



Espíritu Emprendedor TES 2018, Vol 2, No. 2 abril a junio 1-12
Artículo de Revisión Bibliográfica

DOI: <https://doi.org/10.33970/eetes.v2.n2.2018.40>

Indexada Latindex ISSN 2602-8093

<https://www.espirituemprendedort.es.com/>

Experiencias agroecológicas para el mejoramiento de suelos en el huerto orgánico de la UIDE, campus matriz

Esteban Terneus

Universidad Internacional del Ecuador, Escuelas de Biología Aplicada, Turismo y Medioambiente (UIDE), Ecuador.

Autor para correspondencia hterneus@uide.edu.ec

Fernando Ponce Villacis

Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador

Autor para correspondencia fernandoponcev@yahoo.com

Alejandro Marcillo

Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador.

Autor para correspondencia alejomarcillo@hotmail.com

Fecha de recepción: 5 de febrero de 2018 / Fecha de aceptación: 25 de marzo de 2018

Resumen

En la agricultura libre de agrotóxicos los microbios, minerales y materia orgánica (“Las Tres Ms”) son esenciales para lograr un huerto productivo. Con el fin de crear un espacio para evaluar el potencial de este concepto, se creó en la UIDE una huerta que funcionó bajo los principios de la agricultura orgánica. Ante la deficiencia de nutrientes en el cultivo, se planteó su manejo mediante técnicas agroecológicas. Para ello se recolectó materia orgánica abundante (una mezcla de viruta y majada de caballo) para incorporarla al suelo. Un sustrato que presenta retos importantes por su contenido alto de carbono y que, aparentemente, inmoviliza el nitrógeno presente. El trabajo comprendió diversos ensayos que incluyen el uso de minerales presentes en el polvo de roca. Materiales que la agricultura convencional no los considera esenciales. Se presentaron los resultados de diversos experimentos con sustratos para germinación, vermicompost, bocashi, mulch orgánico, microorganismos de montaña y microorganismos efectivos activados (EMAs) dirigidos a mejorar la disponibilidad de nutrientes. Los resultados obtenidos evidenciaron que la alfalfa y el césped, usados como mulch (18 kg/m²), tienen potencial como fuentes rápidas y efectivas de nutrientes. Además, el polvo de roca (0.85 g/ml) y el hueso molido (concentraciones iguales o inferiores a 0.011 g/ml) podrían ser útiles para optimizar sustratos para germinación.



Palabras clave: huerto orgánico, mulch, alfalfa, carbono, nitrógeno.

Abstract

Agriculture free of agro toxics requires a focus on microbes, minerals and organic matter, (according to the “Three Ms” principle). With the purpose of evaluating the potential of this concept, a vegetables garden that works under the principles of organic agriculture, was implemented at UIDE. An agro ecological approach was proposed as the proper way of solving nutrient deficiencies. Thus abundant organic matter (a mixture of wood chip and horse manure) was taken to the garden. This substrate represents a challenge because of its high carbon content which, apparently, immobilizes nitrogen. Our work includes, in a number of trials, the use of rock dust (a source of minerals that conventional agriculture does not consider essential elements). We report results from assays with germination substrates, vermicompost, bocashi, organic mulch, microorganisms isolated in the forest and effective microorganisms activated (EMAs). These experiments were done with the aim of improving nutrients availability to plants. Results indicate that alfalfa and cut grass used as mulch (18 kg/m²) have potential as fast and effective nitrogen sources. Also, rock dust (0.85 g/ml) and ground bone (0.011 g/ml or lower concentrations) might be useful for improving germination substrates.

Keywords: organic garden, mulch, alfalfa, carbon, nitrogen

Introducción

En esta investigación se parte del principio de utilizar la agricultura libre de agrotóxicos los microbios, minerales y materia orgánica (“Las Tres Ms”), mismos que son esenciales para lograr un huerto productivo. Con el fin de crear un espacio para evaluar el potencial de este concepto, se creó en la UIDE una huerta que funcionó bajo los principios de la agricultura orgánica

