



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas

CAMPUS TABASCO

POSTGRADO EN SISTEMAS SUSTENTABLES DE PRODUCCIÓN EN
EL TRÓPICO

**ELABORACIÓN DE ABONO ORGANICO COMPOSTA, EN CUATRO
COMUNIDADES DE LA SIERRA DE TENOSIQUE, TABASCO.**

SANTA ISABEL CORZO ROMERO

TESINA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE

MAESTRIA TECNOLÓGICA

H. CÁRDENAS, TABASCO

2015

La presente tesina titulada: "**Elaboración de abono orgánico composta en cuatro comunidades de la sierra de Tenosique Tabasco**", realizada por la alumna **Santa Isabel Corzo Romero**, bajo la dirección del **Consejo Particular** indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRIA TECNOLÓGICA
EN SISTEMAS SUSTENTABLES DE PRODUCCION EN EL TRÓPICO

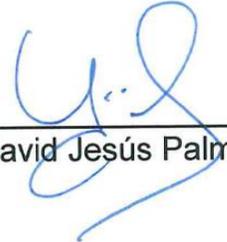
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERA



Dra. Nydia del Rivero Bautista

ASESOR



Dr. David Jesús Palma López

H. Cárdenas, Tabasco 30 de Abril de 2015

AGRADECIMIENTOS

A la SEDAFOP Tabasco por el apoyo económico otorgado para la realización del presente proyecto.

A la Dra. Nydia del Rivero Bautista mi consejera de este proyecto, por su gran apoyo y motivación para la culminación de este trabajo, por haberme transmitidos los conocimientos obtenidos y experiencia en la realización de la tesina.

A la Dra. Eustolia García López coordinadora de la Maestría Tecnológica por todas sus finas atenciones, paciencia, experiencia y sobre todo por brindarnos su amistad en toda la trayectoria del posgrado.

Al Dr. David J. Palma López por la asesoría de la tesina y por su valioso tiempo en la revisión de este proyecto y transmitirme su conocimiento y experiencia del tema.

A mis compañeros que participaron en el desarrollo de este proyecto, Emilio, Elizabeth, Ernesto, Rubiel gracias por su apoyo incondicional.

A mis compañeros de Maestría Tecnológica: Jorge, Jesus, Mari Chuy, Jesús y Viky por esos buenos momentos en clases y salidas al campo siempre estarán presentes en mi memoria.

A todos los Doctores del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco que nos transmitieron sus conocimientos y experiencias en clases.

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y proporcionar lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos, Miguel, Isabel, por todos los momentos que compartimos juntos las risas, tristezas, enojos los quiero.

A mi esposo que me reconforta cada día, con su cariño sano y verdadero, la paciencia, el respeto mutuo, quiero llegar de tu mano juntos a la vejez, recordar siempre con una sonrisa lo lindo que es vivir a tu lado, los pequeños detalles que me das cada día, por esos maravillosos y hermosos hijos Emiliano y Andrea son lo más grande para mí gracias y mi motor para seguir adelante los amo.

