

An isometric architectural rendering of a city. The scene shows a grid of white buildings with grey roofs, interspersed with green spaces containing various trees and small figures of people. The perspective is from an elevated angle, looking down at the city blocks. The overall style is clean and modern, with a focus on urban planning and green infrastructure.

*Transformaciones
territoriales en México y
Polonia: Vulnerabilidad,
resiliencia y ordenación
territorial*

Marcela Virginia Santana Juárez
Rosa María Sánchez Nájera
Francisco Zepeda Mondragón
Juan Roberto Calderón Maya y
Giovanna Santana Castañeda
(Coordinadores)

*Transformaciones territoriales en México
y Polonia: Vulnerabilidad, resiliencia y
ordenación territorial*

MARCELA VIRGINIA SANTANA JUÁREZ
ROSA MARÍA SÁNCHEZ NÁJERA
FRANCISCO ZEPEDA MONDRAGÓN
JUAN ROBERTO CALDERÓN MAYA
GIOVANNA SANTANA CASTAÑEDA
Coordinadores

Toluca, México, 2019

La presente publicación contó con dictámenes de expertos, de acuerdo con las normas editoriales de la Facultad de Geografía, UAEM.

“Transformaciones territoriales en México y Polonia: Vulnerabilidad, resiliencia y ordenación territorial”

EDICIÓN GENERAL

Marcela Virginia Santana Juárez
Rosa María Sánchez Nájera
Francisco Zepeda Mondragón
Roberto Calderón Maya
Giovanna Santana Castañeda

D.R. Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Geografía
Cerro de Coatepec s/n Ciudad Universitaria
C.P. 50110
Toluca, Estado de México

www.Universidad Autónoma del Estado de México .mx
hppt://facgeografía.Universidad Autónoma del Estado de México.mx/geo/
http://www.uaemex.mx/laboratoriosytalleres/TallEspAcademicos/FacPlanUrbanayRegi
onal.html



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons Atribución 2.5 México (ccby 2.5). Para ver una copia de esta licencia visite <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/mx>. Puede ser utilizada con fines educativos, informativos o culturales siempre que se cite la fuente. Disponible para su descarga en acceso abierto en: <http://ri.uaemex.mx>

ISBN impreso: en trámite
ISBN electrónico: en trámite

Hecho en México, 2019.

Obra evaluada por pares académicos ciego

“Transformaciones territoriales en México y Polonia: Vulnerabilidad, Resiliencia y Ordenación Territorial”

Francisco Alejandro Izquierdo Peralta ¹	179
Rodrigo Huitrón Rodríguez ²	179
Eje temático II Relaciones campo-ciudad (migraciones, movimientos, cambios de uso del suelo)	194
Manejo de residuos agrícolas como mejoradores del suelo. Estrategia agroecológica para la resiliencia ambiental	195
María Dolores Medina Miranda ¹	195
Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo ²	195
Miguel Ángel Balderas Plata ³	195
Manejo del agua y cambio de uso del suelo en el Subtrópico Mexicano	220
José Isabel Juan Pérez	220
José Luis Montesillo Cedillo	220
José Manuel Pérez Sánchez	220
Irma Eugenia García López	220
Ecosistemas y servicios ecosistémicos en las ciudades polacas: Cambios temporales (1990- 2012)	249
Iwona Szumacher ¹	249
Piotr Pabjanek ²	249
Eje temático III Ordenación territorial, vulnerabilidad y resiliencia	262
Polonia de las ciudades menores.	263
Vulnerabilidad y resiliencia frente a las amenazas	263
Barbara Jaczewska	263
Joanna Miętkiewska-Brynda	263
Jerzy Makowski	263
Diseño de un desarrollo geoinformático para automatizar la extracción de datos climáticos de México y su estructuración geoespacial y temporal para usos múltiples	283
Luis Ricardo Manzano Solís*	283
Marcela Virginia Santana Juárez	283
Noel Bonfilio Pineda Jaimes	283
Giovanna Santana Castañeda	283
Los huertos familiares como mecanismos para la conservación del conocimiento ecológico tradicional y diversidad biocultural	311
José Carmen García Flores	311
Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo	311
Miguel Ángel Balderas Plata	311
José Isabel Juan Pérez	311

Resumen.

En los últimos años se ha manejado el concepto de seguridad alimentaria, el cual propone que las personas tengan acceso a alimentos nutritivos y puedan al mismo tiempo, satisfacer sus necesidades alimenticias, tomando esto en cuenta surgen programas de gobierno en los que se les enseñan a los productores métodos y técnicas de cultivo de alimentos que satisfagan y cumplan estas necesidades. El hongo *Pleurotus ostreatus* se convirtió en uno de los principales alimentos que se producen en el Estado de México, y los residuos que se generan, si no son manejados adecuadamente son una fuente de contaminación agrícola. Los residuos utilizados como sustrato para el cultivo del hongo mediante un manejo integral son: paja de maíz, paja de avena y la vaina de haba.

Una vez cosechado el hongo, se propone reutilizar el sustrato agotado y obtener de él, beneficios adicionales, otorgando un uso posterior y así evitar que contamine. Los procesos de composteo y vermicomposteo son utilizados para apoyar al proceso de descomposición del mismo y de esta manera obtener un mejorador de suelos, el cual puede ser utilizado en la producción de alimentos. Esta propuesta de sistema agrícola pretende ofrecer una alternativa en la que la integración de los elementos ofrece una opción para el manejo de residuos agrícolas.

Las disciplinas que dan sustento teórico al estudio son: las Ciencias Ambientales, Contaminación Ambiental, Teoría General de Sistemas, la Agricultura Sustentable, Ecológica y Orgánica, la Agroecología y la Teoría de la Sustentabilidad.

Palabras clave: *sistema agrícola, sustentable, contaminación agrícola, producción orgánica.*

¹ María Dolores Medina Miranda. Doctorado en Ciencias Ambientales. Facultad de Química. Universidad Autónoma del Estado de México, México. E-mail:mdmedina@hotmail.com.

² Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo. Doctor en Ciencias. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México, México. E-mail: jggc1321@yahoo.com.mx

Management of agricultural residues as soil improvers. Agroecological strategy for environmental resilience

Summary

In recent years the concept of food security has been managed, it proposes that people have access to nutritious food and can at the same time, satisfy their nutritional needs, taking this into account arise government programs in which they are taught to producers methods and techniques of growing food that meet and satisfy these needs. The fungus *Pleurotus ostreatus* became one of the main foods produced in the State of Mexico, and the waste that is generated, if not managed properly, is a source of agricultural contamination. The waste used as a substrate for the cultivation of the fungus through integral management are: corn straw, oat straw and the bean pod.

Once the fungus has been harvested, it is proposed to reuse the exhausted substrate and obtain additional benefits from it, granting a later use and thus avoiding contamination. The processes of composting and vermicomposting are used to support the process of decomposition of it and in this way obtain a soil improver, which can be used in the production of food. This proposal of agricultural system aims to offer an alternative in which the integration of the elements offer an option for the management of agricultural waste.

The disciplines that give theoretical support to the study are: Environmental Sciences, Environmental Pollution, General Systems Theory, Sustainable, Ecological and Organic Agriculture, Agroecology and Theory of Sustainability.

Keywords: *agricultural system, sustainable, agricultural pollution, organic production*

1. Introducción

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (s/f) “La seguridad alimentaria se da cuando todas las personas tienen acceso físico, social y económico permanente a alimentos seguros, nutritivos y en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos nutricionales y preferencias alimentarias, y así poder llevar una vida activa y saludable.” Por lo que entonces la inseguridad alimentaria (IA) según Vega-Macedo *et al*, (2014) se define como la condición que resulta de un acceso incierto o nulo a alimentos nutricionalmente adecuados y socialmente aceptables. Dos aspectos importantes se toman en cuenta para la medición de la IA: la disponibilidad de alimentos nutricionalmente adecuados y el acceso a éstos, el cual contempla una amplia variedad de factores, entre ellos, la capacidad de compra, el ingreso familiar, las redes sociales, la autoproducción y la implementación de los programas sociales.

Como una de las acciones que se han implementado para tener seguridad alimentaria en la población se ha desarrollado además la agricultura urbana, que pretende que en las ciudades las personas puedan producir alimentos en azoteas y traspatios, aprovechando los recursos que se tienen.

Teniendo estas consideraciones los programas de apoyo al campo en México han contemplado capacitación a los productores agrícolas sobre métodos de producción de alimentos donde sean de fácil acceso para ellos al contar con los elementos necesarios y además sirvan para autoconsumo y los excedentes consigan ser comercializados apoyando al ingreso familiar. Entre otros alimentos que se han capacitado está el hongo *Pleurotus ostreatus*, también llamado hongo seta.

El hongo seta es de fácil producción porque utiliza residuos agrícolas dándoles un valor agregado además de no requerir condiciones de producción específicas. La producción del hongo contempla las etapas de preparación del sustrato (picado, mezcla de los elementos), fermentación, pasteurización, inoculación con el micelio, producción y cosecha, después de tres cosechas se obtiene el sustrato agotado. El sustrato que se ocupa para la producción del hongo seta es

muy variable, depende de la región donde se produzca, se busca utilizar los residuos agrícolas, como lo son la paja de maíz, paja de avena, vaina de haba, cascara de plátano, paja de arroz, paja de trigo, cascarilla de coco, residuos de la caña, pulpa de café, entre otros.

El sustrato agotado resultado de la producción del hongo seta puede ocasionar contaminación ambiental si no es manejado de manera adecuada. El crecimiento de la población que demanda alimentos en grandes cantidades cada día, ha provocado que se busquen alternativas que permitan producirlos por lo cual también se deben buscar opciones para al manejo de los residuos agrícolas. Es por esta razón que se ha buscado que la agricultura sea sustentable, es decir que se maneje y utilicen los recursos con que se cuenta, buscando satisfacer las necesidades de la población, manteniendo y mejorando el medio ambiente además de conservar los recursos naturales.

Los procesos agroecológicos como son el composteo y vermicomposteo nos permiten devolver al suelo los nutrientes necesarios, actúan como un mejorador.

El proceso agroecológico de composteo permite incorporar el sustrato agotado resultado de la producción del hongo seta, incorporando otros elementos como son biomasa fresca y seca, gallinaza o estiércol, para después de un tiempo determinado donde ya se ha desarrollado la actividad biológica propia del proceso, obtener un mejorador del suelo que nos permita enriquecerlo en donde además si le son incorporadas lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) lograr humus sólido y líquido, el cual es uno de los abonos orgánicos más importantes hoy en día.

Esta estrategia agroecológica permite la resiliencia ambiental, entendiendo la resiliencia como la capacidad de recuperarse de eventos desfavorables y ser capaz de tener un desarrollo exitoso a pesar de circunstancias muy adversas (Becoña, 2006), por lo que un agroecosistema es resiliente si es capaz de seguir produciendo alimentos (Altieri y Nicholls, 2013). La estrategia agroecológica propuesta pretende devolver al suelo los nutrientes perdidos a través del tiempo, del uso y de las prácticas agrícolas que se hayan llevado a cabo en él.

2. Antecedentes

Las condiciones actuales del medio ambiente han hecho que la producción de alimentos cada vez tenga más necesidades que cumplir algunas de ellas son: utilizar elementos naturales, renovables, que satisfagan las necesidades nutrimentales requeridas, que sus residuos no dañen y que estos puedan ser reducidos o reutilizados, con el objetivo de proporcionar seguridad alimentaria a la población.

Rodríguez y Córdova (citado en Quispe, 2015) refiere que a lo largo de la historia de la Agricultura, para tener buenas cosechas, el ser humano ha aplicado toda clase de materias orgánicas a los suelos cultivados. Sin embargo, esta práctica ha ido perdiendo su importancia por efecto de la revolución agrícola promovida desde fines del siglo XIX. Los aportes orgánicos fueron sustituidos por fertilizantes minerales.