Marco Teórico

Las “Tres Ms” (microbios, minerales y materia orgánica) son el principio fundamental de la agricultura libre de agrotóxicos. La aplicación apropiada de esta idea permite la producción de alimentos sin la química de la muerte (fungicidas, insecticidas, bactericidas). El polvo de rocas, especialmente si procede de distintos tipos de rocas, provee en cantidades pequeñas muchos más elementos de los que la agricultura convencional considera como esenciales. Los microbios por otra parte facilitan el acceso de las plantas a estos minerales. Así, por ejemplo, se pueden colectar en el mantillo del bosque y ser usados en la preparación de bioles o compost. También son fundamentales para la fijación del nitrógeno, una alternativa válida al proceso de Haber-Bosch (para producción de amoníaco) (IIRRS, 1996). Polvos y minerales junto con la materia orgánica



(en una cantidad óptima de 18 kg/m²-año) proveen la oportunidad al agricultor de recuperar la riqueza de su suelo y una provechosa relación simbiótica con la naturaleza (Gangotena, Com.pers.).

Con el fin de evaluar el concepto de las Tres M se crea en la UIDE una huerta que funciona bajo los principios de la agricultura orgánica. Un concepto variable según la persona o sociedad que lo use. Sin embargo, para nuestro caso, aunque no buscamos una certificación, consideramos como referencia práctica lo establecido por Agrocalidad en un instructivo sobre el tema (Agrocalidad, 2013). Además de desarrollar procedimientos apropiados de fertilización, control de plagas y uso de agrobiodiversidad pretendemos proveer un espacio, para los estudiantes, que facilite el emprendimiento y la incubación de negocios. Por ello parte de nuestra planificación comprende la evaluación de costos y la búsqueda de mecanismos de sustentabilidad económica del cultivo. Un primer nivel donde tratamos estos temas nos ha conducido a un diagnóstico de los retos que enfrentamos. Estos comprenden expectativas de los estudiantes y profesores, preguntas sobre ciencia aplicada, pedagogía, cultura organizacional y límites prácticos. Este ensayo es el resultado de parte del trabajo realizado.

Materiales y Métodos

El método de investigación empleado fue el experimental en tanto se partió de un experimento con la creación de una huerta que funcionó bajo los principios de la agricultura orgánica. Se desarrolló en la Universidad Internacional del Ecuador, Escuelas de Biología Aplicada, Turismo y Medioambiente (UIDE), Ecuador. El experimento se basó en la agricultura libre de agrotóxicos los microbios, minerales y materia orgánica (“Las Tres Ms”) considerados esenciales para lograr un huerto productivo. En este sentido comprendió diversos ensayos que incluyen el uso de minerales presentes en el polvo de roca. Materiales que la agricultura convencional no los considera esenciales.

Análisis y Resultados

Buscando aprovechar los recursos disponibles dentro de la Universidad, transportamos hacia el terreno aproximadamente 110 m³ de una mezcla de majada de caballo y viruta.



Materia orgánica que por ser muy rica en carbono tiene el potencial de inmovilizar el nitrógeno en los cuerpos de los microbios presentes (Dalzell *et al.*, 1987; USDA, 2011). Con el fin de aumentar la productividad del cultivo trabajamos en la preparación de microbios de montaña en fase sólida, EMAs, bocashi, vermicompost y en el uso de mulch orgánico, leguminosas y camas calientes. Pretendemos lograr una mineralización más rápida y mayor disponibilidad de nitrógeno además de incrementar su fijación. Conforme hemos generado distintos recursos se han diseñado experimentos dirigidos principalmente a lograr mecanismos de movilización rápida de nitrógeno hacia el cultivo.

Dados los niveles altos de carbono en la viruta presente en la huerta de la UIDE es posible que ésta contribuya a inmovilizar el nitrógeno. Por otra parte, no podemos descartar la posibilidad de que los eucaliptos presentes en la zona tengan efectos alelopáticos sobre los cultivos.