RESUMEN

La agricultura continúa siendo la principal actividad económica del área rural de nuestro país. Sin embargo, el actual modelo de producción ha promovido el uso excesivo de fertilizantes químicos, ocasionando el deterioro de los suelos, la falta de cobertura vegetal, la pérdida de la fertilidad natural de los suelos y de la materia orgánica. La importancia del uso de abonos orgánicos radica en que, éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Aumentan las condiciones nutritivas de la tierra y mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Debido a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue capacitar a los productores de las comunidades de la Sierra de Tenosique en la elaboración de composta, bioinsecticidas y biofertilizantes. Los materiales utilizados para la elaboración de compostas, biofertilizantes y bioinsecticidas fueron desechos orgánicos colectados en los traspatios de las casas de los participantes, potreros y alrededores de las comunidades. Para conocer la problemática se llevaron a cabo talleres de capacitación empleando la metodología desarrollada y basada en Modelos de Sistematización del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje por Gago Huguet (1977) y modificada por Díaz-Marín (2012). La elaboración de compostas se realizó con la metodología propuesta por Acuña (2003). El bioinsecticida se elaboró con la metodología desarrollada por IPADE (2008) y el biofertilizante con la metodología de Restrepo (2013). Los resultados mostraron la participación de 102 personas en las cuatro comunidades en la primera sesión teórica, para la segunda sesión la participación fue de 98 asistentes, la tercera sesión teórica solo obtuvo 8 participantes y por último la sesión práctica se presentaron 8 personas en los talleres de capacitación. El mayor porcentaje de participación fue de mujeres con un 74 %. Se logró elaborar composta en las cuatro comunidades y la preparación de bioinsecticida en Los Rieles de San José y biofertilizante en Xotal 2da Sección. Los productos obtenidos fueron exhibidos en el evento Feria del Desarrollo Rural en Tenosique, Tabasco.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Abonos orgánicos y compostas.....	5
2.2. Bioinsecticidas	13
2.2.1 Historia y Origen de los Bioinsecticidas.....	13
2.2.2. Ventajas de los Bioinsecticidas contra Agentes Químicos.....	16
2.3. Biofertilizantes.....	16
3.- MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Área de estudio.....	19
3.2 Elaboración de composta.....	24
3.3 Elaboración de Biofertilizantes	25
3.4 Elaboración de Bioinsecticidas.....	26
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Participación de productores.....	27
4.2. Composteo	31
4.3 Biofertilizante.....	38
4.4 Bioinsecticida	40
5. CONCLUSIONES.....	42
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio que comprende cuatro comunidades de la sierra del municipio de Tenosique, Tabasco. El Xotal 2da. Sección, Los Rieles de San José, Ignacio Allende y Álvaro Obregón.....	19
Figura 2. Foto Satelital del sitio de estudio Los Rieles de San José en el municipio de Tenosique, Tabasco.	20
Figura 3. Foto Satelital del sitio de estudio El Xotal 2da. Sección en el municipio de Tenosique, Tabasco.	20
Figura 4. Foto Satelital de la comunidad Ignacio Allende en el municipio de Tenosique, Tabasco.	21
Figura 5. Foto Satelital del sitio de estudio en Álvaro Obregón en el municipio de Tenosique, Tabasco.	21
Figura 6. Comportamiento de las asistencias a los talleres de capacitación (curso teórico-práctico) por localidad en estudio.	27
Figura 7. Genero de los participantes a los talleres.	30
Figura 8. Elaboración de Composta en la comunidad de Xotal 2da. Sección. a) recolección de materiales orgánicos, b) limpieza del lugar, c) colocación capa de tierra negra, d) colocación de zacate seco, e) aplicación de estiércol fresco de ganado bovino, f) capa de hojarasca, g) revoltura de los componentes empleados, h) aplicación de agua corriente, i) cubierta con bolsa de plástico negra para basura.....	34
Figura 9. Elaboración de composta en la comunidad de Los Rieles de San José. a) Colocación de tierra negra, b) capa de hojas jóvenes y ramas, c) picado del material verde de hojas jóvenes y ramas, d) ramas amontonadas, e) aplicación de estiércol fresco de bovino, f), g), h), i) revoltura de los compuestos empleados y colocados, j) aplicación de agua corriente y k) composta final.....	35
Figura 10. Elaboración de composta en la comunidad de Álvaro Obregón. a) explicación del capacitador, b) selección del lugar, c) llevado del material a utilizar en costales, d) colocación del material vegetal seco, e) aplicación de cal, f) aplicación de tierra negra, g) aplicación de estiércol bovino fresco, h) picado del material vegetal y ramas con el machete, i) y j) cubierta del material con bolsas de plástico negras para el incremento de la temperatura.....	36
Figura 11. Elaboración de composta en la comunidad de Ignacio Allende. a) instrucciones de los capacitadores, b) colocación de material verde pasto y malezas nativas del lugar, c) y d) colocación de material seco, e) y f) amontonamiento del material en el sitio seleccionado.	37
Figura 12. Elaboración de Biofertilizantes, en Xotal 2da. Sección. a) instrucciones del capacitador, b) estiércol de ganado ovino, c) hojas de neem, d) hojas de <i>Leucaena</i> , e) picado de los materiales a utilizar, f) colocación del estiércol al tambo, g) aplica agua al estiércol, h) mezcla de los ingredientes, i) colocación de la tapa del contenedor, j) después de la tapa se cubrió con bolsas negras de basura.	39
Figura 13. Elaboración de Bioinsecticida en los Rieles de San José, a) materiales utilizados en la preparación: chile, cebolla y ajo, b) picado del chile y la cebolla, c) pelado del ajo, d) licuado del chile ajo y cebolla por separado, e) envasado y f) producto terminado con su identificación.	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Carta Descriptiva del Taller Elaboración de Abonos Orgánicos (Gago Huguet, 1977, modificada por Díaz-Marín, 2012). 23

Cuadro 2. Número de grupos formados y cantidad de personas en las comunidades estudiadas 29

1. INTRODUCCIÓN

Desde que la agricultura se inventó, hace cerca de 5 000 años, los campesinos aseguraron la fertilidad de sus campos mediante materiales orgánicos descompuestos de los residuos animales y vegetales de sus granjas. Esta técnica estaba basada en lo que ocurría en la naturaleza sin la ayuda del ser humano, donde la materia orgánica de plantas y animales, se mezcla en el suelo, descomponiéndose y aportando sus nutrientes a la tierra de la que se alimentan de nuevo las plantas (Matheus, 2004). Después de la II Guerra Mundial, esta práctica fue abandonada en los países desarrollados siendo sustituida por fertilizantes químicos, producidos a bajo costo a partir de la energía derivada del petróleo (Acuña, 2003).