La contaminación según Bermúdez (2010) es la presencia o incorporación al ambiente de sustancias o elementos tóxicos que son perjudiciales para el hombre o los ecosistemas (seres vivos). Los tipos de contaminación más importantes son los que afectan a los recursos naturales básicos: el aire, los suelos y el agua. Hunt y Johnson (citado en Reyes *et al.*, 2005) puntualizan que los graves problemas de contaminación comenzaron cuando las emisiones y descargas de los procesos industriales sobrepasaron la capacidad de auto purificación de cuerpos receptores (agua, aire y suelo), generando problemas de salud en los seres humanos y alteración en los ecosistemas. La contaminación del medio ambiente también afecta a la especie humana, es un ser vivo parte de un ecosistema, y es un ser socioeconómico que necesita de ese ambiente por lo que, cualquier degradación del medio natural, afectará también la especie humana (Díaz, 2018).

Se pretende lograr altos rendimientos por unidad de superficie para satisfacer la creciente demanda de alimentos, sin considerar la sustentabilidad de la producción (viabilidad técnica, rentabilidad económica y sin contaminación). Los éxitos de esta estrategia han sido importantes, pero es una agricultura muy ineficiente y altamente contaminante, la cual ha ocasionado la pérdida de la

diversidad biológica, disminución de los recursos forestales, erosión del suelo, cambios climáticos, entre otros (Grageda *et al.*, 2012).

Se han realizado muchos estudios sobre personas que manipulan pesticidas, pero que no han experimentado intoxicaciones agudas ni ninguno de los efectos recién mencionados. Estos estudios han demostrado que intoxicaciones crónicas y exposiciones a dosis menores se asocian a problemas respiratorios, trastornos de memoria, enfermedades de la piel, depresión, abortos, defectos de nacimiento, cáncer y enfermedades neurológicas tales como Enfermedad de Parkinson. Se han realizado pocos estudios sobre personas sin exposiciones ocupacionales, pero un estudio con una muestra representativa a nivel nacional mostró aumento de probabilidad de ADD / ADHD (Déficit de Atención e Hiperactividad) en niños de 8-15 años en los que se encontró residuos de estos plaguicidas en su orina (Center for ecogenetics & Environmental Health, 2012)

La producción de alimentos genera diversos residuos y los desechos de la agricultura comprenden casi 15% total de la basura generada por cada país (Hsing *et al.*, 2004) por lo que se requieren sean manejados adecuadamente, debido al riesgo en la salud o en el medio ambiente. Estos residuos pueden ser la materia prima para otros procesos, los cuales además de ayudar a generar a los agricultores un ingreso extra, permite que se eliminen o disminuyan los efectos nocivos en el medio ambiente.

Se debe tener en cuenta que uno de los principales problemas a resolver en una gestión eficaz del medio ambiente es minimizar la producción de residuos o reincorporarlos a la cadena de producción, tomando como prioridad frente a otras técnicas de gestión, la reutilización, reciclado y valorización de los residuos (Pardo, 2008).

Se han utilizado los desechos de la agricultura como ingredientes para alimento de los animales; como fuente de carbono para el crecimiento de microorganismos; para la producción de enzimas, fertilizantes y de energía; para la recuperación de productos de valor agregado y para el uso absorbente de los contaminantes ambientales (Arfmann *et al.*, 1997; Vohra y Satyanarayana, 2012).

Dentro de los residuos agrícolas se tiene el generado por la producción del hongo seta, el cual es de un material de menor contenido en sales y nutrientes, con porosidad muy elevada y alto contenido orgánico (Diputación provincial de Cuenca, 2012). Sin embargo, actualmente no se está usando en todas las formas posibles que se puede aprovechar. Rinker (2002) menciona que varios estudios han mostrado el uso potencial del sustrato agotado de diferentes hongos, principalmente del *Agaricus bisporus* y del *Pleurotus ostreatus* en la purificación del agua y suelos, en el cultivo de otras especies de hongos y de hortalizas, en el control biológico de parásitos, en la vermicultura, como alimento para animales, como alternativa de combustible y fuente de enzimas degradativas.

Como menciona Mundo-Rosas, *et al.*, (2013) a nivel nacional, 28.2% de los hogares se clasificaron con IA moderada o severa. Los hogares rurales, indígenas y de nivel bajo de condiciones de bienestar fueron los más afectados por la IA moderada y severa: 35.4, 42.2 y 45.9%, respectivamente. Se observó una mayor cantidad de talla baja en los preescolares de hogares con IA severa. Por lo que es necesario que se tomen las medidas adecuadas para mejorar y evitar la inseguridad alimentaria que se vive en algunos hogares.

El manejo adecuado de los residuos agrícolas ha sido tema de interés debido a que las necesidades de alimentos cada día crecen por el aumento de población, por lo que los métodos de producción de alimentos cada día son más intensivos, provocando que la cantidad de residuos sea mayor, por lo que se hace necesario el manejo adecuado de ellos, para evitar que sean un factor de contaminación.

El sustrato agotado del hongo *Pleurotus ostreatus* ha sido usado como mejorador del suelo después de los procesos agroecológicos de composteo y vermicomposteo, esta visión sistémica permite integrar el análisis del proceso completo.

3. Consideraciones teóricas

El clima ha ido cambiando, haciéndose en ocasiones más extremo y ocasionando que los agricultores pierdan o vean afectadas sus cosechas y transformando el suelo donde son sembradas. Según Altieri y Nicholls (2013) dicen que es verdad que las poblaciones indígenas están expuestas a los

cambios del cambio climático y son más vulnerables, debido a que sus estilos de vida están ligados a recursos naturales, pero muchas de estas mismas poblaciones están respondiendo a las condiciones del clima actuales y han demostrado innovación y resiliencia frente al cambio climático. Los conocimientos y experiencia previos de la agricultura tradicional han ayudado a que ocupen técnicas que mitiguen los efectos.

Por otra parte Rathe (2017) dice que la resiliencia es fundamentalmente una propiedad del sistema. Un sistema puede experimentar cambios o perturbaciones sin cambiar a un estado alternativo que tiene diferentes propiedades estructurales y funcionales y provee diferentes servicios ecosistémicos que benefician a las personas (y a la vida en general).

Altieri y Nicholls(2013) sostienen que el conocimiento tradicional y las practicas indígenas de manejo de recursos son la base de la resiliencia de los agroecosistemas campesinos. Algunas de las estrategias como mantener diversidad genética, usar policultivos y agroforesteria, cosechar agua, conservar suelos, etc. son estrategias campesinas de minimización de riesgo frente a climas inciertos. El uso diversificado del paisaje y el acceso a recursos múltiples incrementa la capacidad de los campesinos de responder a la variabilidad y cambio ambiental.