El mulch podría servir para solucionar esta situación. Así, diferentes tipos de materia orgánica se usan como mulch y pueden ser fuentes importantes de nitrógeno durante los primeros días luego de su preparación (Berland, 2016). La materia orgánica enterrada también puede liberar cantidades importantes de nutrientes durante la primera semana de descomposición. Hay reportes sobre degradación del 12% al 44% de la materia por semana y liberación de hasta 80% de potasio durante las dos primeras semanas (Jama y Nair, 1996; Sidding, 2006). El mulch de alfalfa aplicado a una dosis de 0.39 y 0.52 kg/m² ha generado efectos similares a la aplicación de 20 y 60 kg/ha de nitrato de amonio (Wiens, et al., 2006). Además de proveer nutrientes, el mulch podría ayudar en el control de patógenos tales como nemátodos. Efecto que podría durar varios años luego de la aplicación del mulch (Forge et al., 2013; Gliessman, 2007).

Los EM (microorganismos eficientes) son un descubrimiento de Teruo Higa (Portal



Oficial de la Tecnología EM en América Latina). Se obtienen mediante fermentación y constituyen una mezcla de levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y bacterias fototróficas. Parte de éstos se generan mediante aislamiento de microorganismos autóctonos o microorganismos de la montaña (MM) y comprenden fijadores de nitrógeno (Recharte, 2015); Estimulan el desarrollo vegetal, resistencias a plagas, intervienen en la supresión de patógenos, aumentan los efectos fertilizantes de la materia orgánica, su mineralización y mejoran la estructura del suelo (BID, 2015). Por lo tanto, podrían ser útiles para mejorar las condiciones nutricionales de un suelo pobre o uno demasiado rico en carbono. Los preparados de EM listos para ser usados se denominan EMAs o microorganismos eficientes activos.

Dadas las condiciones del suelo de la huerta de la UIDE, cantidades importantes de nutrientes que aparentemente se hallan inmovilizados por el carbono presente en la viruta o limitados por otras circunstancias como pH ligeramente alcalino y exceso de agua, se diseñaron diversos experimentos para determinar si el exceso de carbono estaba limitando el crecimiento de las plantas y evaluar cómo podemos incrementar la fertilidad del suelo.

1. Ensayos para incrementar la disponibilidad de nutrientes en el sustrato para germinación

A partir de observaciones preliminares se definió un sustrato para germinación de plántulas. Este es una mezcla en iguales proporciones de vermicompost, turba y cascajo blanco. Con el fin de probar mecanismos para incrementar la disponibilidad de nutrientes se añadieron al sustrato distintas dosis de polvo de hueso, polvo de roca y hojuelas de avena, El hueso se probó en concentraciones de 0.011 g/ml y 0.1 g/ml de sustrato, el polvo de roca en concentraciones de 0.85 g/ml y las hojuelas de avena a 0.347 g/ml. Para determinar los efectos de la adición de estos componentes, se evaluaron niveles de sobrevivencia y longitud de las plantas de lechuga y tomate un mes luego de su siembra.

2. Evaluación de mulch y bocashi como fuentes de nutrientes en el cultivo.



Se preparó un espacio de terreno en el que se sembraron en filas semillas de maíz y plántulas de acelga y lechuga. Estas plantas recibieron, desde la siembra, distintos tratamientos: 1. Incorporación de bocashi al suelo. 2. Mulch de alfalfa (18 kg/m²) 3. Mulch de césped (18 kg/m²) 4. Control. Para la preparación del bocashi se utilizó ½ saco de cascarilla de arroz, ½ saco de tierra, 1 kg de afrecho, 1 kg de harina de rocas, 1 bolsa de carbón triturado, 1 kg de mantillo del bosque, 0.2 litros de melaza, 100 gramos de levadura y agua hasta lograr un material homogéneo con 50-60% de humedad (determinada mediante la prueba del puño para formar un terrón que debe ser quebradizo). Luego se aplicaron 50 gramos de bocashi en el lugar de la siembra de cada planta o semilla, siguiendo las recomendaciones de Restrepo y Hensel (2009) (Figura 1).



Figura 1.- Preparación del terreno y siembra de semillas para control de ensayos con el uso de vióles.

Fuente: Experimento llevado a cabo en el Huerto de la UIDE

3. Remoción de viruta y aplicación de EMAs

El huerto fue fertilizado con una mezcla de majada de caballo y viruta. Mientras el primer componente se degradó, la viruta permaneció en el lugar. Para evaluar el posible efecto de la viruta en la disponibilidad del nitrógeno, en un caso se la removió por completo y se labró el suelo, en otro caso se dejó disponible el 25% de la viruta y se labró el suelo y finalmente se desyerbó y se dejó toda la viruta original en su lugar. En estos espacios se



sembraron semillas de maíz en filas que fueron divididas en dos partes: Una que fue tratada diariamente con EMAs a una concentración de 20 ml/litro y otra que no fue tratada con EMAs



Figura 2.- Preparación del suelo con viruta y siembra de hortalizas para control de ensayos.