Sin embargo, en los últimos 15 años se observó un gradual y constante descenso en la fertilidad de los campos, debido a que la carencia de materia orgánica en los suelos ha alterado el ciclo natural, haciendo desaparecer los organismos conocidos como descomponedores, encargados de fabricar humus (Fortis, 2009). Uno de los principales problemas que enfrentan los agricultores en la actualidad el alto costo de los insumos externos como fertilizantes sintéticos y agroquímicos, que además causan serios problemas de contaminación ambiental y degradación de los suelos (Fortis, 2009).

Sir Albert Howard, agrónomo inglés, quien estuvo en la India entre los años 1905 y 1934, practicó por primera vez el «método Indore», desarrolló la técnica de compostear, para el mejoramiento de los terrenos de cultivos e incrementar la producción en la región; concluyó que los residuos animales y plantas sanas que caen en el suelo mejoran la fertilidad de éste debido al abundante humus. Aprendió de los agricultores chinos la importancia de usar todos los residuos orgánicos para fortalecer las tierras (Altamirano-Flores, 2006)

Desafortunadamente la población rural pobre depende de la agricultura y de otras actividades relacionadas con ella para obtener su sustento. En consecuencia, para obtener resultados importantes en la reducción de la pobreza, la inversión nacional y la ayuda externa deberían concentrarse en las zonas rurales, donde

vive la mayoría de la población pobre y en la agricultura que es la base de su supervivencia (FIDA, 2001).

México está siendo afectado por el gran índice de contaminación debido al incremento poblacional, este crecimiento de la población ha generado una mayor demanda en los productos agrícolas; es por esta razón, que los productores por tratar de ganar unos pesos más, utilizan grandes cantidades de químicos en sus plantaciones para obtener, de manera rápida, su producción, sin importarles el daño al ambiente y la salud. Una estrategia para mitigar la contaminación en el ecosistema es la agricultura orgánica, una técnica que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional. Más que una tecnología de producción, la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también en un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa (FIDA, 2001).

La agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos (composta, fermentos, lombricompostas, entre otros) el suelo, conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la cabeza de cada uno, el querer creer y cambiar (Restrepo, 2013). Este movimiento está regido por cuatro principios básicos, el primero implica el maximizar (al interior) los recursos que la gente posee, no busca sustituir insumos, sino la reutilización de los que la gente posee, el segundo implica el buscar al máximo la independencia de insumo externo, al utilizar lo que tiene a la mano y volviéndose productor de su agroinsumo, el tercero se enfoca a provocar el menor impacto posible dentro de la modificación que se haga al lugar y su entorno (las actividades humanas son las que más impactan al ambiente); el cuarto es no poner en riesgo la salud del productor ni del consumidor, este último haciendo alusión a los consultores y vendedores de abonos orgánicos que no están bien estabilizados y que su efecto no es igual al de un abono estable, que pasó cierto tiempo de maduración. La calidad del abono está relacionada con los materiales que la originan y con el proceso de elaboración, esta variación será tanto en contenido de nutrientes como de microorganismos en la composta madura y con base en estas variaciones se modificará el uso potencial de la composta. La

microflora nativa de la composta puede o no tener efecto antagónico sobre los patógenos del suelo y además esta microflora continuará la degradación de la materia orgánica volviendo disponibles los nutrientes para la planta. Mientras mayor diversidad tenga la materia orgánica de la que se forma la pila o cama, mayor cantidad de nutrientes tendrá la composta madura (Félix-Herrán *et al.*, 2008).

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda, los indicadores socioeconómicos de los Pueblos Indígenas 2010 y la Conapo en Tenosique hay 5 mil 843 indígenas quienes se encuentran en condiciones marginadas, éstas pertenecen a la zona sierra del municipio y dentro de sus principales actividades está la agropecuaria. En las poblaciones conformadas por Ignacio Allende, Álvaro Obregón, los Rieles de San José, Xotal 2ª. Sección, la principal actividad de los productores es la horticultura. Sin embargo, la falta de conocimiento en la transformación de sus productos provoca que se desaprovechen los últimos cortes de su cosecha, desperdiciando el producto y obteniendo menores ingresos por unidad de producción.

La zona sierra del Municipio no es ajena a esta situación ya que, no existe una cultura ambiental para el manejo de residuos sólidos, fertilizantes, insecticidas y herbicidas, lo cual provoca contaminación directa al agua, suelo y aire. Afortunadamente, ya existen procesos que nos ayudan a minimizar los daños ecológicos, estos procesos son los abonos orgánicos como los son las compostas y los bioinsecticidas (Barraza y Waldorf, 2002, López y Estrada, 2005). El propósito de la capacitación y de la investigación es el de generar en el productor los conocimientos y el desarrollo de sus habilidades y competencias para lograr, por ejemplo, la elaboración de composta, biofertilizantes y bioinsecticidas que contribuyan al enriquecimiento cultural de sus prácticas en el campo. Asimismo, se pretende también fomentar la adopción de nuevas biotecnologías para incrementar la producción, y así lograr el mejoramiento de su calidad de vida, económica, social y ecológica por lo que se plantea el presente estudio.

