecimiento de las plantas y su tolerancia a los agentes abióticos y bióticos. y podrían desempeñar un papel clave en la productividad y sostenibilidad del suelo como

				insumos ecológicos y rentables para los agricultores.
<a href="#">Microbios diminutos, grandes rendimientos: mejorar la producción de cultivos alimentarios con soluciones biológicas</a>	2017	Biotecnología microbiana, 2017 Sep; v 10(5): pp 999-1003.	Revisión temática de 18 trabajos de investigación	Cada vez hay más pruebas de que las tecnologías biológicas que utilizan microbios pueden mejorar la absorción de nutrientes y el rendimiento de los cultivos, controlar las plagas y mitigar el estrés de las plantas.
<a href="#">Impacto de los insumos de producción agrícola en la salud del suelo: Una revisión</a>	2017	Asian Journal of Plant Sciences, junio de 2017, DOI: 10.3923/ajps.2017.109.131	Revisión de 154 estudios de investigación	Enmiendas orgánicas como estiércol, compost, biosólidos y las sustancias húmicas proporcionan una fuente directa de C para el suelo así como una fuente indirecta de C a través del aumento del crecimiento de las plantas y el retorno de los residuos vegetales.
<a href="#">Potencial de los biofertilizantes para sustituir a los fertilizantes químicos</a>	2016	Revista internacional de investigación avanzada en ciencia, ingeniería y tecnología, vol. 3, núm. 5, mayo de 2016	Revisión de 53 estudios de investigación	Los biofertilizantes activan de forma natural los microorganismos que se encuentran en el suelo y, al ser más baratos, eficaces y respetuosos con el medio ambiente, están ganando importancia para su uso en la producción de cultivos, restaurando la fertilidad natural del suelo y protegiéndolo contra la sequía, las enfermedades del suelo y estimulando el crecimiento de las plantas.