Fuente: Experimento llevado a cabo en el Huerto de la UIDE

La adición de fuentes adicionales de nutrientes al sustrato de germinación no produjo plantas más vigorosas u homogéneas. Esto último se determinó comparando variancias para cada tratamiento. Sólo en un caso, luego de la adición de hueso molido en concentraciones bajas (0.011 g/ml) se observaron, en promedio, lechugas ligeramente más largas que el control (Figura 3).

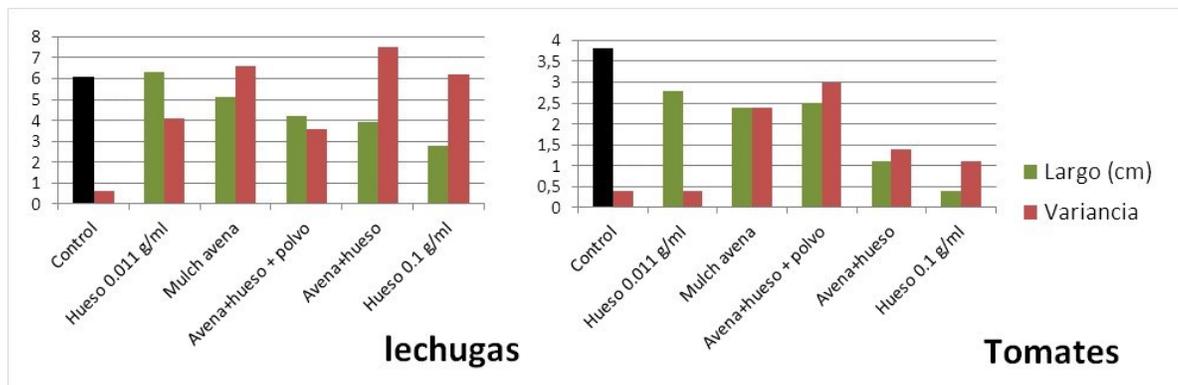


Figura 3. Largo de plántulas (cm) germinadas en distintos sustratos.

Fuente: Experimento llevado a cabo en el Huerto de la UIDE

Resultados luego de un mes en bandejas de germinación. El control es una mezcla, en iguales proporciones, de turba, vermicompost y cascajo blanco. A la izquierda de cada control



se indican los componentes adicionales añadidos al sustrato de germinación. En todos los tratamientos con hueso, excepto el primero de la izquierda, se incorporaron 0.1 g/ml de sustrato.

El uso de mulch produjo mayor mortalidad en las plantas sembradas. La máxima mortalidad se observó entre las plántulas de lechuga, mientras que la acelga presentó una mortalidad media y el maíz la menor mortalidad (Figura 4). Sin embargo, entre las plantas sobrevivientes los maíces con mayor tamaño fueron los sembrados con mulch de alfalfa. Así también el uso de césped como generó plantas de lechuga, acelga y maíz más grandes que los controles. El bocashi no parecería haber tenido algún efecto importante sobre el cultivo (Figura 5).

La eliminación de viruta produjo un efecto positivo en el tamaño y calidad del follaje del maíz a las 4 semanas luego de la siembra. Así también, la aplicación de EMAs en el cultivo con máxima cantidad de viruta, parecería haber generado maíces de mayor tamaño. Sin embargo, el efecto de la viruta parece tener mucha mayor importancia (Figura 6).