Las disciplinas involucradas en nuestras consideraciones teóricas son:

Las Ciencias Ambientales. Severiche y Acevedo (2013) definen las ciencias ambientales como una disciplina científica cuyo propósito es buscar y conocer las relaciones que mantiene el ser humano consigo mismo y con la naturaleza, incluye áreas de estudio multidisciplinarias que abarca distintos elementos del entorno, este tipo de ciencias encaja bastante bien en el acercamiento de las teorías y la práctica. Como menciona Saavedra (2014) las Ciencias Ambientales no se ciñen al estudio del cambio climático o de la contaminación ambiental, sino que, desde distintas perspectivas, buscan, como objetivo de estudio, las relaciones del ser humano consigo mismo y con la naturaleza y la vida, desde un ámbito multidisciplinar y metodología conforme a la ciencia de que se trate,

queda establecido que su objeto de estudio es la trama vital de la que el hombre forma parte.

La Teoría General de Sistemas. Arnold y Osorio (1998) mencionan que se caracteriza por su perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones y los conjuntos que a partir de ellas emergen. En tanto práctica, ofrece un ambiente adecuado para la interrelación y comunicación fecunda entre especialistas y especialidades. Triviño (citado en Domínguez y López, 2017) puntualiza que la teoría general de sistemas no produce soluciones para problemas, pero sí produce teorías y formulaciones conceptuales que se combinan con el enfoque sistémico que utiliza la metodología y las distintas ramas filosóficas para estudiar diversas situaciones detectando problemas y encauzando a la mejor manera de solucionarlos.

La Teoría de sustentabilidad. Duran y Lara (citado en Martínez y Martínez, 2016) refieren que el concepto de sustentabilidad se basa en el reconocimiento de los límites y potenciales de la naturaleza en cuanto a su manejo responsable, así como la complejidad ambiental: inspirar una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad. Este concepto promueve una nueva alianza naturaleza-sociedad, para fundar una nueva economía, al reorientar los potenciales de la ciencia y la tecnología, y construir una nueva cultura política fundada en una ética de la sustentabilidad –en valores tradicionales, creencias, sentimientos y saberes– la cual renueva los sentidos existenciales, los mundos de vida y las formas de habitar el planeta Tierra.

La Agricultura sustentable. Como señala Pérez (1992), la agricultura sustentable es aquella que en el largo plazo, contribuye a mejorar la calidad ambiental y los recursos básicos de los cuales depende la agricultura; satisface las necesidades básicas de fibra y alimentos humanos; es económicamente viable y mejora la calidad de vida del productor y toda la sociedad. Trujillo (1990) puntualiza que el conocimiento tradicional es invaluable para lograr una agricultura sustentable y productiva. La sustentabilidad es uno de sus atributos inherentes.

La Agricultura organica. Pérez-Calderón(2006) lista algunos puntos que sustentan a la agricultura orgánica: Producir alimentos de elevada calidad nutritiva y en suficiente cantidad; interactuar constructivamente potenciando la vida con todos los sistemas y ciclos naturales; fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, que comprende los microorganismos, la flora y fauna del suelo, las plantas y animales; mantener e incrementar a largo plazo la fertilidad del suelo; emplear y mantener en la medida de lo posible, los recursos renovables en sistemas agrícolas organizados localmente; trabajar, en la medida de lo posible, con materiales y sustancias que puedan ser utilizadas de nuevo o reciclado tanto en la finca como en otro lugar; proporcionar al ganado condiciones de vida que le permitan desarrollar las funciones básicas de su conducta innata; minimizar todas las formas de contaminación que pueden ser producidas por las prácticas agrícolas; mantener la diversidad genética del sistema agrícola y dentro de su entorno, incluyendo la protección de hábitat de plantas y animales y permitir a los productores agrícolas llevar una vida acorde con los derechos humanos de la ONU para que cubran sus necesidades básicas y obtengan ingresos adecuados.

La Agroecología. Altieri y Nicholls (2000) la definen como la disciplina científica que, enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica, se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia.

Funes (2009) menciona que la agroecología ofrece los principios ecológicos que permiten estudiar, diseñar y manejar los agroecosistemas, combinando la producción y la conservación de los recursos naturales. Además, propone una acción participativa e inclusiva, culturalmente sensible, socialmente justa y económicamente viable.

Por su parte Gliessman (citado en Funes, 2009) dice que el proceso de conversión hacia la agroecología es el siguiente: **Nivel 1:** Incremento de la eficiencia de las prácticas convencionales para reducir el uso y consumo de insumos costosos, escasos y que afectan el medio ambiente. **Nivel 2:** Se sustituyen los insumos y prácticas convencionales por insumos y prácticas

alternativas. **Nivel 3:** Se procede al rediseño del agroecosistema para que funcione sobre la base de un nuevo paquete de procesos ecológicos. Algunas de las técnicas agroecológicas, así como el propósito de ellas se muestran a continuación (cuadro 1):

Cuadro 1. Técnicas Agroecológicas clasificadas de acuerdo a su Propósito

PROPÓSITO DE LA TÉCNICA	TÉCNICA AGROECOLÓGICA
1) Para la conservación y mejoramiento del suelo	<p>Abono orgánico: desde el punto de vista agro ecológico constituye la práctica más recomendable para el mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad del suelo, así como para la conservación del equilibrio de las poblaciones microbianas en el suelo (Hendrix, 1990; Rigby y Cáceres, 2001; Tranker, 1992).</p> <p>Labranza al contorno: constituye una técnica económica y efectiva para el mantenimiento de la fertilidad y la humedad en el suelo, ya que evita la pérdida del suelo por arrastre derivado de la erosión hídrica (Lampkin, 1998; Luna 1988).</p> <p>Nivelación de suelos: es una técnica muy efectiva para conservar la fertilidad del suelo y disminuir la erosión, pero es una técnica costosa.</p> <p>Construcción de terrazas: su costo es intermedio entre el surcado al contorno y la nivelación total de los terrenos, además se debe tener cuidado de restaurar la capa orgánica del suelo después de la construcción (Magdoff y Van Es, 2000).</p> <p>Construcción de bordes y zanjas: su costo es un poco mayor al del surcado al contorno, pero menor que el de las terrazas; su efectividad para retener suelo es parcial.</p>

