

Estiércol de cuerno biodinámico: Nutrición del suelo y vitalidad de las plantas

Panorama científico



Este folleto es una obra colectiva de la Federación Biodinámica, Biodynamie Recherche, Demeter Alemania, el Forschungsring y la sección de Agricultura del Goetheanum.

La versión digital está alojada en la siguiente dirección : sektion-landwirtschaft.org/es/investigacion/bases

Este folleto se publica bajo Licencia Creative Commons
Esta licencia permite a los reutilizadores distribuir, remezclar, adaptar y crear a partir del material en cualquier medio o formato sólo con fines no comerciales y siempre que se cite al creador. Si remezcla, adapta o crea a partir del material, debe licenciar el material modificado bajo idénticos términos.

CC BY-NC-SA incluye los siguientes elementos:

BY: debe darse crédito al creador.

NC: Sólo se permiten usos no comerciales de la obra.

SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos términos.



En este folleto se revisan los principales resultados publicados en revistas académicas científicas. El enfoque principal es en las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del preparado de estiércol de cuerno (500) y sus efectos sobre la fisiología del suelo y las plantas.

RESUMEN

Ficha informativa - Preparado de Estiércol (500)	02
Folleto	04
Propiedades moleculares y biológicas	04
Estimación de la cantidad aplicada en un suelo	05
Pruebas de laboratorio	06
Efecto compensatorio	07
Conclusión	08
Referencias	09



PREPARADO DE ESTIÉRCOL (500)

El preparado de estiércol de cuerno (500) es uno de los principales preparados biodinámicos y sin duda uno de los más utilizados, junto al preparado de sílice de cuerno (501) y los preparados para el tratamiento del compost. Como tal, numerosas investigaciones destinadas a caracterizar sus efectos y a comprender más profundamente su modo de acción han sido llevadas adelante.



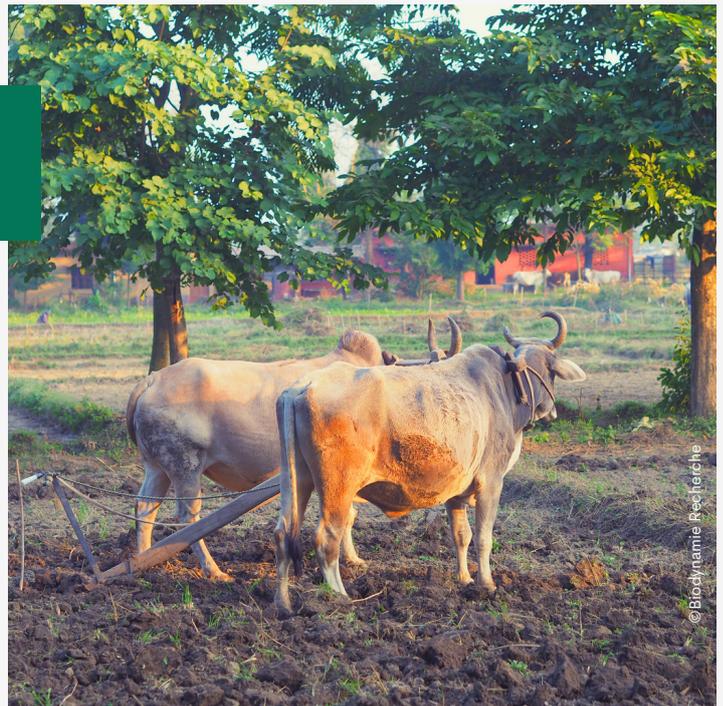
COMPOSICIÓN

El estiércol de cuerno biodinámico (500) es el producto final de una biotecnología natural basada en el proceso de humificación anaeróbica del estiércol. La actividad fúngica relativamente baja durante la humificación anóxica del estiércol favorece un contenido considerable de compuestos aromáticos debido a una degradación parcial de la lignina del estiércol. Se sabe que estos residuos fenólicos de lignina tienen una intensa actividad biológica que confiere al estiércol de cuerno humificado una bioestimulación significativa sobre las plantas, como la ejercida por la hormona auxina, incluso a dosis muy bajas.