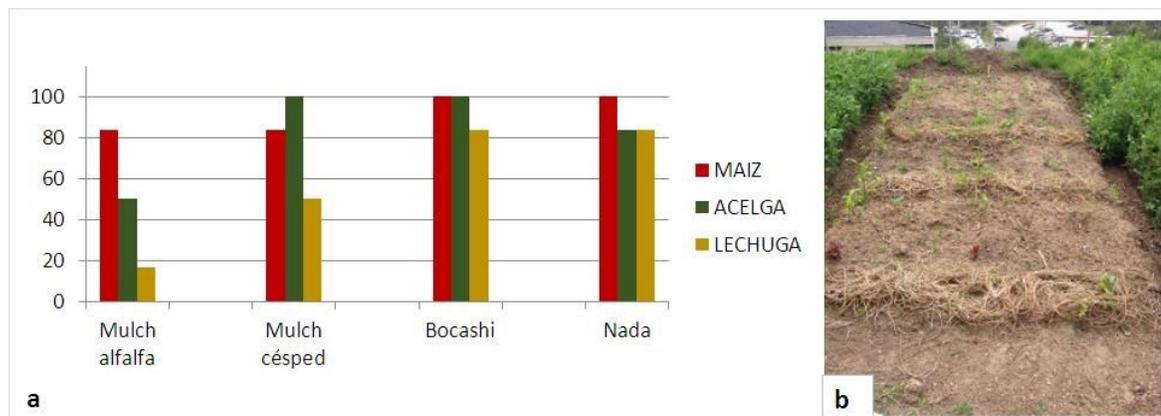


Figura 4. a. Fracción de plantas sobrevivientes en cada tratamiento. Los valores indicados son porcentajes obtenidos de 6 plantas de cada especie/tratamiento. **b.** Foto del ensayo.

Fuente: Experimento llevado a cabo en el Huerto de la UIDE

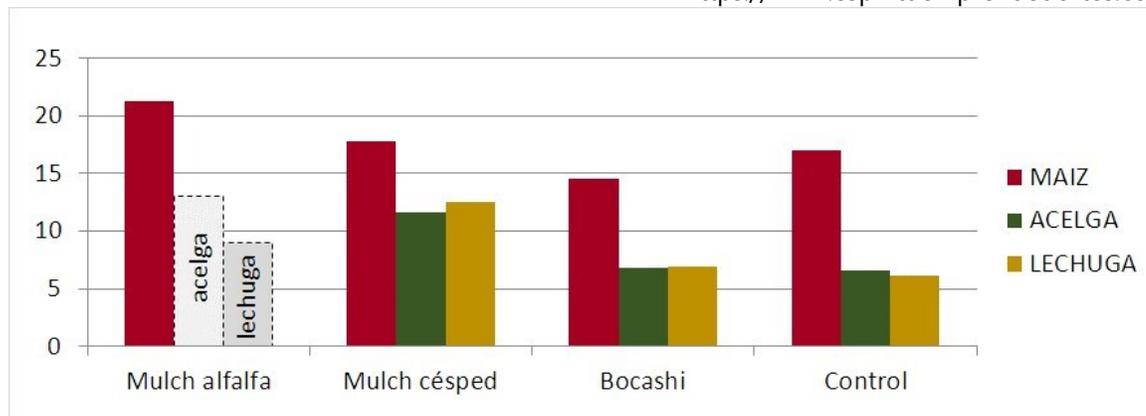


Figura 5. Altura de las plantas 4 semanas después de la siembra.

Fuente: Experimento llevado a cabo en el Huerto de la UIDE

Los valores indicados son centímetros. Las lechugas y acelgas con mulch de alfalfa presentaron sobrevivencias muy bajas. En las columnas en blanco y gris los valores sólo representan una planta y no se utilizaron en el análisis estadístico. Se provee la información por ser útil para la discusión.