	<p>Cultivos de cobertura: constituyen una forma efectiva para proteger el suelo de la intemperie y disminuir las tasas de degradación de la materia orgánica del suelo por el intemperismo provocado por la radiación directa, la lluvia y el viento.</p> <p>Abonos verdes: principalmente basados en leguminosas herbáceas, constituyen una media efectiva para restaurar la fertilidad del suelo debido a la capacidad que tienen las leguminosas para fijar nitrógeno atmosférico y con su potente sistema radicular realizan bombeo de nutrientes desde estratos inferiores del suelo hacia la superficie (Colegio de Posgraduados, 1999).</p>
<p>2) Para la retención de agua y mantenimiento de la humedad del suelo</p>	<p>Bordos y represas: sobre todo en zonas con temporadas secas y largas; y aún en áreas que presentan temporadas de lluvias abundantes, la retención y captación del agua que escurre superficialmente ha sido una práctica usual que aumenta la fertilidad y la productividad de los terrenos y ha permitido el crecimiento y producción de diversas especies animales, tanto terrestres como acuáticas.</p> <p>Captación del agua de lluvia: los sistemas de captación de agua de lluvia a partir de los techos y patios de los espacios construidos, constituyen una alternativa para mejorar la disponibilidad de agua de zonas áridas (Reinjtes, <i>et al.</i>, 1986).</p> <p>Zanjas para la retención de humedad: las zanjas al contorno tienen doble propósito, cerradas en sus extremos permiten captar la humedad al inicio y al final de la temporada de lluvias ;abiertas en sus extremos sirven para drenar el exceso de agua en plena temporada de lluvias (Reinjtes, 1992).</p> <p>Tinas ciegas: técnica para retener la humedad en espacios forestales de acusada pendiente; consistente en excavar una cepa que permanece vacía y es destinada únicamente a retener humedad en la temporada lluviosa.</p>

	<p>Abrigo al suelo: el abrigo al suelo también llamado mulch, constituye una práctica que puede realizarse con materiales diversos (plásticos, paja, aserrín, varas, hierbas), cuya finalidad es proteger al suelo de la intemperie. (Colegio de Posgraduados, 1999).</p>
<p>3) Para el incremento de la agro biodiversidad y la Agroforestería</p>	<p>Barreras rompevientos: constituyen una medida efectiva para disminuir la pérdida y desecamiento del suelo debidos a la acción del viento, por lo que constituyen una práctica efectiva para el mantenimiento de la fertilidad del suelo.</p> <p>Cercos vivos: uno de los principios básicos en la agroecología es sustituir elementos inertes por elementos vivos, debido a los propósitos múltiples que los elementos vivos aportan.</p> <p>Cultivos asociados: el equilibrio en el balance de nutrientes requiere que las entradas y las salidas de estos se mantengan en equilibrio y que ningún nutriente muestre deficiencias que se conviertan en un factor limitante, la asociación como forma de diversificación espacial contribuye a este equilibrio (Andow, 1991; Vandermer, 1997; Vandermer <i>et al.</i>, 1998).</p> <p>Cultivos en rotación: La rotación de cultivos como una forma de diversificación temporal, además de contribuir con una variedad de productos, contribuyen a mantener el balance de nutrientes (Sánchez, 1995).</p> <p>Árboles para sombra: constituyen una medida efectiva para el mantenimiento de la humedad y fertilidad del suelo, y como una protección para animales, de la intemperie provocada por el viento y la radiación.</p> <p>Árboles para la retención de suelos: constituyen una de las formas más efectivas y económicas tanto para evitar el daño del</p>

	<p>suelo producido por la intemperie, como para evitar el movimiento y arrastre de las capas superiores al suelo.</p> <p>Árboles para la delimitación de espacios: desde tiempos antiguos las barreras de árboles y estos, han sido utilizados para definir caminos y delimitar espacios que tienen usos diversos.</p> <p>Árboles forrajeros: han sido reportadas ampliamente, diversas especies de árboles que son no sólo altamente nutritivas para los animales, sino también muy palatables y consumidas ávidamente por diversas especies de ganado.</p> <p>Árboles para ornato: desde la antigüedad los árboles con abundante follaje o flores vistosas han sido utilizadas como elementos vivos decorativos, no solo en las ciudades, sino en caminos, carreteras y campos cultivados. (Krishnamurty y Ávila, 1999).</p>
<p>4) Manejo agro ecológico del ganado</p>	<p>Instalación de praderas: enriquecidas con leguminosas (hierbas, arbustos y árboles) para mejor nutrición de los animales bajo crianza.</p> <p>Pastoreo zonificado rotacional y alternado: para la conservación de las praderas y mejora del suelo; es importante la rotación constante de praderas para evitar el deterioro del forraje y su pérdida temporal o total.</p> <p>Instalaciones: establos y corrales con diseño funcional y eficiente que contenga un ambiente agradable para el ganado y los trabajadores, en donde prevalezcan los árboles de sombra, con espacios adecuados y dignos.</p> <p>Manejo libre de dolor y de miedo: el ganado deber permanecer en un ambiente en el que se evite el estrés, lo que además de sus implicaciones éticas, repercute en la economía del productor, ya que un animal estresado tiende a bajar su productividad; por eso</p>