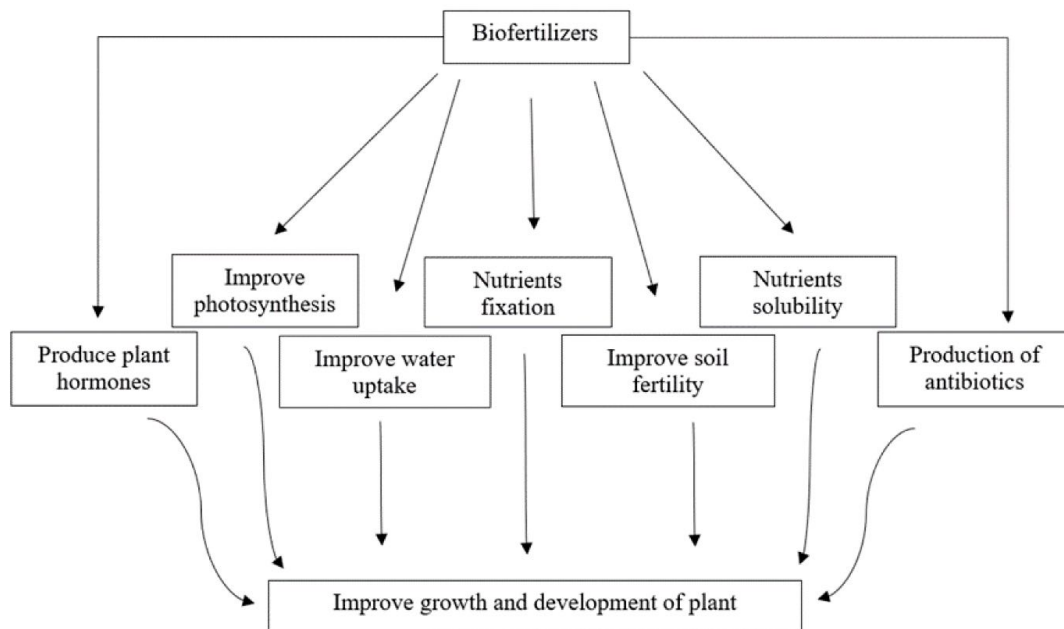


<a href="#">Análisis comparativo de las comunidades microbianas en suelos agrícolas enmendados con biocarbones mejorados o fertilizantes tradicionales</a>	2014	Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente Vol 191, 15 de junio de 2014, pp 73-82	Análisis comparativo	La aplicación de biocarbón mejorado proporciona rendimientos de maíz dulce similares a los de los fertilizantes estándar, pero tienen un mayor impacto en las comunidades microbianas del suelo.
<b>Estudios a largo plazo</b>				
<a href="#">Las aplicaciones repetidas de enmiendas orgánicas fomentan la microbiota beneficiosa, mejoran la fertilidad del suelo y aumentan el rendimiento de los cultivos.</a>	2020	Ecología aplicada del suelo Volumen 156, Diciembre 2020, 103714	Estudio de mesocosmos de dos años de duración en el que se comparan fertilizantes convencionales y ocho tratamientos orgánicos	La aplicación a largo plazo de enmiendas orgánicas mejoró eficazmente la fertilidad del suelo y promovió el desarrollo de una microbiota beneficiosa del suelo capaz de soportar altos rendimientos de las plantas en un sistema de agricultura intensiva.
<a href="#">Formulación microbiana y crecimiento de cereales, legumbres, semillas oleaginosas y cultivos vegetales</a>	2020	Sustainable Environment Research volumen 30, número de artículo: 10 (2020)	Revisión de 114 estudios de investigación	La aplicación de microbios eficaces mejora la productividad, la acumulación de biomasa, la eficiencia fotosintética y la tolerancia a la sequía en los cereales. En judías, legumbres y cultivos hortícolas, los microbios aumentan la biomasa, el rendimiento y otras características. En girasol y cacahuete, mejoran la tolerancia a la sequía y la resistencia a virus y enfermedades fúngicas.
<a href="#">Beneficios a largo plazo de la combinación de aplicaciones de</a>	2018	Gestión del agua en la agricultura	Efectos a largo plazo (1991-2012) de varios	La aplicación a largo plazo de estiércol orgánico en

<a href="#">fertilizantes químicos y estiércol sobre el rendimiento de los cultivos y las reservas de carbono y nitrógeno del suelo en la llanura del norte de China.</a>		Vol 208, 30 sept 2018, pp 384-392	regímenes de fertilización sobre el rendimiento de los cultivos, y el carbono orgánico del suelo y el nitrógeno total y TN en la capa superficial de un suelo fluvoaquico en trigo y maíz.	combinación con la fertilización química convencional aumentó significativamente el rendimiento de los cultivos y los niveles de carbono y nitrógeno del suelo, con la salvedad del uso excesivo de estiércol.
<a href="#">Efectos de los regímenes de fertilización en el rendimiento del té, la fertilidad del suelo y la diversidad microbiana del suelo</a>	2014	Revista chilena de investigación agrícola, Vol.74, 2014	Experimento de campo a largo plazo (2006-2011) para investigar los efectos de los regímenes de fertilización en los cultivos de té	La enmienda con estiércol orgánico fue un factor clave para mejorar las propiedades del suelo y la productividad. Según la calidad del suelo y el rendimiento del té, el estiércol orgánico se recomienda solo o mezclado con abono químico.
<a href="#">Efectos a largo plazo de las enmiendas orgánicas en la fertilidad del suelo</a>	2011	Agricultura sostenible Volumen 2 pp 761-786	Revisar los experimentos a largo plazo (3-60 años) sobre los efectos de las enmiendas orgánicas utilizadas tanto para la reposición de materia orgánica como para evitar el uso de altos niveles de fertilizantes químicos.	La aplicación a largo plazo de enmiendas orgánicas aumentó el carbono orgánico hasta en un 90% frente al suelo sin fertilizar, y hasta en un 100% frente a los tratamientos con fertilizantes químicos. El rendimiento de los cultivos aumentó hasta un 250% mediante aplicaciones a largo plazo de altas dosis de compost de residuos sólidos.
<a href="#">Efectos a largo plazo de los abonos y fertilizantes en la productividad y calidad del suelo: una revisión</a>	2003	Nutrient Cycling in Agroecosystems volumen 66, pp 165-180 (2003)	Revisión de 14 ensayos de campo que comparan los efectos a largo plazo (más de 20 años) de fertilizantes y abonos.	La productividad (cultivos) de los suelos abonados es similar a la de los fertilizantes, con algunas salvedades

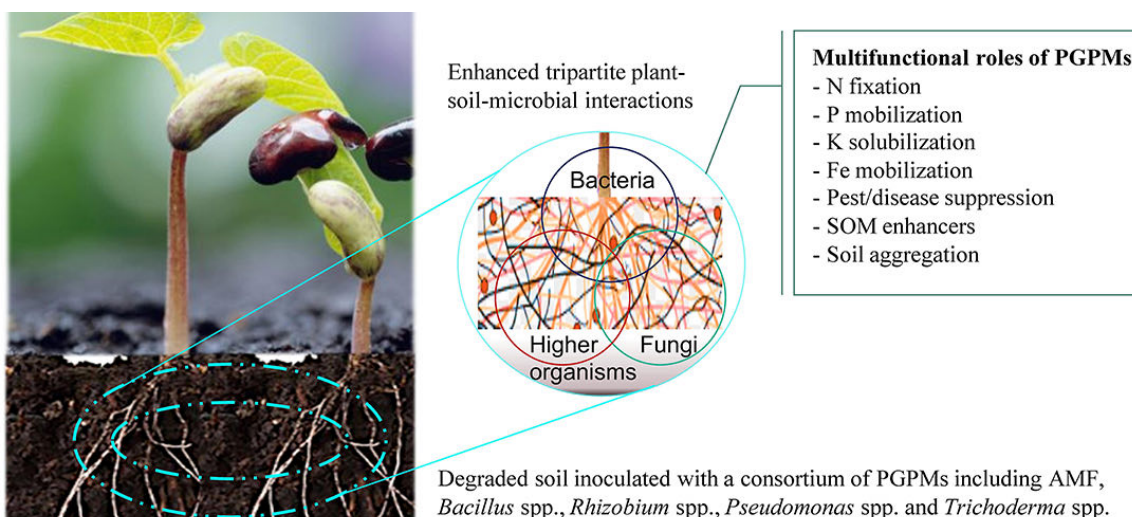
### 1.3 Mecanismos por los que los abonos microbianos mejoran el crecimiento de las plantas