OBJETIVOS

Objetivo General

Capacitación para la elaboración de enmiendas orgánicas a los productores de cuatro comunidades de la sierra de Tenosique, Tabasco.

Objetivo Particular

Capacitar a los productores en la elaboración de abonos orgánicos, biofertilizantes y bioinsecticidas en cuatro comunidades de la Sierra de Tenosique, Tabasco.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Abonos orgánicos y compostas

Los abonos orgánicos se obtienen de la transformación en humus de residuos orgánicos, como estiércol y rastrojos, por la acción de bacterias, hongos, protozoarios, lombrices y otros microorganismos. Estos abonos incorporados al suelo le aportan partículas que ayudan a mejorar sus características (la estructura) y por lo tanto la capacidad de retención de humedad. Además, produce activadores del crecimiento y nutrientes minerales que favorecen el desarrollo de las plantas cultivadas y su resistencia a plagas y enfermedades (Paredes, 2007).

Los biofertilizantes son preparados de microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos. Los microorganismos utilizados en los biofertilizantes son clasificados dentro de dos grupos: El primer grupo incluye microorganismos que tienen la capacidad de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico y mejorando la tolerancia al stress por sequía, salinidad, metales tóxicos y exceso de pesticidas, por parte de la planta. El segundo grupo incluye microorganismos los cuales son capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos (Bashan y Holguin, 1998; Lucy *et al.*, 2004).

Puede haber microorganismos que puedan estar en los dos grupos, que además de promover el crecimiento de la planta, inhiban los efectos de microorganismos patógenos (Kloepper *et al.*, 1980)

Autores como Rodríguez y Córdova (2006) señalan que los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) al acumularse en gran volumen y no reincorporarse a la naturaleza en un corto o mediano plazo generan contaminación. La contaminación afecta al suelo, aire, ríos, lagos, mares, plantas, animales y a las personas. Los problemas de salud pública causados por la acumulación de los RSU a cielo abierto son numerosos, sin mencionar las graves afectaciones al

mismo medio ambiente. Los procesos de ordenamiento ecológico consistentemente identifican a los RSU como problemas ambientales a resolver, pues no solo afectan a los asentamientos humanos en donde se generan, sino también a los ambientes rurales (tanto naturales como productivos) que los rodean.

Según Gómez-Sobrino *et al.* (2006) la composta (a veces también se le llama abono orgánico) es el humus obtenido de manera natural por descomposición bioquímica al favorecer la fermentación aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos).

El composteo es una forma importante de reciclar elementos orgánicos residuales de la agricultura y la ganadería. La composta tiene una doble función; Por un lado mejora la estructura del suelo; lo que significa que va poder trabajarse más fácilmente y tendrá una mejor aireación. En las últimas décadas se ha estado promoviendo como una renovada filosofía, el uso de la agricultura orgánica y por lo tanto, la producción de alimentos no contaminados (Crespo, 2001).

Autores como Rodríguez y Córdova (2006), señalan que de manera domestica la elaboración de composta se divide en dos tipos, de acuerdo con la velocidad de la degradación de los residuos, los cuales pueden ser lentos o rápidos. Mencionan que la producción de composta requiere de cuatro elementos básicos: nitrógeno (residuos verdes), carbono (residuos café), agua y oxígeno. A través del control y monitoreo de estos parámetros se puede favorecer, o incluso acelerar el proceso de degradación.

Una de las principales tecnologías para el manejo orgánico de los residuos es el uso de compostas que el propio productor puede elaborar en su unidad de producción, utilizando los materiales de que dispone localmente. Ello le permitirá tener un mejor manejo y conservación de su suelo, recurso principal de cualquier sistema de producción agropecuaria y forestal (De Luna y Vázquez, 2009).

Según Álvarez de la Puente (2003), los beneficios del uso de compost en su aplicación al suelo son múltiples en los aspectos físico, químico y microbiológico. Este uso adecuado del compost, contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, haciendo más porosos a los suelos compactos y mejorando su manejabilidad.