ACCIÓN

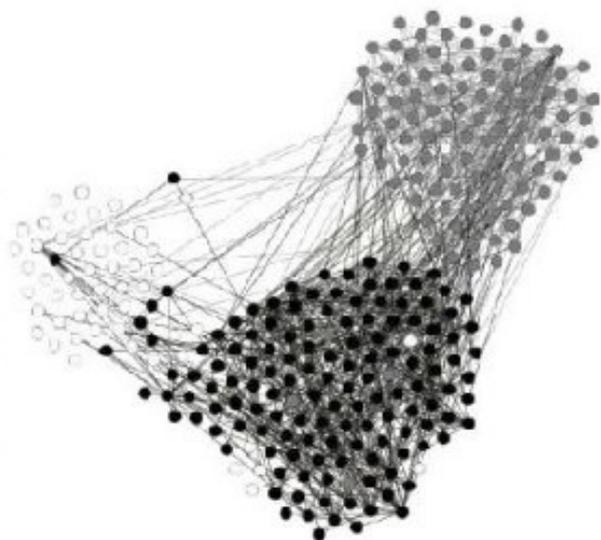
El preparado de estiércol estabiliza y compensa el crecimiento y el rendimiento de las plantas, favoreciendo su adaptación a las distintas condiciones ambientales.

Cuando el preparado de estiércol se diluye y se esparce a $100\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$, como recomienda la norma Demeter, su concentración final (nanomolar, 10^{-10}) en el suelo se ajusta bien a los rangos conocidos de actividad biológica, que son eficaces sobre las plantas incluso a concentraciones femtomolares (10^{-15}).



CONVENTIONAL

EFICACIA



Los bioensayos de laboratorio han demostrado el efecto del preparado de estiércol en el crecimiento de las raíces de berro mediante un patrón estabilizador de acciones que regulan el crecimiento en condiciones de estrés. Este indica el potencial para aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas incluso en condiciones de suelos adversas, como inundaciones y choques térmicos, así como condiciones de salinidad y sequía.

Sample Us149

Figura : Organización específica de las comunidades fúngicas en los suelos según los patrones de cultivo. Fuente : [Ortiz-Álvarez et al., 2021](#).

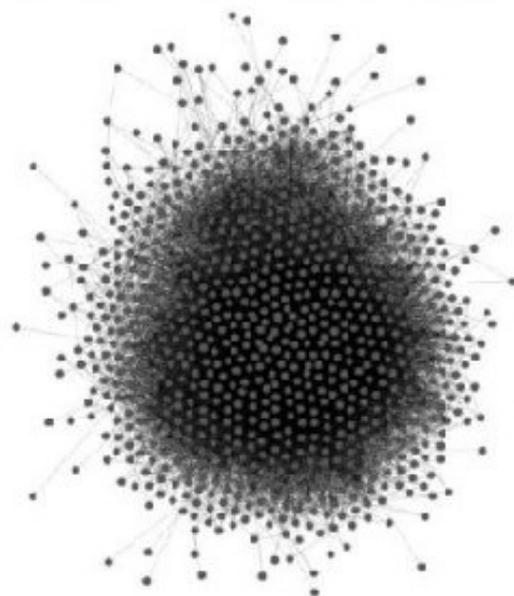
ESTUDIOS SISTÉMICOS

Estudios sistémicos revelaron que el microbioma del suelo, es decir, la diversidad, la abundancia y la funcionalidad microbiana del suelo, eran superiores bajo manejo biodinámico que en sistemas de agricultura ecológica y convencional. Esta mejora general del estado microbiano del suelo puede atribuirse muy probablemente al uso del preparado de estiércol, aunque no existe aún una correlación evidente.