	<p>deben observarse las condiciones del sitio donde el animal pasa más tiempo.</p> <p>Medidas higiénicas y sanitarias, preventivas, naturales y orgánicas: el productor requiere aplicar prácticas de sanidad en las que utilice tratamientos orgánicos, ya que de lo contrario la leche y otros productos delicados se contaminan (Altieri, 2002; Slansky y Rodríguez, 1987).</p>
<p align="center">5) Componentes dinamizadores en fincas y ranchos</p>	<p>Compostera: también llamado patio de composteo, es un elemento indispensable en toda finca agroecológica ya que de ahí sale el abono orgánico elaborado a partir de estiércoles, paja, hierba, tierra, arena, agua y aire.</p> <p>Biodigestor: constituye la forma más adecuada para dar tratamiento a las aguas negras en las zonas rurales que contienen heces humanas y de porcinos; sus productos son lodos sin carga fecal, líquidos sobre nadantes ricos en nutrientes y biogás que puede ser usado como energético.</p> <p>Apiario: El apiario o colmenar es un lugar donde el apicultor establece y maneja las colonias de abejas melíferas que ha ubicado en sus respectivas colmenas.</p> <p>Vivero y Almacigo: El establecimiento y manejo del vivero es la primera e importante etapa del proceso productivo de los cultivos que lo requieren porque de aquí depende producir plantas sanas y vigorosas.</p> <p>Huerto de frutales y hortalizas: una alternativa para producir frutas y hortalizas son las macetas, jardineras y todo tipo de contenedores. Aunque es un proceso laborioso, merece la pena el esfuerzo porque se cosechan hortalizas frescas (Altieri, 1995; Ewel, 1999).</p>
<p>6) Visión Sistémica</p>	<p>Clasificación de Subsistemas: Agrícola, pecuario, forestal, acuícola.</p>

	<p>Clasificación de usos de suelo: La zonificación de los suelos en una finca es el paso inicial para una correcta planeación y un óptimo funcionamiento de los terrenos.</p> <p>Clasificación de aptitudes, cambios, conflictos del uso del suelo: La definición del uso potencial de los terrenos permite contrastarlo con el uso actual y así poder identificar usos inadecuados y conflictos de uso del suelo (Harrington, 1992).</p> <p>Clasificación del origen e intensidad en procesos erosivos: En toda finca debe realizarse un análisis de los procesos erosivos presentes, de las causas que los originan, de las posibilidades de que se presenten, así como de la factibilidad de aplicar técnicas para contenerlos y restaurarlos.</p> <p>Niveles de degradación de la vegetación: Un análisis del estado de la vegetación es fundamental, sobre todo en pastizales naturales y bosques, ya que permite identificar las causas y las posibilidades de daños actuales y futuros.</p> <p>Niveles de degradación del suelo: Además de la erosión existen otras formas de degradación del suelo como son la contaminación por fertilizantes y plaguicidas, la salinización por riegos excesivos y la pérdida de la fertilidad por cultivo inadecuado (Altieri, 2002).</p>
--	---

Fuente: Gutiérrez (2018)

3. Metodología

Los residuos agrícolas que se generan durante el sistema agrícola de producción del *Pleurotus ostreatus* son considerablemente abundantes, debido a varios factores como se ha analizado. Por ello es importante el manejo adecuado de ellos. Después de un análisis de las diferentes técnicas agroecológicas para el manejo de los residuos, se hace la propuesta del compostaje y posteriormente el vermicompostaje para obtener un abono orgánico que permita mejorar la fertilidad del suelo.

3.1 Proceso agroecológico de composteo

Según Doran (citado en Hernández de la Cruz *et al*, 2017) la calidad del suelo se define como la capacidad que tiene este recurso para trabajar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, mantener la productividad de las plantas y los animales, conservar o incrementar la calidad del agua y del aire, así como promover la salud vegetal y animal. Dicha calidad se percibe a través de las propiedades físicas, químicas y biológicas en un ambiente determinado por el clima y los demás componentes del ecosistema. Por lo que para mantener estas características es necesario realizar algunas acciones si así se requiere.

Entre las acciones que se pueden llevar a cabo está el composteo, que nos permite que los residuos de las cosechas, estiércol y biomasa fresca o seca sean manejadas adecuadamente. Estos elementos se mezclan para llevar a cabo el proceso agroecológico de compostaje. Sztern y Pravia (s/f) lo definen como una biotécnica donde se tiene un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica. La biodegradación es resultado de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición. El resultado final de estas actividades vitales es la transformación de los materiales orgánicos originales en otras formas químicas.

Durante mucho tiempo esta práctica agroecológica se ha llevado a cabo por los agricultores, de manera empírica, sin llevar un control de las condiciones del mismo y por lo tanto sin estandarizar los resultados. Pero si se busca obtener como producto final que tenga las condiciones adecuadas y pueda usarse como un mejorador del suelo es necesario cuidar algunos parámetros (Moreno y Moral, 2008).

Los parámetros de seguimiento para el proceso de composteo son:

a) Temperatura. El proceso de compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013)

b) Humedad. Los microorganismos que intervienen durante el proceso de compostaje requieren humedad para transportar los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013). La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-70%; la actividad biológica disminuye mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacio libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso (Moreno y Moral, 2008).

c) pH. El rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio, existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante pH cercano al neutro (pH 6,5-7,5, ligeramente ácido o ligeramente alcalino nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos (Sztern y Pravia s/f).

d) Aireación. El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono (CO₂) a la atmosfera. Evita que el material se compacte o se encharque (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013)

e) Espacio de aire libre. La humedad (contenido en agua) de la masa de compostaje debe ser tal que el agua no llegue a ocupar totalmente los poros de dicha masa y permita la circulación tanto del oxígeno (ya que el proceso debe desarrollarse en condiciones aeróbicas), como de otros gases producidos en la reacción) (Moreno y Moral, 2008).

Los parámetros relativos a la naturaleza del sustrato son:

a) Tamaño de partícula. La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, permite la facilidad de acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

b) Relaciones C/N. El carbono es la fuente de energía utilizada por los microorganismos para la activación de sus procesos metabólicos, mientras que

el nitrógeno, es el material básico para la síntesis de material celular, por lo tanto la relación C/N es uno de los aspectos más importantes en el balance nutricional del compost. Menciona Tchobanoglous (en Silva *et al.*, 2003) que la relación C/N se considera como un indicador del grado de avance del proceso, así al inicio del proceso esta relación debe ser del orden de 30:1 y al final cuando se alcanza la maduración del compost puede ser de 10:1.

c) Nutrientes. Según Kiehl (en Moreno y Moral, 2008) la característica química más importante de los sustratos es su composición elemental. La utilidad agronómica de los residuos con posibilidad de ser compostados está en función de la disponibilidad de los elementos nutritivos que posean.

d) Materia orgánica. Rango ideal al comienzo (2-5 días) 50%-70%, Rango ideal en la 2-5 semanas >20% y Rango ideal de compost maduro (3-6 meses) >20% (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2013).

e) Conductividad eléctrica. Es determinada por la naturaleza y composición del material fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso (Moreno y Moral, 2008).