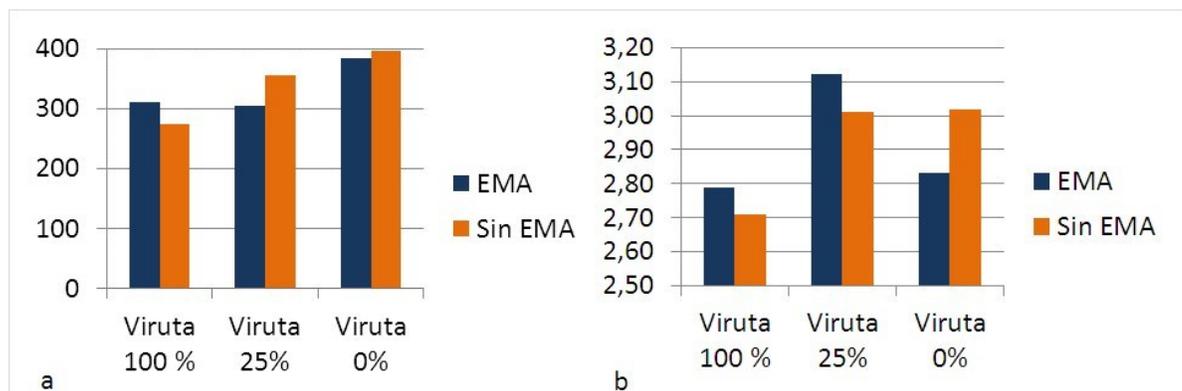


Figura 6. Largo (mm) de las plantas de maíz cultivadas con distintas concentraciones de viruta con o sin aplicaciones de EMAs.

b. Calidad del follaje luego de los mismos tratamientos. Los valores corresponden a una escala de valoración o rating (1= mal 5= excelente).

Fuente: Experimento llevado a cabo en el Huerto de la UIDE



La remoción de la viruta presente sobre el suelo de la huerta tuvo efectos benéficos en el crecimiento del maíz. Esto sugiere que, efectivamente, el exceso de carbono, debido a la viruta, está inmovilizando el nitrógeno. El trabajo que estamos realizando con distintos sustratos para germinación tiene el fin de proveer a las plantas de nitrógeno antes y después de la siembra. Pruebas preliminares condujeron a utilizar una mezcla en iguales proporciones de turba, vermicompost y cascajo blanco en estos ensayos (el control). Hasta el momento no hemos identificado ninguna mezcla que funcione mejor. Pero los resultados obtenidos indican que la adición de polvo de hueso en cantidades iguales o inferiores a 0.01 g/ml podría servir. Están pendientes nuevos experimentos. El óptimo que se persigue es la producción de plántulas vigorosas y homogéneas. Para esto último, dados los resultados obtenidos, el polvo de roca podría cumplir alguna función. Es interesante que mientras la avena y el hueso juntos parecen contribuir a generar mayor variancia, el uso de polvo de roca disminuye este efecto en las lechugas (Figura 3).

El mulch utilizado fue efectivo para estimular el crecimiento del cultivo (a pesar de la mayor mortalidad de las plantas). Los datos obtenidos confirman el potencial del mulch como fuente relativamente rápida de nutrientes (si el material es rico en nitrógeno). Sin embargo, se deberán realizar modificaciones en los procedimientos para reducir la mortalidad. Las plantas de lechuga parecen especialmente sensibles a errores con el mulch. Posiblemente murieron aplastadas por la alfalfa (y en menor grado el césped). Un experimento alternativo es la incorporación al suelo, de abono verde, antes de la siembra. Por otra parte, en la preparación del bocashi, se utilizó la mezcla de majada y viruta presente en la huerta. Posiblemente esto explica por qué el fertilizante no tuvo efecto en el crecimiento del cultivo (tiene cantidades muy altas de carbono). Hemos realizado una segunda preparación de bocashi con majada de vaca y estamos incorporando este material a la huerta. Es posible, por otra parte, que, dadas las condiciones de concentración altas de carbono, se requieran dosis mayores de bocashi que las usadas en este estudio.



Finalmente, el efecto de los EM activados (EMAs) permanece incierta. Las diferencias entre los distintos tratamientos son muy pequeñas. Para los próximos ensayos con preparados microbianos podría ser interesante comparar los efectos del biol (hecho con majada de vaca) y EMAs con mayor concentración de leche. Así también la preparación de bioles y EMAs con dosis especialmente altas de nitrógeno.

Conclusiones

El experimento realizado en la huerta de la UIDE evalúa el potencial del concepto de agricultura libre de agrotóxicos los microbios, minerales y materia orgánica (“Las Tres Ms”), evidenciando la posibilidad de lograr un huerto productivo que funcione bajo los principios de la agricultura orgánica.

Se puede seguir ejecutando este tipo de experimento con preparados microbianos que podrían ser interesante para comparar los efectos del biol (hecho con majada de vaca) y EMAs con mayor concentración de leche. Así también la preparación de bioles y EMAs con dosis especialmente altas de nitrógeno.