Para obtener más información :

<https://www.sektion-landwirtschaft.org/es/investigacion/bases>

BIODYNAMIC



Sample Us60



PROPIEDADES MOLECULARES Y BIOLÓGICAS

El preparado biodinámico de estiércol se obtiene mediante un proceso de humificación anaeróbica del estiércol a temperatura controlada. La actividad fúngica relativamente baja durante la humificación anóxica del estiércol propicia un contenido considerable de compuestos aromáticos, ya que la lignina del estiércol sólo se degrada parcialmente. Estos residuos fenólicos de lignina poseen una intensa actividad biológica, de modo que el estiércol de cuerno humificado tiene un gran efecto bioestimulante sobre las plantas, comparable al ejercido por la hormona auxina, incluso a dosis muy bajas. En los sistemas agrícolas se aplican habitualmente cantidades extremadamente pequeñas de bioestimulantes vegetales similares a las hormonas que vende la industria agroquímica, como las algas, los hidrolizados de proteínas vegetales y la materia húmica geoquímica.

La composición molecular del preparado de estiércol ha sido descrita por un grupo de investigadores de la Universidad de Nápoles Federico II ([Spaccini et al., 2012](#)). Este estudio empleó espectroscopia de resonancia magnética nuclear (RMN) y espectrometría de masas pirolítica. Reveló una composición molecular compleja: derivados fenólicos de la lignina (parte fibrosa de las plantas), polisacáridos vegetales (azúcares) y componentes lipídicos lineales y cíclicos (grasas) de origen vegetal y microbiano. Esta composición es similar a la de los distintos compost utilizados en agricultura, pero con una mayor proporción de residuos fenólicos de lignina.

¿Qué significa esta propiedad crítica? En el compost común ya maduro, cuyos procesos de humificación se desarrollan en condiciones aeróbicas, la descomposición de sustancias hidrófilas inestables (como los hidratos de carbono) debido principalmente a las bacterias, va acompañada de una amplia degradación de las estructuras poliméricas de lignina por parte de los hongos, mientras que los compuestos más hidrófobos, como los ácidos grasos, se acumulan preferentemente e incorporan residuos fenólicos bioactivos. Por el contrario, la humificación anaeróbica del estiércol al interior de los cuernos de las vacas reduce la actividad fúngica, acumulándose así una cantidad más significativa de residuos fenólicos que otorgan al preparado de estiércol una actividad biológica más significativa hacia el crecimiento de las plantas.

En 2013, el mismo equipo de investigadores ([Giannattasio et al. 2013](#)) estudió la composición microbiológica del preparado de estiércol. Ellos comprobaron su actividad bioestimulante sobre las plantas al evaluar el contenido de varias enzimas que ejercen una actividad beneficiosa en la rizosfera. Este trabajo determinó que el preparado 500 tenía un nivel más significativo de diversas enzimas específicas que el encontrado en muchos suelos, lo que implica una actividad rizosférica considerablemente mayor. Además, los autores demostraron que el preparado de estiércol contenía una cantidad de compuestos similares a la auxina (0,03 ppm) equivalente a una concentración nanomolar de auxina en el suelo más que suficientes para ejercer modificaciones fisiológicas en las plantas, como la elongación de las ramas primarias y secundarias de las raíces. La gran proporción entre bacterias y hongos encontrada en el preparado 500 confirmó los resultados del estudio anterior que mostraba un importante contenido de compuestos fenólicos como producto final del proceso de humificación anaeróbica y de la intensa actividad biológica de este preparado biodinámico.



ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD APLICADA EN UN SUELO

La norma Demeter recomienda diluir el preparado de estiércol y esparcirlo a razón de 100 g.ha⁻¹. En este sentido, los mismos autores ([Giannattasio et al. 2013](#)) presentaron un enfoque racional de la dilución para refutar la creencia común de que los preparados biodinámicos son ineficaces debido a las pequeñas cantidades aplicadas. Comúnmente en la agricultura biodinámica se prescribe disolver unos 100g de preparado de estiércol en 25 a 50L de agua por hectárea. ¿En qué volumen de agua llega esta cantidad de preparado? El peso de una hectárea de tierra, considerando una profundidad de 0 a 20 cm apropiada para las raíces, es de unas 2.000 toneladas. El agua contenida en el suelo representa, en promedio, ¼ de su peso o 500.000 L. Por lo tanto, aplicar 100 g de preparados de estiércol en una hectárea corresponde a diluir estos 100g en 500.000L de agua. Esto da una concentración de 0,0002 g L⁻¹.

Los autores consideraron entonces que el preparado 500 se compone principalmente de moléculas de bajo peso molecular, con un peso molecular promedio de 250 g.mol⁻¹. Así, calcularon una dilución a una concentración similar a la auxina de 1,6 µM en la solución del suelo. Tal concentración micromolar (10⁻⁶) debe considerarse muy grande en cuanto a la actividad biológica. Los conocimientos científicos actuales muestran evidencias de la actividad biológica de compuestos de origen microbiano, incluso a niveles de dilución extremadamente bajos, como desencadenantes efectivos de cambios fisiológicos en las plantas. Existen ejemplos de compuestos inductores de la nodulación en leguminosas que ejercen su actividad a concentraciones tan bajas como 0,1 nanomolar (10⁻¹⁰ M).

Existen además otros estudios sobre moléculas bioactivas, incluso a concentraciones femtomolares (10⁻¹⁵ M). Este cálculo indica que los compuestos bioactivos similares a las auxinas del preparado de estiércol pueden estar presentes en los suelos con una concentración promedio de 20-30 nanomoles lo suficientemente grande como para garantizar la bioactividad necesaria para el crecimiento de las plantas. Por lo tanto, no es sorprendente que la aplicación del preparado de estiércol humificado en las dosis prescritas pueda aportar al suelo señales moleculares bien dentro de los rangos conocidos de actividad biológica.



PRUEBAS DE LABORATORIO

Un bioensayo en laboratorio ha demostrado que el preparado de estiércol tiene un efecto significativo en el crecimiento de las raíces de los berros, lo que evidencia su gran potencial para estimular el crecimiento de las plantas y aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas.

Una metodología importante para estudiar el estiércol de cuerno es desarrollar ensayos de laboratorio. En la granja Dottenfelderhof, en Alemania, se diseñó un bioensayo para estudiarlo. El objetivo de este trabajo era obtener datos sólidos y confiables mediante experimentos controlados y fácilmente reproducibles. Para ello, Alain Morau se inspiró en un protocolo desarrollado por investigadores de medicina integrativa para comprobar la influencia de sustancias muy diluidas (en su caso, el muérdago) en el desarrollo y la morfología de los berros. El principio consistía en observar las primeras fases de desarrollo de las semillas de berro cultivadas en una solución hidropónica que había recibido diferentes concentraciones del preparado de estiércol dinamizado (0,1 µl y 1µl, más una modalidad de control sin preparación).

Los resultados de este estudio ([Morau et al., 2020a](#)) fueron los siguientes:

- En la fase inicial de crecimiento, el crecimiento de las raíces del berro fue susceptible a los efectos del preparado de estiércol.
- El efecto del preparado de estiércol se fue fuertemente influenciado por el tiempo, pero se mantuvo estable a lo largo de los meses.
- En patrón de estabilización de la acción fue significativo, indicando el potencial para aumentar la resiliencia del sistema agrícola en la práctica.



EFECTO COMPENSATORIO

Se cree comúnmente que el preparado de estiércol estabiliza y compensa el crecimiento y el rendimiento de las plantas, favoreciendo su adaptación a distintas condiciones ambientales y protegiéndolas del estrés.