Hoy en día, el consumidor ha centrado su atención en el origen y procedencia de los productos, dándole especial interés a aquellos que son producidos bajo el esquema de orgánicos (De la Cruz *et al.*, 2009). No obstante, esta nueva tendencia de la agricultura orgánica emplea una gran variedad de opciones tecnológicas con el empeño de reducir y hacer recuperables los costos de producción, proteger la salud, mejorar la calidad de vida y la calidad del ambiente, y una vez intensifica, las interacciones biológicas del suelo y los procesos naturales beneficiosos (Rodríguez *et al.*, 2007; Ochoa-Martínez *et al.*, 2009). Entre las opciones de prácticas agrícolas sustentables, se maneja el uso de biofertilizantes y abonos orgánicos, donde su principal objetivo está cimentado en mejorar la calidad de los suelos brindándoles una mayor fertilidad, mejorando su estructura y aumentando la actividad microbiana benéfica, entre otros (Widman-Aguayo *et al.*, 2005; Aguirre-Medina *et al.*, 2010).

Las compostas no son más que el resultado del proceso de descomposición de los desechos orgánicos los cuales el material vegetal y animal se transforman en abono por medio de una reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (Widman-Aguayo *et al.*, 2005). Cuando la composta es reincorporada en suelos arcillosos, se garantiza una mejor calidad en las cosechas y una mayor resistencia a plagas (Matheus, 2004), por lo que no deja de ser una opción viable para la implementación en cultivos de carácter orgánico (Félix-Herrán *et al.*, 2008).

Existen muchos desechos orgánicos que podemos utilizar para hacer composta, tales como residuos de cosecha de maíz, sorgo, trigo, arroz, cebada, avena, bagazo de caña, bagazo de agave, y hojas de árboles (Gros y Domínguez, 1992). Estos residuos secos le dan a la composta carbono, los desechos verdes o

residuos de cosechas verdes y frescas entre los que hay desperdicios de mercado, que incluyen frutos, vegetales, zacate y hierbas, el estiércol de bovino, ovino, porcino y conejo proporcionan nitrógeno. Existen otros materiales para hacer más rica en nutrientes a la composta o para retardar su maduración y éstos pueden ser de origen animal o vegetal, tales como desechos agroindustriales (melazas, cenizas de madera, cascarillas, harinas de hueso, pescado, sangre, plumas, bagazos y más) (De Luna y Vázquez, 2009).

Valverde *et al.* (2010), mencionan que los niveles de abono orgánico presentaron incrementos en el rendimiento de papa. En dos ciclos, la aplicación de abonos orgánicos mejoró las propiedades químicas y biológicas del suelo, mientras sus propiedades físicas se mantuvieron estables. Los valores de extracción de macro y micro nutrientes mostraron incrementos significativos por la aplicación de los abonos orgánicos y fertilizante inorgánico. Las dosis altas de abonos orgánicos disminuyeron el porcentaje de hojuelas buenas. La fertilización inorgánica tuvo la mayor rentabilidad. Concluyendo que la producción orgánica en papa está limitada por los bajos rendimientos y altos costos de producción.

Se realizaron experimentos con tomate y frijol, donde se utilizaron suelo de la región y suelo con composta, los resultados obtenidos fueron que la composta utilizada para este experimento presentó mejores características que el suelo de la región, desde el punto de vista de nutrientes aprovechables por las plantas. La adición de composta al suelo de la región mejoró el tiempo y porcentaje de germinación de semillas de tomate y frijol. Las plantas de tomate crecieron con tallos más largos cuando crecieron en mezclas de suelo composta y obtuvieron más hojas en las macetas que fueron cultivadas en la mezcla suelo-composta (Widman-Aguayo *et al.*, 2005).

El cambio hacia nuevas técnicas de cultivo, la utilización masiva y sistemática de abonos minerales, el empleo de herbicidas selectivos, la quema de rastrojos y la eliminación de residuos de las cosechas entre otros factores, han incidido negativamente en el mantenimiento del contenido de materia orgánica del suelo ocasionando erosión en los suelos (Fuentes, 2006). La erosión está relacionada con la pérdida de la cubierta vegetal y, por tanto de la fertilidad de los suelos, ésta

se ve disminuida por la pérdida de materia orgánica por la extracción de nutrientes por las plantas cultivadas y por lixiviación, ocasionando incremento en la acidez en suelos y, en ocasiones, efectos tóxicos debido a la alteración de los componentes químicos del suelo (FAO, 2002). Este empobrecimiento de los suelos ocasiona que los productores agrícolas recurran a la fertilización de los suelos para incrementar su producción. Sin embargo, el uso indiscriminado de fertilizantes químicos, mayormente los de tipo nitrogenado, son fuentes de contaminación sobre todo de las aguas superficiales, ya que estos compuestos, por estar en forma de sales, pueden disolverse fácilmente mermando la calidad del agua para su consumo. La materia orgánica, es uno de los factores más importantes para determinar la productividad de un suelo, por lo que la aplicación de materia orgánica de forma sistemática es de trascendental importancia para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y buscar la sustentabilidad agrícola de los sistemas productivos, para garantizar el abastecimiento de alimentos (Aguado-Santacruz, 2012).