Referencias bibliográficas

Agrocalidad. (2013). *Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador*. Kirugraphics. Quito.

Ávila, L., Murillo, W., Durango, E., Torres, F., Quiñones, W. y Echeverri, F. (2007). *Efectos alelopáticos diferenciales de extractos de eucalipto*. Scientia et technica 1 (33): 203-204. Recuperado el 4 de diciembre de 2017 de: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5851>

Berland, R. B. (2016). *Nitrogen dynamics in an organic Green manure-cereal rotation and mineralization of clover leaves at low temperature*. Phylosophiae Doctor (PhD) Thesis. Department of Environmental Sciences, Faculty of Environmental Science and Technology, Norwegian University of Life Sciences. Adamstuen.

Banco Interamericano de Desarrollo BID. (2015). *Manual Práctico de USO de EM*. Banco Interamericano de Desarrollo-Convenio Fondo Especial de Japón/BID ATN/JO-10792 UR. Edición No. 1 Julio 2009.

Dalzell, H.W., Biddlestone, A.J., Gray, K.R. y Thurairaja, K. (1987). *Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments*. FAO Soils Bulletin 56. Roma.



FAO / *Plataforma de conocimientos sobre agricultura familiar*. Agroecología y Agricultura Familiar. Recuperado el 2 de diciembre de 2017 de: <http://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/>

Forge, T., Neilsen, G., Neilsen, D. Hogue, E. y Faubion, D. (2013). *Composted Dairy Manure and Alfalfa Hay Mulch Affect Soil Ecology and Early Production of Braeburn Apple on M.9 Rootstock*. HortScience 48(5): 645-651.

Gliessman, S. (2007). *Agroecology. The Ecology of Sustainable Food Systems*. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton (2ª ed.).

IIRRS (eds). (1996). *Manual de prácticas agroecológicas de los Andes Ecuatorianos*. Quito, Ecuador. (1ª ed.).

Jama, B.A. y Nair, P.K.R. (1996). *Decomposition –and nitrogen-mineralization patterns of Leucaena leucocephala and Casia siamea mulch under tropical semiarid conditions in Kenya*. Planta and Soil 179: 275-285.

Portal Oficial de la Tecnología EM en América Latina. Teruo Higa. Recuperado el 2 de diciembre de 2017 de: http://www.em-la.com/dr_teruo_higa.php?idioma=1

Recharte, D. C. (2015). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum, Mill) en San Gabriel Abancay*. Recuperado el 2 de diciembre de 2017 de: <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/30/Tesis%20%20david%20recharte.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Restrepo, R. J. y Hensel, J. (2009). *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra*. Impresora Feriva S.A. Cali, Colombia. (1ª ed.). Recuperado el 4 de diciembre de 2017 de: <http://www.ecosemillera.net/wp-content/uploads/2015/03/Manual-Practico-de-Agricultura-Organica-y-Panesde-Piedra.pdf>

Siddig, B.E. (2006). *Decomposition and Nutrient Release of different organic residues in soils of western Omdurman*. A dissertation submitted to the University of Khartoum in partial fulfillment of the requirements for the degree of MSc. In Desertification. Desertification and Desert Cultivation Studies Institute (DADACSI). University of Khartoum.

East National Technology Support Center y North Dakota (USDA NRCS).

(2011) *Carbon to Nitrogen Ratios in Cropping Systems*. Enero Greensboro, NC.

Recuperado el 2 de diciembre de 2017 de:

[file:///D:/My%20Documents/Downloads/C_N_ratios_cropping_systems%20\(1\).pdf](file:///D:/My%20Documents/Downloads/C_N_ratios_cropping_systems%20(1).pdf)

Wiens, M.J., Entz, M.H., Martin, R.C. y Hammermeister, A.M. (2006).

Agronomic benefits of alfalfa mulch applied to organically managed spring wheat.

Canadian Journal of Plant Science 86: 121-131.

Esta obra se comparte bajo la licencia Creative Common Atribución-No Comercial 4.0

International (CC BY-NC 4.0)

Revista Trimestral del Instituto Superior Tecnológico Espíritu Santo