Una segunda serie de experimentos se llevo adelante para comprender mejor este efecto estabilizador o compensatorio ([Morau et al., 2020b](#)). Se investigo las interacciones entre la bioactividad del preparado de estiércol y los siguientes factores: sobredosis de agua (deficiencia de oxígeno para las raíces), estrés por gravistimulación y exposición a luz fluorescente. La idea fue que cuando la planta estuviese sometida a un estrés razonable (que no comprometiese su desarrollo), el preparado humificado 500 pudiese ayudarla a recuperarse. Se sabe que la aplicación de materia orgánica humificada a plantas estresadas hace que el efecto de bioestimulación sea mucho más visible y significativo que cuando las plantas crecen en condiciones óptimas.

La conclusión de este segundo ensayo experimental fue que la actividad del preparado de estiércol mostro un efecto compensatorio frente a factores estresantes como la sobredosis de agua y la gravistimulación. El estiércol de cuerno humificado parecía interactuar con los sistemas sensoriales de las plantas y estimulaba la adaptabilidad fisiológica de éstas al medio aumentando su capacidad de autorregulación.

Este efecto compensatorio de otros preparados biodinámicos humificados (no sólo 500) se confirmó recientemente en un estudio de Jürgen Fritz y sus colegas realizados en cinco parcelas en viñedos en Burgundy ([Fritz et al., 2020](#)). La hipótesis era que la adición de preparados influía en la diversidad microbiana funcional específica del viñedo, y efectivamente, así se observó. Los resultados mostraron que, dependiendo de la naturaleza del suelo, y si la aplicación del preparado de estiércol altamente humificado (500) y del preparado de sílice (501) eran adecuadas, la hipótesis que la gestión biodinámica basada en preparados humificados tendría una acción reguladora y equilibradora sobre el suelo fue ratificada. Sin embargo, se encontró que el efecto del preparado biodinámico sería variable en función de las condiciones agronómicas y edáficas.



INFLUENCIA EN LAS REDES DE HONGOS DEL SUELO

La actividad microbiológica del suelo mejoró bajo un manejo biodinámico en comparación con la agricultura ecológica y convencional.

Un equipo de investigadores españoles y estadounidenses estudió las comunidades microbianas de 350 suelos de viñedos de Estados Unidos y España ([Ortiz-Álvarez et al., 2021](#)). Sus resultados indicaron que, dentro de un mismo ecosistema, el método de cultivo (convencional, ecológico o biodinámico) determina dos estrategias de agrupación de las comunidades fúngicas en el suelo: un hábitat generalizado en los suelos de cultivo biodinámico o un hábitat especializado en los suelos de cultivo convencional.

El estudio muestra que la proliferación fúngica promovida por la agricultura biodinámica se asemejaba a una estructura comunitaria similar a la de los entornos silvestres y colaborativos, en contraste con el entorno altamente especializado que se encontró en los viñedos cultivados de forma convencional. Estos resultados sugieren que la población de hongos promovida por los preparados biodinámicos humificados da lugar a redes comunitarias colaborativas que probablemente sean más resilientes al entorno constantemente alterado por el cambio climático y el uso del suelo.