Entre los diferentes métodos de adecuación de los residuos orgánicos para fines agrícolas destaca el compostaje (Climent *et al.*, 1996; Abad y Puchades, 2002), Las compostas contienen considerables cantidades de nutrimentos que pueden suplementar la nutrición de plantas, (Raviv, 1998), al mismo tiempo que es una forma de reciclaje y manejo sustentable de residuos industriales y domésticos. El compostaje es el sistema que más respeta el ciclo de conservación de la materia y el que mayor aplicación encuentra en agricultura (Gioanetto, 2005; Soliva *et al.*, 2008)

Los materiales que pueden someterse a éste proceso son todos los residuos de origen vegetal o animal, como los residuos orgánicos domiciliarios, industriales, de actividades agrícolas o las que se generan en el mantenimiento de áreas verdes (poda, corte de césped) y que se denominan residuos verdes (Aguado-Santacruz, 2012).

El compostaje produce un material valioso con alto contenido de humus, que puede utilizarse como mejorador de suelos y fertilizante, la composta. Desde el punto de vista agrícola, con el compostaje se obtiene un material maduro, estable

e higienizado, con un alto contenido en materia orgánica y componentes húmicos, el cual puede ser utilizado sin riesgo en agricultura por ser inocuo y no contener sustancias fitotóxicas, favorece el crecimiento y el desarrollo de las plantas, aumenta la fertilidad y mejora las propiedades físico-químicas de los suelos, pues la materia orgánica estabilizada y rica en nutrientes disponibles aumenta la microbiota de éstos, aumenta la retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico, mejora el pH, la textura y la porosidad; convirtiéndose por tanto en un material con valor agronómico que puede ser utilizado para enmiendas orgánicas, aplicable para los distintos tipos de suelo y en cultivos, tanto hortícolas, de jardinería, agrícola, como en invernadero (Guerrero, 1996). Con esta práctica de fertilización se reciclan componentes nutricionales de estos desechos y se mejora la calidad física y biológica del suelo. El abono orgánico ofrece la ventaja de restablecer el equilibrio biológico, físico, químico y ecológico del suelo; incrementa la cantidad y diversidad de la flora microbiana benéfica, permite la reproducción de lombrices de tierra al tiempo que libera los elementos químicos que las plantas necesitan. Se les considera como productos fertilizantes de lenta liberación cuya acción se prolonga en el tiempo (acción residual) que contribuyen a mejorar la calidad del medio ambiente y favorecer la producción sostenible de alimentos (Bellapar, 1996; Acuña, 2003; Soto, 2003).

Autores como Altamirano y Cabrera (2006), indican que el compostaje es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, que tiene como meta transformar estos residuos en un producto útil, aplicable a la tierra como abono que fertiliza a las tierras de cultivo. Este producto también recibe el nombre de compost.

Suquilanda (1996) menciona las siguientes ventajas del uso de la composta:

- Mejora la cantidad de la materia orgánica del suelo. Los suelos son fértiles cuando contienen más del 5% de materia orgánica; pobres si contienen del 2 a 3% y muy pobres aquellos que no llegan al 2%.

- Mejora la estructura del suelo al favorecer la formación y estabilización de agregados, mejorando el espacio poroso del suelo, lo cual favorece el movimiento del agua y el aire, así como también la penetración de las raíces.
- Incrementa la retención de humedad del suelo a casi el doble, contribuyendo de esta manera a que las plantas toleren y resistan mejor las sequías.
- Aporta, de manera natural, los 16 elementos minerales que requieren las plantas.
- Incrementa la capacidad de retención de nutrientes en el suelo, liberando progresivamente a muchos de ellos para satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas.
- Incrementa y favorece el desarrollo de la actividad biológica del suelo (macro y microorganismos), favoreciendo de esta manera a la salud y el crecimiento de las plantas.
- Retarda el proceso del cambio de reacción (pH).
- Ayuda a corregir las condiciones tóxicas del suelo.

Autores como Haug (1993) describe el compost como: materia orgánica que ha sido estabilizada hasta transformarse en un producto parecido a las sustancias húmicas del suelo, que está libre de patógenos y de semillas de malas hierbas, que no atrae insectos o vectores, que puede ser manejada y almacenada sin ocasionar molestias y que es beneficiosa para el suelo y el crecimiento de las plantas.

Mientras que, Soliva y Molina (1996) señalan que la calidad del compost es difícil de definir; al ser muchos los tipos de materiales y mezclas que se pueden compostar, también son muchos los tipos de compost que se pueden obtener y, por tanto, resulta difícil establecer sistemas para valorar su calidad. Se ha de recordar que los usos que pueden darse al compost son muchos y las exigencias

para cada uso son diferentes; se tendrá que ver qué tipo de características del producto interesa más valorar.

Según Soliva y López (2004) es siempre difícil y muy subjetivo definir la calidad de un producto porque está relacionada con la aptitud del mismo para ser utilizado. ¿Qué aplicaciones va a tener el compost?