Los biofertilizantes que contienen microorganismos influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de varios mecanismos: mejora de la fijación y solubilidad de los nutrientes; mejora de la fotosíntesis, la absorción de agua y la fertilidad del suelo; y mediante la producción de hormonas vegetales y antibióticos.



Fuente: *Microbes as Biofertilizers, a Potential Approach for Sustainable Crop Production*, Nosheen et al, *Sustainability* 2021, 13(4), p. 1868.

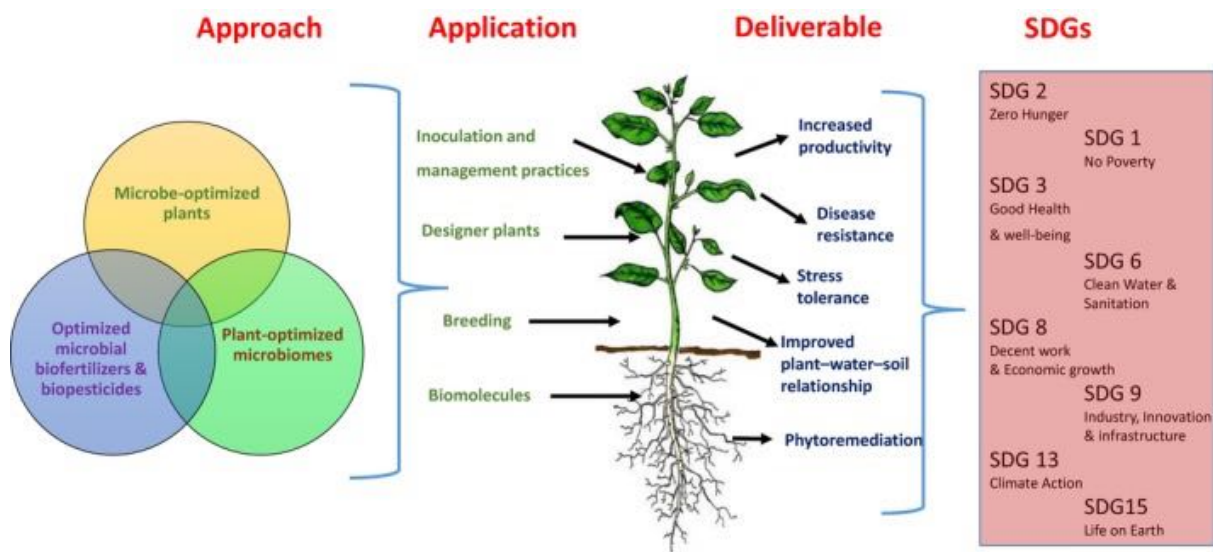
Los "microorganismos del suelo" también desempeñan un papel en la fertilidad del suelo, que también influye en el rendimiento de los cultivos. Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPM) forman interacciones multifuncionales que mejoran la disponibilidad y absorción de nutrientes, la supresión de plagas y enfermedades, la acumulación de materia orgánica en el suelo (SOM) y la formación de agregados en el suelo, lo que en conjunto aumenta la productividad de los cultivos.



Fuente: *Potential Use of Beneficial Microorganisms for Soil Amelioration, Phytopathogen Biocontrol, and Sustainable Crop Production in Smallholder Agroecosystems*, Koskey et al, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 29 de abril de 2021.

Las tecnologías microbianas pueden aumentar la productividad de las pequeñas explotaciones, mejorar la resistencia a las enfermedades y la tolerancia al estrés, y mejorar la relación planta-agua-suelo.

El aumento sostenible de la productividad agrícola mediante el aprovechamiento de las tecnologías microbianas es fundamental para la consecución de múltiples [Objetivos de Desarrollo Sostenible](#) (ODS).



Fuente: *Tiny Microbes, Big Yields: enhancing food crop production with biological solutions*, *Microbial Biotechnology*, 2017 Sep; 10(5), pp 999-1003.

## 2. Pruebas sobre el terreno del enfoque de Lifeworks

Agrónomos / investigadores formados como formadores por Lifeworks han realizado sus propios ensayos de campo a pequeña escala. A continuación se resumen sus conclusiones.