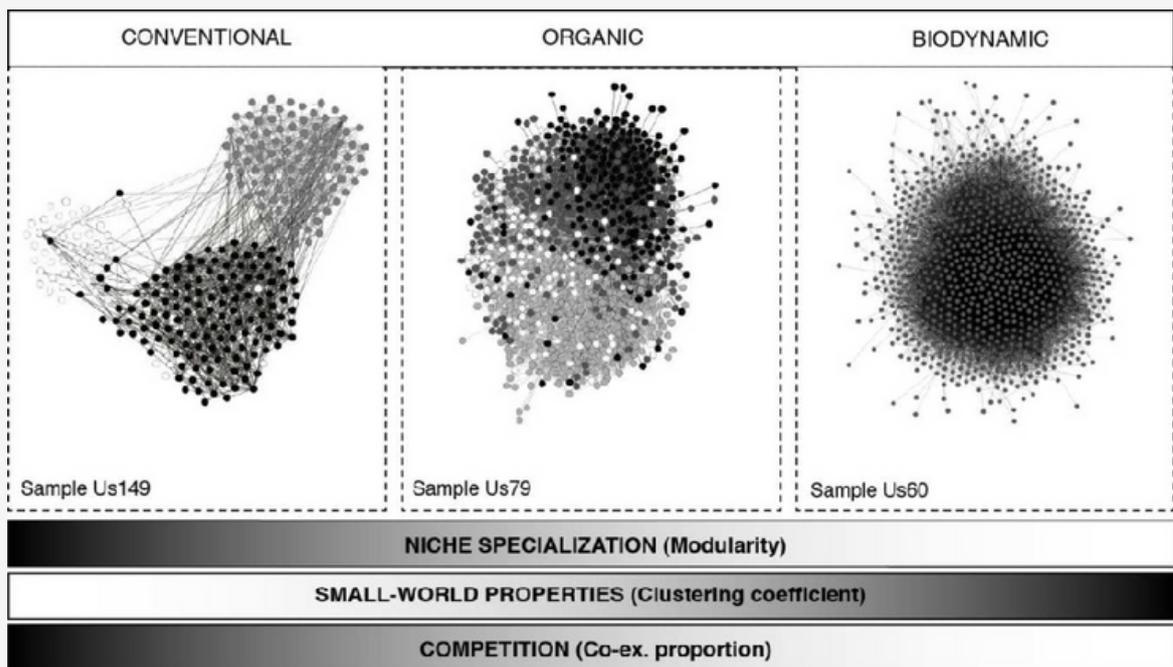


Figura : Organización específica de las comunidades fúngicas en los suelos según los patrones de cultivo. Fuente : [Ortiz-Álvarez et al., 2021](#).

CONCLUSIÓN

Un análisis de las pruebas presentes hasta ahora en la literatura científica sobre el preparado de estiércol sugiere que el proceso de humificación al que se somete el estiércol en condiciones anóxicas prevalentes y temperatura controlada proporciona al preparado biodinámico humificado una composición molecular y microbiológica que confirma su capacidad para ejercer efectos significativos como bioestimulante vegetal y bioefector del suelo.

REFERENCIAS



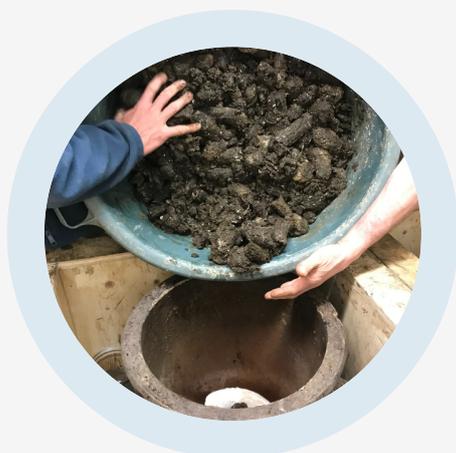
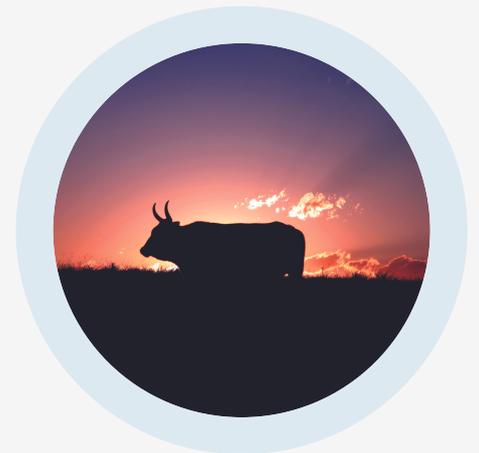
Giannattasio M, Vendramin E, Fornasier F, Alberghini S, Zanardo M, Stellin F, Concheri G, Stevanato P, Ertani A, Nardi S, Rizzi V, Piffanelli P, Spaccini R, Mazzei P, Piccolo A, Squartini A. (2013) **Microbiological Features and Bioactivity of a Fermented Manure Product (Preparation 500) Used in Biodynamic Agriculture.** J. Microbiol. Biotechnol. 2013; 23:644-651.