Los requerimientos de calidad deberían ir dirigidos a conseguir:

- Aspecto y olor aceptables
- Higienización correcta
- Muy bajo nivel de impurezas y contaminantes
- Nivel bueno de componentes agrónomicamente útiles (MO estabilizada y fitonutrientes)
- Una cierta constancia de características y todo ello, procurando aprovechar al máximo la potencialidad de los materiales iniciales, evitando todas las posibles vías de contaminación durante el proceso, la generación excesiva de rechazo, así como el consumo superfluo de energía.

SEMARNAT (2001) menciona que desde el punto de vista físico, el compostaje provoca un cambio drástico en el tamaño, apariencia, color, consistencia y textura de lo que inicia como tejidos vivos, hojas, ramas, raíces o restos de animales, pasando por la forma intermedia de mezclas semilíquidas o pastosas, pero terminando como una tierra fresca, oscura, porosa, ligera y sin olor, apropiada para la penetración y sostén de las raíces de las plantas.

Autores como, Rodríguez y Córdova (2006) refieren que la duración exacta del proceso de compostaje depende de muchos factores, y por eso es difícil medirla con precisión. Las condiciones climáticas, la frecuencia del mezclado, así como el tipo de materiales incorporados, influyen en la duración del proceso. Un indicador de que el proceso está por finalizar es el descenso de la temperatura y su estabilización casi a la temperatura ambiente. En este momento comienza la fase de maduración de la composta doméstica. Esta fase puede durar hasta la misma cantidad de tiempo que se llevó la primera y también depende de muchos

factores. Si la mezcla ha sido invadida por lombrices de tierra, el producto final es mejor y el tiempo de maduración mayor. Se muestran las características de una composta inmadura y una madura.

	Composta doméstica inmadura	Composta doméstica madura
Olor	Más o menos pronunciado	Sin olor fuerte
Composición	Hay lombrices y hongos (filamentos brillantes); material orgánico identificable	No hay material orgánico identificable, tampoco organismos; se asemeja a tierra
Uso	Alrededor de arbustos y árboles perennes	Incorporándolo en el suelo
Cantidad	Poca cantidad para no dañar el suelo o la planta	No hay riesgo, pueden realizarse varias aplicaciones

Fuente: adaptado de CONAMA (2003).

2.2. Bioinsecticidas

2.2.1 Historia y Origen de los Bioinsecticidas

En la época helenística se describe el uso de diferentes productos para ahuyentar las moscas; las momias eran tratadas con diferentes esencias para protegerlas de la acción de sus cuerpos. Tomaban cenizas y las combinaban con grasa de cerdo para repeler a estos insectos. El desarrollo de la botánica y los descubrimientos de nuevas plantas para su utilización industrial y productiva en los siglos XVII y XVIII, llevó al descubrimiento de propiedades insecticidas en esencias vegetales como el tabaco y el piretro (Albert, 2005).

No fue hasta el siglo XX con el desarrollo exponencial de la industria de síntesis química cuando se comienzan a producir y diseñar productos insecticidas de síntesis o sintéticos. A partir del tercer tercio del siglo XX y comienzos del siglo XXI y debido a los problemas de toxicidad inespecíficos de los insecticidas sintéticos se comienzan a desarrollar productos menos tóxicos y más específicos. El término bioinsecticida se suele utilizar para los productos utilizados en el control

de plagas principalmente de la agricultura cuyo origen es procedente de algún organismo vivo (Albert, 2005).

Aguirre-Medina *et al.* (2009) Mencionan que las plantas de eucalipto y ajo han demostrado ser unos excelentes pesticidas naturales, ya que estos pesticidas no atacan solamente a un tipo de plaga sino que tienen un amplio margen de acción plaguicida, debido a sus principios activos, los cuales actúan en el organismo del animal paralizando sus funciones vitales, pero no atacando a la planta en ninguna de sus funciones, dentro de las concentraciones mínimas requeridas.

Espinel *et al.* (2007) afirmaron que los bioinsecticidas por lo general son bacterias o mezclas de ellos o de metabolitos provenientes de ellas, pero también hay productos derivados de hongos, como pueden ser las *Trichoderma spp* y *Ampelomyces quisqualis* (un organismo utilizado en el control del mildiu en la vid). *Bacillus subtilis* también es utilizado en el control de ciertos patógenos de las plantas. También hay ejemplo de control de hierbas y roedores mediante bioinsecticidas.

Autores como García y González (2010), evaluaron el uso de bioinsecticidas elaborados a base de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*); la producción se hizo de manera artesanal en comunidades rurales y se utilizaron para el control de plagas de hortalizas. Los bioinsecticidas beneficiaron a los productores de hortalizas ya que obtuvieron hortalizas libres de insecticidas químicos con mejores opciones de venta en el mercado.