### Kenia occidental, 2020

Ensayo en el que se comparan los rendimientos de los cultivos y otras características obtenidos al utilizar: compost Lifeworks solo; una combinación de dos insumos microbianos y el compost; diferentes fertilizantes sintéticos e insumos comerciales; y sin utilizar ningún insumo. Se probaron tres cultivos: maíz, col rizada y tomates.

En los tres cultivos, los mejores resultados se obtuvieron combinando el compost y los microorganismos de Lifeworks con algo de fertilizante sintético, aunque sólo ligeramente por encima de las parcelas tratadas sólo con los insumos de Lifeworks.

En el caso del maíz, los rendimientos obtenidos utilizando sólo los insumos Lifeworks fueron cinco veces (en peso) superiores a los de las parcelas sin insumos; en el caso de la col rizada fueron más del doble (en peso); en el de los tomates fueron casi tres veces y media. En todas las parcelas de prueba, los microorganismos Lifeworks superaron significativamente a los fertilizantes sintéticos cuando se aplicaron solos. (Véanse los datos completos de las pruebas en el apéndice 1).



Weight of Kale leaf using Life LaB, Life FH+ and Berkeley Compost  
**5.7 grams**



Weight of Kale leaf using chemical fertilisers  
**3.2 grams**



Weight of Kale leaf without any inputs  
**2.6 grams**



Maize cultivated with Life Lab, Life FH+ and Berkeley Compost

**Weight 447 grams**



Maize cultivated with blended chemical fertiliser, lime and trace elements

**Weight 306 grams**



Maize cultivated with nitrogen / phosphorus pentoxide fertiliser without lime and trace elements

**Weight 197 grams**

### **Ruanda, 2020**

Ensayo en el que participaron cinco agricultores que trabajaban con diversos cultivos: judías africanas, maíz, patatas irlandesas, soja, tomates y mandioca. Utilizando las mismas parcelas, todos los agricultores aumentaron su rendimiento en la primera cosecha tras aplicar los microorganismos. Los incrementos oscilaron entre el 50% y el 146%, con un aumento medio del rendimiento del 100%. El aumento medio de los ingresos por agricultor fue de más de 200 dólares. El agricultor que experimentó los mayores rendimientos en la primera ronda, continuó el ensayo microbiano para una segunda cosecha y vio mayores aumentos para ambos cultivos plantados.

### **Kenia oriental, 2020**

Ensayo en el que participaron 215 agricultores del este de Kenia que plantaron parcelas de prueba de Kunde, una hortaliza de hoja africana. Los agricultores obtuvieron una tasa media de germinación del 95% cuando utilizaron una combinación de tres insumos microbianos de Lifeworks: fertilizantes "leche" y "pescado" y compost, frente al 39% en las parcelas en las que no se utilizaron microbios y el 42% en las que se emplearon fertilizantes sintéticos. Las plantas de la parcela con la combinación microbiana tenían el aspecto más saludable (hojas verde oscuro), eran más altas, tenían el tallo más grueso y alcanzaron la madurez más rápidamente.

Además, se están llevando a cabo una serie de **ensayos a largo plazo, dirigidos por instituciones, del enfoque de Lifeworks** en una serie de cultivos en cuatro países, cuyos primeros resultados confirman las propias conclusiones de Lifeworks sobre las mejoras en los rendimientos. Los ensayos incluyen los siguientes:

#### **Ensayo de investigación PABRA (judías) en Kenia**

La sede central de [la Alianza Panafricana de Investigación de la Alubia \(PABRA\)](#) en Kenia está llevando a cabo un ensayo en tres emplazamientos de insumos microbianos en cultivos de alubias, en comparación con los fertilizantes sintéticos.

#### **Ensayo de investigación del IITA (maíz) en Zambia, Zimbabwe y Malawi**

Ensayo en tres países: Zambia, Zimbabwe y Malawi. Se están cotejando y analizando los datos y se presentarán dos artículos científicos a revistas especializadas.

#### **Ensayo sobre microbios y secuestro de carbono en el suelo, Kenia**

El Dr. Michael Mokhoka, científico especializado en secuestro de carbono, está llevando a cabo un ensayo en Kenia occidental para determinar la eficacia de los insumos en el secuestro de carbono. Esto validaría científicamente los insumos como una aportación climáticamente inteligente y abriría la puerta al diálogo sobre el pago a los pequeños agricultores por el crédito de carbono que sean capaces de demostrar científicamente.