<https://doi.org/10.4014/jmb.1212.12004>

Jürgen Fritz, Ramia Jannoura, Finja Lauer, Jona Schenk, Pierre Masson & Rainer Georg Joergensen (2020) **Functional microbial diversity responses to biodynamic management in Burgundian vineyard soils,** Biological Agriculture & Horticulture, 36:3, 172-186, DOI: [10.1080/01448765.2020.1762739](https://doi.org/10.1080/01448765.2020.1762739)

Morau, A., Piepho, HP. & and Fritz, J. (2020a) **Growth responses of garden cress (*Lepidium sativum* L.) to biodynamic cow manure preparation in a bioassay,** Biological Agriculture & Horticulture, 36:1, 16-34, DOI: [10.1080/01448765.2019.1644668](https://doi.org/10.1080/01448765.2019.1644668)

Morau, A., Piepho, HP. (2020b) **Interactions between abiotic factors and the bioactivity of biodynamic horn manure on the growth of garden cress (*Lepidium sativum* L.) in a bioassay.** Chem. Biol. Technol. Agric. 7, 11 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40538-020-0176-x>



Ortiz-Álvarez R, Ortega-Arranz H, Ontiveros VJ, de Celis M, Ravarani C, Acedo A, Belda I. (2021) **Network properties of local fungal communities reveal the anthropogenic disturbance consequences of farming practices in vineyard soils.** mSystems 6:e00344-21.

<https://doi.org/10.1128/mSystems.00344-21>

Spaccini, R., Mazzei, P., Squartini, A. et al. (2012) **Molecular properties of a fermented manure preparation used as field spray in biodynamic agriculture.** Environ Sci Pollut Res 19, 4214–4225 (2012). <https://doi.org/10.1007/s11356-012-1022-x>

Fotos :

1.©MABD 2.©YoolGmbH&Co 3.©MABD



La Federación Biodinámica Demeter Internacional es la única asociación agrícola que ha creado una red de organismos de certificación individuales para agricultores biodinámicos de todo el mundo. Hoy en día, son una comunidad global de agricultores, viticultores, jardineros, apicultores, investigadores, asesores, formadores, certificadores, procesadores y comerciantes, por nombrar algunos. Para más información : demeter.net



El objetivo de la asociación Biodynamie Recherche es promover el respeto y la protección del medio ambiente a través de la agricultura biodinámica. Realiza un seguimiento científico de los trabajos y publicaciones sobre agricultura biodinámica a escala internacional. Elabora resúmenes, traducciones y artículos que se ponen a disposición del público francófono en su sitio web y en revistas especializadas. Para más información : biodynamie-recherche.org



Demeter es un organismo privado de certificación de alimentos, cosméticos y textiles producidos biodinámicamente, complementario de la normativa ecológica oficial. Su pliego de condiciones se ha ido desarrollando a lo largo de las décadas hasta convertirse en uno de los más exigentes. Para más información : demeter.de



El Forschungsring se fundó en 1946 como sucesor del Versuchsrings de Agricultores Antroposóficos. En sus primeros años fue la organización paraguas del movimiento biodinámico. Hoy es el instituto central de investigación sobre cuestiones biodinámicas y ecológicas en general, en el centro de un movimiento biodinámico mundial en expansión. Para más información : forschungsring.de



A través de sus contactos con personas activas en el movimiento biodinámico en todo el mundo, la sección de agricultura se encuentra con muchas preguntas, ideas y retos. Junto con nuestros socios, trabajamos sobre estos temas en diversos proyectos y eventos internacionales. De este modo, creamos espacios en los que las preguntas y los retos pueden transformarse en fuentes de inspiración para los activos en la agricultura biodinámica y el sector alimentario. Para más información : sektion-landwirtschaft.org