3.2 Proceso agroecológico de vermicomposteo

El compostaje es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Este proceso se identifica como vermicomposteo cuando participan diversas especies de lombrices. Ambos procesos biotecnológicos son excelentes para elaborar abonos orgánicos, pero en el caso del vermicomposteo el material obtenido está enriquecido química y biológicamente (Olivares-Campos *et al.*, 2012). Las condiciones ambientales propicias para el cultivo de lombrices son: temperatura de 18°C a 20°C, humedad del lecho de 70% a 80%, pH entre 7.5 a 8 y con baja luminosidad. Bajo estas condiciones la actividad de la lombriz se acelerará y comerá lo equivalente a su propio peso diariamente, excretando el 60% como humus, el cual es rico en sustancias orgánicas, minerales, fitoreguladores y enzimas (De la Cruz Rodríguez, 2005).

Las camas se hacen de 1.5 metros de ancho, donde el largo no afecta, con una ligera pendiente del centro hacia los lados y una pendiente a lo largo de por lo menos el 1%, y se debe contar con un colector al final de la pendiente para el humus líquido. Se colocará una capa de 10 cm de alimento húmedo sobre la cama al inicio y sobre éste se incorporarán las lombrices, en número aproximado de 1000 lombrices por metro cuadrado, agregando capas de alimento iguales cada 10 a 15 días, hasta tener una altura de 70 a 80 cm aproximadamente. Entre los 4 a 5 meses siguientes, la vermicomposta está lista para cosecharse (De la Cruz Rodríguez, 2005).

Algunos de los parámetros que se analizan son: porcentaje de materia orgánica, fósforo, carbón total, total de nitrógeno, contenido de humedad, ceniza, conductividad eléctrica y pH (Pirsahab *et al.* 2013; Yadav y Garg, 2011; Vohra y Satyanarayana, 2012; Chattopadhyay, 2012). La variable será la cantidad de lombrices presentes en la vermicomposta. Para cosechar se extraen las lombrices de la cama, se realiza colocando alimento nuevo en una parte de la cama y se dejará de dos a tres días para que las lombrices se ubiquen solo en esa parte. Se levanta la vermicomposta colocándola en costales para venderla o almacenarla. Si se mantiene almacenada se mantendrá humedecida en un 30% para mantener vivos a los microorganismos que lleva. También se recolectará el humus líquido de lombriz porque puede usarse como abono líquido para los cultivos. El excedente de lombrices, debido a que su propagación es muy acelerada, podrá ser ocupado para pie de cría.

4. Discusión

Las estrategias agroecológicas propuestas para el manejo de los residuos generados de la producción del *Pleurotus ostreatus*, constituyen una propuesta integral del manejo de residuos agrícolas, que permite la recuperación del suelo y sus nutrientes perdidos, mejorando la fertilidad para obtener las cosechas esperadas, y evitando así la dependencia de fertilizantes sintéticos que sigan dañando el medio ambiente además de incrementar el costo de producción de alimentos. El manejo del sustrato agotado del hongo puede ser manejado mediante compostaje y con este proceso adquirirá las condiciones suficientes

para ser un abono orgánico. Al someter el abono orgánico obtenido así a la técnica de vermicomposteo se pretende que se convierta en un abono orgánico excelente, debido a las propiedades que la lombriz proporciona a este mejorador del suelo.

Las consideraciones teóricas que fundamentan la propuesta de estas estrategias agroecológicas para la resiliencia ambiental, son las siguientes disciplinas: Ciencias Ambientales, Teoría General de Sistemas, Teoría de Sustentabilidad, Agricultura Sustentable, Agricultura Orgánica y Agroecología; se consideran oportunas debido a que cada una de ellas aporta sus diferentes enunciados diferenciadores, ya que al integrar los conceptos de cada una de ellas se logra fundamentar las estrategias propuestas. Se propone analizar sistemas y estrategias agrícolas bajo estas disciplinas para lograr una comprensión e interpretación integrada y sustentable.

Conclusiones

El manejo de residuos agrícolas como mejoradores de suelos, favorece que el suelo recupere de los nutrientes perdidos a través del tiempo, lo cual permite mantener las condiciones aptas para la producción agrícola.

Las disciplinas analizadas fundamentan las estrategias agroecológicas planteadas; las Ciencias Ambientales se apoyan en diversas áreas del conocimiento, siempre buscando una mejora al medio ambiente; la Teoría General de Sistemas considera los componentes que conforman al sistema de manera integral; la Teoría de la Sustentabilidad aporta los lineamientos de su funcionamiento desde tres grandes ejes social, económico y ambiental para que el sistema se mantenga y sea útil a generaciones futuras; la Agricultura Orgánica orienta como debe ser la producción de alimentos saludables; y la Agroecología permite visualizar las interacciones que ocurren en la agricultura bajo principios ecológicos.

El manejo de los residuos agrícolas es tan importante como la producción de alimentos misma, importancia que muchas veces no se aprecia, al enfocar solo en el producto. Se deben seguir buscando alternativas del manejo de los residuos de diferentes productos agrícolas para su mejor aprovechamiento y de

esta manera obtener beneficios para las necesidades que actualmente se enfrentan.