#### **Ensayo de fertilidad del suelo, Malawi**

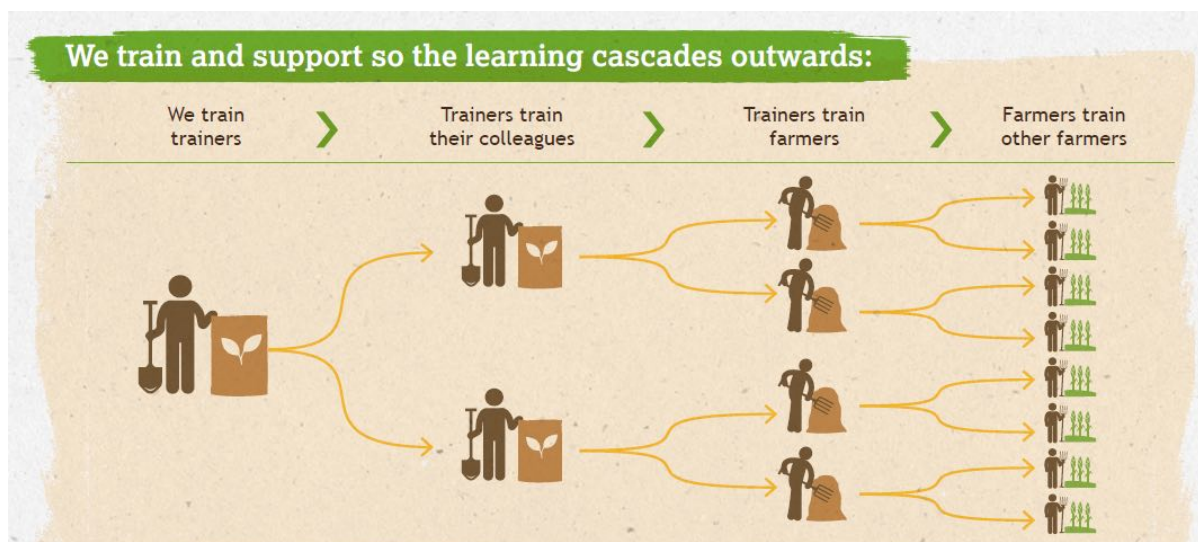
El Dr. Keston Njira, de la Universidad de Agricultura y Recursos Naturales de Lilongwe (Malawi), es especialista en los microbios que afectan a la fertilidad del suelo. Ha aceptado colaborar en el diseño de un protocolo de ensayo con Lifeworks Global para determinar la eficacia de los insumos en la fertilidad del suelo.

### **3. Casos prácticos: el impacto de la formación de Lifeworks**

Lifeworks utiliza un modelo de formación en cascada en varios países subsaharianos. Inicialmente formamos a un grupo de formadores en cada país, personas que suelen trabajar para gobiernos nacionales o regionales, u organizaciones y programas de apoyo a los agricultores.

A veces formamos directamente a grupos de agricultores. Les enseñamos a producir y aplicar abonos orgánicos microbianos y compost a partir de materiales locales de bajo coste.

A menudo, los agricultores que formamos pasan a formar a otros en su comunidad y en los distritos circundantes, y Lifeworks apoya a esos agricultores, pagándoles los gastos de viaje y otros.



### 3.1 Estudios de casos de agricultores

#### Ruanda

Patrick, un superviviente del genocidio de Ruanda de 28 años, era un pequeño agricultor de subsistencia que alquilaba un terreno de 40m x 50m. En 2019 cosechó 89 kg de judías. Asistió a la formación en enero de 2020. Hizo y aplicó los fertilizantes microbianos y en junio de 2020 cosechó 219 kg de judías y en 2021 nos llamó muy emocionado para decirnos que había cosechado 450 kg de judías. Su cosecha de judías se había multiplicado por cinco. Ha pasado de ser un agricultor de subsistencia a un pequeño agricultor comercial. Ha montado una pocilga, ha comprado tierras, ha construido una casa y se va a casar este año.

Clementine no podía pagar el alquiler de 30 dólares al mes y luchaba por cultivar alimentos suficientes para su familia antes de asistir a la formación de Lifeworks Global en Kayonza, al este de Ruanda. Había adoptado a tres niños de su barrio porque sus padres no podían mantenerlos. Su familia tenía dificultades. Estaba en la lista del pueblo de padres que no podían pagar las tasas escolares, un mecanismo socialmente vergonzoso diseñado para instar a los padres a pagar. La familia solía comer carne, pescado o pollo una vez al año en Navidad. Ahora comen carne, pescado o pollo dos veces por semana. Han comprado un pequeño terreno y construido un gran gallinero, y ella está empezando un negocio de cría de pollos. Ya no tiene que pagar la matrícula escolar y lleva la cabeza bien alta en su pueblo.

#### Zambia

Christopher Chiluba es Comandante Regional del Servicio Penitenciario de Zambia Occidental. Él y siete colegas asistieron a nuestra formación en septiembre de 2020. Se sintió tan inspirado que se comprometió a extender el método Lifeworks a los reclusos de los seis centros penitenciarios que supervisa, y a prestarles apoyo tras su puesta en libertad. Hasta ahora, más de 100 reclusos han aprendido a fabricar y aplicar el compost y los insumos microbianos, y a crear parcelas de demostración para probarlos. En una prisión, los reclusos han creado un huerto de demostración supervisado por un funcionario que asistió a nuestra formación. Christopher tiene ahora planes para ampliar el proyecto y llegar a más de 300 presos. Lifeworks está colaborando en la creación de un "paquete de



liberación" que incluirá todo el material de formación traducido al idioma local, junto con una selección de semillas. Christopher espera que este proyecto pueda repetirse en otras regiones del país.

## **Kenia**

*Augustus* vive en la aldea de Mudindi, cerca del lago Victoria, donde planta maíz para alimentar a su familia y llevarlo al mercado. Sus campos están floreciendo y sus vecinos le preguntan qué ha hecho. Augustus está transmitiendo lo que aprendió en un curso de Lifeworks sobre cómo aumentar la resistencia a las lluvias torrenciales. En esta parte del oeste de Kenia, las lluvias solían ser fiables, pero ahora son tan intensas que a menudo arrasan el suelo y destruyen los cultivos. Esto no le ocurrió a las plantas de maíz de Augustus ni al suelo, que puede soportar las lluvias más intensas. Ahora, armado con los recursos de Lifeworks, Augustus ha aprendido a transmitir la formación a sus vecinos.

*Christopher* es un agricultor del oeste de Kenia, nuevo miembro reciente de un consorcio para la ampliación de la agricultura ecológica agroecológica, apoyado por la formación de Lifeworks. Christopher no era capaz de cultivar alimentos suficientes para su familia, pero ahora, utilizando insumos microbianos como el hidrolizado de pescado, tiene excedentes por primera vez. Hoy ya no tiene que comprar comida para su familia y puede vender su excedente y pagar las tasas escolares de sus hijos. Christopher ha formado a 10 familias campesinas de su aldea y piensa seguir contribuyendo a eliminar el hambre en su comunidad.

## **3.2 Casos prácticos de formadores**

### **George Mwima, Kenia**

George es profesor universitario y gestor de proyectos para el Servicio Anglicano de Desarrollo en la provincia de Kakamega, al oeste de Kenia. Durante los últimos 12 años ha trabajado en desarrollo comunitario, especialmente en programas centrados en la agricultura, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad medioambiental. En 2019, George recibió formación de Lifeworks. Pasó a probar el uso de insumos microbianos en su propia granja y, tras ver los resultados, empezó a formar a cinco grupos de agricultores, parte de un grupo de Rehabilitación del Suelo y Gestión de la Fertilidad al que apoya. En 2022, George se incorporó a Lifeworks como formador.

"Los suelos tratados con microbios mantienen mejor un cultivo durante dos semanas en ausencia de lluvia. La agricultura regenerativa es un mecanismo clave para ayudarnos a hacer frente a los caprichos del cambio climático.

"Debemos evitar los herbicidas y pesticidas, ya que están matando nuestros suelos al reducir la diversidad de los microbios dentro del ecosistema del suelo. Los microbios son un salvavidas para nuestros suelos degradados.

"Los agricultores que han aprendido estas técnicas están entusiasmados y se sienten parte del creciente movimiento en favor de la agricultura regenerativa. Estos enfoques no requieren conocimientos técnicos, sólo conocer un sencillo proceso de fermentación que cualquiera puede hacer. Se sienten seguros y les gusta poder controlar el proceso".

"Los agricultores buscan alternativas, y los conocimientos sobre la salud del suelo están cambiando. Hay tantos fertilizantes y otros productos falsificados a la venta en

este país que nunca se sabe si son auténticos o no. En cambio, los microorganismos del suelo están al alcance de todos y son una bala única que puede ayudar a todos los agricultores.

"Si se dispone de una fórmula de bajo coste para liberar el potencial del suelo, se transformará el futuro de muchas familias y muchas comunidades. Con prácticas microbianas y regenerativas podemos construir un suelo mejor y sacar a mucha gente de la pobreza. Los microorganismos son los que provocan toda esta magia".

### **Fred Anami, Kenia**

Fred es agrónomo y vive en Kenia occidental. Trabaja para el Proyecto de Empoderamiento de Viudas del Condado de Kakamega, fundado en 2016 y que ayuda a miles de mujeres de todo el condado. Fred recibió formación de Lifeworks en 2019 y desde entonces ha formado a casi 3000 agricultoras en el uso y los preparados microbianos para mejorar sus suelos y sus cultivos. Fred participa en ensayos de campo para la Alianza Panafricana para la Investigación de la Alubia (PABRA) sobre el uso de microbios en cultivos de alubias y otras leguminosas sin utilizar fertilizantes sintéticos.

"Las mujeres a las que hemos formado están viendo buenos resultados: Lo primero que les parece evidente es la calidad de los productos: el sabor es dulce y las plantas parecen sanas. Consiguen mejores rendimientos y luego, a medida que la fertilidad del suelo se recupera, muchas de ellas descubren que están produciendo un excedente que pueden llevar al mercado y vender.

"Los preparados microbianos de Lifeworks pueden producirse utilizando materiales disponibles localmente a un precio asequible. Por ejemplo, producir 5 litros de hidrolizado de pescado, que puede durar toda una temporada de siembra, cuesta menos de la mitad de lo que los agricultores suelen gastar en fertilizantes sintéticos y otros insumos para un solo cultivo.