Referencias

- Altieri, M. y Nicholls, C. (2000) Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. 1a edición.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2013) Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*. 8 (1): 7-20.
- Arfmann, H., Timmis, K. y Wittich, R., (1997). Mineralización de 4-Clorodibenzofurano por un Consorcio formado por *Sphingomonas* sp. Strain RW1 y *Burkholderia* sp. Strain JWS. *Applied and Environmental Microbiology*, 0099-2240/97/\$04.0010 p. 3458–3462
- Arnold, M., y Osorio, F. (1998). Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. *Cinta de Moebio*, (3)
- Becoña, E. (2006) Resiliencia: Definición, características y utilidad del concepto. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica* Vol. 11, N.3, pp ' . 125-146
- Bermúdez, M. (2010). Contaminación y Turismo Sostenible. CETD SA
- Center for ecogenetics & Environmental Health.(2012). Riesgos a la Salud por Pesticidas en los Alimentos. Universidad de Washington. Recuperado de: <https://www.washington.edu/research/research-centers/center-for-ecogenetics-and-environmental-health/>.
- Chattopadhyay, G., (2012). Use of vermicomposting biotechnology for recycling organic wastes in agriculture. *International Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 1(Kumazawa 1984), p.8.
- De la Cruz Rodríguez, R.A., (2005). Aprovechamiento de Residuos Organicos a

- traves de Composteo y Lombricomposteo., p.14. Disponible en: http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio5/05-aprov_residuos.pdf
- Díaz, J. (2018). Medio ambiente y salud: factores ambientales que influyen en las condiciones de vida. *Revista Vinculando Desarrollo Sostenible + Desarrollo Personal*. <http://vinculando.org>
- Diputación provincial de Cuenca.(2012). Producción Comercial Del Champiñón Y Otros Hongos Cultivados. Avances en la tecnología de la producción comercial del champiñón y otros hongos cultivados. Primera edición.
- Domínguez, V. y López, M. (2017). Teoría General de Sistemas, un enfoque práctico. *Tecnociencia Chihuahua*. Vol. X, Núm. 3 • Septiembre-Diciembre 2016.
- Funes, F. (2009) Agricultura con Futuro. La alternativa agroecológica para Cuba. *Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE)*.
- Gutierrez, J. (2018). Agroecología. Vision desde la Geografía Ambiental y Humana. Facultad de Geografía. UAEMex.
- Grageda, O., Díaz, A., Peña, J., Vera, J. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3 (6), 1261-1274.
- Hernández de la Cruz, B., Sánchez R., Ordaz, V., López, U., Estrada, M., y Pérez, M. (2017). Uso de compostas para mejorar la fertilidad de un suelo Luvisol de ladera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (6), 1273-1285.
- Hsing, H., Wang, F., Chiang, P., y Yang, W.(2004). Hazardous wastes transboundary movement management: a case study in Taiwan. *Resources, Conservation and Recycling*, 40(4), pp.329–342. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344903000752>.
- Martínez, R. y Martínez, D. (2016). Perspectivas de la sustentabilidad: teoría y campos de análisis. *Revista Pensamiento Actual* - Vol. 16 - No. 26 - Universidad de Costa Rica - Sede de Occidente.
- Moreno, J y Moral, R. (2008) Compostaje. Mundi Prensa Libros S.A. ISBN: 978-84-8476-346-8 84-8476-346-3.
- Mundo-Rosas, V., Shamah-Levy, T. y Rivera-Dommarco, J. (2013). Epidemiología de la inseguridad alimentaria en México. *Salud Pública de*

México, 55 (2), S206-S213.

- Olivares-Campos, M., Hernández-Rodríguez, A., Vences-Contreras, C., Jáquez-Balderrama, J.L. Y Ojeda-Barrios, D. (2012). Lombricomposta y Composta de Estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Univerisdad y Ciencia*, 28(1), pp.27–37. Disponible en: www.universidadyciencia.ujat.mx.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO (s/f). Estadísticas sobre Seguridad Alimentaria. Revisado 02 de julio de 2018, de <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013) Manual de Compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. E-ISBN 978-92-5-307845-5 (PDF)
- Pardo, A., (2008). Reutilizacion del sustrato agotado en la produccion de hongos comestibles cultivados. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, 104(3), pp.360–368.
- Pérez, J. (1992). Agricultura ecológica: una alternativa al desarrollo sustentable en el campo mexicano. *El Cotidiano*, 127, pp.95–100. Available at: <http://www.elcotidianoenlinea.com.mx/pdf/12712.pdf>.
- Pérez-Calderón, J. (2006). La política de fomento a la agricultura orgánica. *El Cotidiano*, 21(139), pp.101–106. Available at: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32513910>.
- Pirsaheb, M., Khosravi, T. y Sharafi, K., (2013). Domestic scale vermicomposting for solid waste management. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(4), pp.1–5.
- Quispe, A. (2015). El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (1), 83-95.
- Rathe, L. (2017). La sustentabilidad en los sistemas socio-ecológicos. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 22 (78), 65-78.
- Reyes, R., Galván, L. y Aguiar, M. (2005). El precio de la contaminación como herramienta económica e instrumento de política ambiental. *Interciencia*, 30 (7), 436-441.
- Rinker, D. (2002). Handling and using "spent" mushroom substrate around the

- world. Mushroom Biology and Mushroom Products. 43-60.
- Saavedra, G.(2014) Ciencias ambientales y ecología. *Mundo Siglo XXI*, revista del CIECAS-IPN ISSN 1870-2872, Núm. 33, Vol. IX, 2014, pp. 63-79
- Severiche, C. y Acevedo, R. (2013). Las prácticas de laboratorio en las ciencias ambientales. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (40), 191-203.
- Silva, J., López, P. y Valencia, P.(2003). Recuperación de nutrientes en fase sólida a través del Compostaje.presentado en el Curso Internacional de Sistemas Integrados Sostenibles para el Tratamiento de Aguas Residuales y Opción de Reuso. Guayaquil.
- Sztern, D. y Pravia, M. (s/f) Manual para la Elaboración de Compost bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud.
- Trujillo, J. (1990). Desarrollo de una agricultura sustentable en México. El paradigma agroecológico. Comercio Exterior, vol. 40, núm. 10, pp. 953-958
- Vega- Macedo, M., Shamah-Levy, T., Peinador-Roldán, R., Méndez-Gómez, I., Melgar- Quiñónez, H. (2014). Inseguridad Alimentaria y Variedad De La Alimentación En Hogares Mexicanos Con Niños Menores De Cinco Años. *Salud Pública de México* / vol. 56, suplemento 1.
- Vohra, A. y Satyanarayana, T., (2012). Microorganisms in Sustainable Agriculture and Biotechnology. *Media*, pp.411–433. Available at: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-94-007-2214-9>.
- Yadav, A. y Garg, V.K., (2011). Industrial wastes and sludges management by vermicomposting. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 10(3), pp.243–276.