"En las pruebas que hemos hecho, comprobamos que los cultivos duran más, el índice de infestación de plagas es menor y el de germinación es mayor, por lo que usar microbios también ahorra en semillas". El cambio climático está provocando lluvias inusualmente abundantes y también periodos de sequía prolongada. Los microbios ayudan a los cultivos a resistir los periodos en los que no hay agua.

"Los microbios pueden marcar una gran diferencia, sobre todo cuando se observan a lo largo de tres o cuatro temporadas, la fertilidad del suelo mejorará, habrá más nutrientes y los agricultores aumentarán el excedente que tienen y que pueden vender.

"También hay beneficios medioambientales, la agricultura con microbios reduce el impacto sobre la salud de la contaminación con productos químicos y fertilizantes sintéticos".

## 4. Aplicaciones comerciales de los productos microbianos

La comercialización de productos microbianos tiene una larga historia y fue dirigida por dos pioneros internacionales de la investigación microbiana: la Dra. Elaine Ingham y el Profesor Teruo Higa.

En Estados Unidos, **la Dra. Elaine Ingham**, destacada investigadora de la fertilidad del suelo, fundó la [Soil Food Web School](#) para formar a agricultores y otras personas en el restablecimiento de la fertilidad del suelo mediante microorganismos. Además de desarrollar cursos de formación comercial de varios niveles, la Dra. Ingham ha creado una gama de fertilizantes microbianos patentados llamada Biocomplete. En marzo de 2022, la Soil Food Web School organizó la [Soil Regen Summit 2022](#), una conferencia internacional en línea sobre la regeneración del suelo.

En Japón, **el profesor Teruo Higa** comercializa desde los años 80 una gama de productos microbianos bajo la marca EM, que significa [Microorganismos Eficaces](#). Fundó la EM Research Organization Inc. (EMRO) en 1994. Los primeros productos EM se desarrollaron tras una década de investigación y hoy en día existe una amplia gama de aplicaciones EM, como la agricultura, la ganadería, la acuicultura, la sanidad, el tratamiento del agua, el tratamiento de residuos y la construcción. La tecnología EM patentada está disponible en muchos países de todo el mundo a través de una red de distribuidores y filiales.

La austriaca [Multikraft](#) se fundó en 1977 para vender piensos y otros productos agrícolas sin antibióticos. Posteriormente, esta empresa de larga tradición empezó a vender productos EM de EMRO, así como su propia gama de productos microbianos. Las aplicaciones incluyen: plantas y jardín, cría de animales, agricultura y ganadería, estanques y agua, productos de limpieza doméstica, cosméticos, compostaje y aguas residuales, entre otras.

Fundada en 2007, la británica [Microbz](#) vende una gama de productos microbianos propios para la salud, el hogar, el jardín y los animales. En 2021, la empresa se expandió a los productos agrícolas.

La tecnología microbiana se está desarrollando rápidamente y se han descubierto bacterias específicas que pueden ayudar a limpiar tras los [vertidos de petróleo en el océano](#) y a hacer frente al [creciente problema de los residuos plásticos](#).

En la agricultura, se espera que el [mercado mundial de biofertilizantes](#) crezca un 13% al año durante el período 2020-30. Se espera que el valor del mercado aumente de 1.400 millones de dólares en 2020 a 4.710 millones en 2030, según la empresa de investigación The Brainy Insights.



## Apéndice 1: Resultados de ensayos de campo en Kenia, 2020

Investigador: George Mwima

MAÍZ	Nº de plantas	Porcentaje de germinación	Síntomas de deficiencia	Carga de plagas	Peso (g)
Compost	100	89	Amarilleamiento severo	Gusano militar de otoño, barrenador del tallo, hormigas	373
Compost, LaB	100	98	Amarilleamiento leve	NIL	n/a
Compost, LaB, Pescado	100	97	Verde oscuro	NIL	<b>447</b>
Fertilizante sintético (mezclado)	100	75	Amarillea	Gusano militar de otoño, barrenador del tallo, hormigas	306
Abonos sintéticos (acidificantes)	100	82	Amarillea	Gusano militar de otoño, barrenador del tallo, hormigas	197
Abono sintético, compost	100	84	Verde oscuro	Gusano militar de otoño, barrenador del tallo, hormigas	412
Abono sintético, compost, LaB, Pescado	100	94	Verde oscuro	NIL	<b>459</b>
Sin ninguna aportación	100	89	Amarilleamiento, retraso del crecimiento	Gusano militar de otoño, barrenador del tallo, hormigas	89

KALE	Número de plantas	Porcentaje de germinación en el vivero	Síntomas de deficiencia en el campo	Carga de plagas	Carga de morbilidad	Peso (g)
Compost	100	98	Amarilleamiento, marrón	Pulgones, polilla del diamante, orugas	Leve Pudrición del tallo, marchitamiento	4.9
Compost, LaB	100	99	Amarillea	Ausencia de pulgones	NIL	5.5
Compost, LaB, Pescado	100	98	Verde oscuro	Ausencia de pulgones	NIL	<b>5.7</b>
Fertilizante sintético (mezclado)	100	72	Amarillento, achaparrado, grisáceo	Pulgones, polilla del diamante, orugas	Podredumbre severa del tallo, marchitamiento	5.2
Fertilizantes sintéticos (acidificantes)	100	79	Amarillento, achaparrado, grisáceo	Pulgones, polilla del diamante, orugas	Podredumbre severa del tallo, marchitamiento	4.6
Abono sintético, compost	100	94	Verde oscuro	Pulgones, polilla del diamante, orugas	Podredumbre leve del tallo, marchitamiento	5.4

Abono sintético, compost, LaB, Pescado	100	98	Verde oscuro	NIL	NIL	<b>6.3</b>
Sin ninguna aportación	100	96	Crecimiento amarillento, marrón, grisáceo y atrofiado	Pulgones, polilla del diamante, orugas	Podredumbre severa del tallo, marchitamiento	2.6

<b>TOMATES</b>	<b>Número de plantas</b>	<b>Germinación% en vivero</b>	<b>Síntomas de deficiencia en el campo</b>	<b>Carga de plagas</b>	<b>Carga de morbilidad</b>	<b>Nº de plantas que sobreviven a la cosecha</b>	<b>Peso (g)</b>
Compost	100	89	Hojas y tallo quemados, amarillentos	Pulgones, gusanos de la cápsula, orugas	Tizón, marchitez bacteriana y por fusarium, podredumbre de la flor, roya	56 tomates	52.5
Compost, LaB	100	98	Amarilleamiento del margen de las hojas	NIL	Marchitez bacteriana	67 tomates	n/a
Compost, LaB, Pescado	100	97	Verde oscuro	NIL	Marchitez bacteriana	<b>89 tomates</b>	<b>56.3</b>
Fertilizante sintético (mezclado)	100	75	Amarilleamiento, parduzco, las hojas se queman	Pulgones, gusanos de la cápsula, orugas	Tizón, podredumbre apical, marchitez por fusarium, roya, marchitez bacteriana	41 tomates	29.9
Abonos sintéticos (acidificantes)	100	82	Quemadura severa de hojas y tallo, Amarilleamiento	Pulgones, gusanos de la cápsula, orugas,	Tizón, marchitez bacteriana, marchitez por fusarium, podredumbre apical, roya	29 tomates	22.7
Abono sintético, compost	100	84	Verde oscuro	Pulgones, gusanos de la cápsula, orugas	Marchitez bacteriana, tizón, roya	51 tomates	53.9
Abono sintético, compost, LaB, Pescado	100	94	Verde oscuro	NIL	Marchitez bacteriana	<b>83 tomates</b>	<b>61.6</b>
Sin ninguna aportación	100	89	Amarilleamiento, quemaduras graves en	Pulgones, gusanos de la	Marchitez bacteriana, tizón, roya,	14 tomates	16.4

			hojas y tallos, retraso del crecimiento	cápsula, orugas	podredumbre de la flor, marchitez por fusarium		
--	--	--	---	-----------------	--	--	--

## Anexo 2: Más información y enlaces útiles

### Cómo la vida microbiana transforma el suelo y la fertilidad de las plantas

[El sitio web](#) Soil Food Web School de la Dra. Elaine Ingham contiene una serie de vídeos cortos que explican cómo interactúan los microorganismos del suelo entre sí y con las plantas que crecen en él. Los vídeos "[Cómo funciona](#)" tratan los siguientes temas:

- La red trófica del suelo: introducción al microbioma del suelo
- Ciclo de los nutrientes: cómo recogen los microorganismos los nutrientes beneficiosos
- La formación de la estructura: cómo influyen los microorganismos en la estructura del suelo
- Supresión de malas hierbas: el papel de los hongos beneficiosos
- Inhibición de plagas y enfermedades: cómo ayudan los microorganismos a la inmunidad de las plantas
- Secuestro de carbono en el suelo: papel de los microorganismos en la capacidad de carbono del suelo



### Lifeworks: cómo trabajamos, cómo fabricar abonos microbianos

La [sección de recursos](#) de nuestro sitio web incluye un [vídeo introductorio](#) y un folleto de dos páginas **con** todos los datos clave sobre Lifeworks y cómo difundimos conocimientos que cambian vidas entre los agricultores del África subsahariana. Además, hay una serie de "vídeos prácticos" que muestran cómo fabricar cuatro abonos microbianos fermentados diferentes a partir de ingredientes fácilmente disponibles: [abono lácteo a base de lactobacilos](#), [abono a base de hidrolizado de pescado](#), [abono a base de estiércol y orina de vaca](#), y [compost de 18 días](#) (método Berkley de compost caliente).