López y Estrada (2005), demostraron que los productos elaborados a base de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) pudieron controlar con eficacia la acción nociva de plagas, la efectividad biológica alcanzada en estas experiencias osciló entre 75 y 100 %, lo cual confirma la factibilidad del uso de estos bioinsecticidas dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para una agricultura sostenible.

En las últimas tres décadas, los extractos de plantas han sido usados contra diversas especies de insectos fitófagos (Clemente *et al.*, 2003), porque no afectan

el ambiente y son menos dañinos con los enemigos naturales de insectos plaga (Iannacone y Lamas, 2003; Aggarwal y Brar, 2006).

Se ha encontrado que los insectos no crean resistencia a los extractos de plantas debido a que son una mezcla de metabolitos secundarios (Valladares *et al.*, 2003). Alrededor de 2000 especies vegetales tienen potencial de manejo para el control de insectos plaga. Las familias que destacan son Euphorbiaceae, Asteraceae, Labiatae, Fabaceae, Compositae y Solanaceae (Jermy, 1990). En general, los metabolitos secundarios se pueden clasificar en insecticidas, aquellos que causan la muerte de los insectos, y los insectistáticos, que se refieren a la inhibición del desarrollo y comportamiento de los insectos. Por ejemplo, los repelentes, que ahuyentan a los insectos de sus plantas hospederas (Celis *et al.*, 2008).

Autores como, Rangel-García y Reyes (2011) señalan que la mayoría de los insecticidas naturales provienen de extractos de plantas y organismos aislados del medio natural y algún otro como el jabón de potasio, que siendo un producto totalmente sintético, sus ingredientes y su modo de actuación lo hacen adecuado y eficaz como insecticida. Los extractos de plantas naturales son reconocidos por las plantas tratadas sin ningún rechazo. Además estas sustancias son fotodegradables en pocas horas (entre 24 y 48 horas dependiendo de la intensidad solar) degradándose en formas orgánicas totalmente inocuas. Además, los insecticidas vegetales presentan la gran ventaja de ser compatibles con otras opciones de bajo riesgo aceptables en el control de insectos, tales como feromonas, aceites, jabones, hongos entomopatógenos, depredadores y parasitoides, entre otros, lo que aumenta enormemente sus posibilidades de integración a un programa de manejo de plagas. La actividad biológica de un compuesto natural está en función de su estructura y en la dosis usada para tales fines.

2.2.2. Ventajas de los Bioinsecticidas contra Agentes Químicos

Se han desarrollado un gran número de bioinsecticidas contra un gran número de plagas. (Boyetchko *et al.* 1998) explican las bondades del uso de bioinsecticidas comparados con el uso de los agroquímicos, entre los cuales se encuentran:

- No producen residuos peligrosos.
- Reduce significativamente el impacto sobre las especies que no son objeto de los tratamientos.
- No poseen impacto negativo contra el medio ambiente y la salud del hombre.
- Cuando son producidos localmente pueden ser más económicos que los insecticidas químicos.
- La facilidad en la manipulación los hace accesibles a un gran número de cultivadores.
- A largo plazo también pueden ser más efectivos que los pesticidas sintéticos.

2.3. Biofertilizantes

Los microorganismos benéficos para la agricultura son muchos y desarrollan sus funciones bajo la influencia de las raíces de las plantas. La raíz además de las funciones de anclaje, absorción y transporte de agua y nutrientes al sistema vascular, pone a la planta en contacto con la rizosfera, es decir, la zona del suelo que rodea a las raíces de las plantas donde abundan los microorganismos (Balandreau y Knowles, 1978), que incluye especialmente la región de crecimiento en la raíz (Alexander, 1977), donde se da un flujo de compuestos orgánicos (Barea y Azcón-Aguilar, 1983) que sirven a los microorganismos como fuente de carbono (Bowen y Rovira, 1999).

En la rizosfera existe competencia, mutualismo, predación y parasitismo (Barea y Azcón-Aguilar, 1983) que ayudan a la estabilidad de los sistemas de producción agropecuaria. Dependiendo del tipo de relación con la planta, los microorganismos pueden ser benéficos o nocivos (Schippers *et al.*, 1987). En el caso de los microorganismos benéficos utilizados como biofertilizante, la relación es mutualista

y es conocida como simbiosis. Si se forman estructuras especializadas dentro de la célula (nódulos, vesículas, etc.) se denomina simbiosis obligada o estricta y cuando el microorganismo sobrevive sin la planta y se asocia en beneficio de ambos, la simbiosis se conoce como asociativa o facultativa.

En México el mayor impacto de los biofertilizantes fue en los años 70's y 80's con la fijación biológica de nitrógeno en soya y garbanzo, donde se logró sustituir la fertilización nitrogenada en Sinaloa que en ese tiempo fue el principal productor nacional de estas leguminosas (Armenta-Bojórquez *et al.*, 1986; Armenta-Bojórquez, 1990), la utilización de inoculantes comerciales a base de *Rhizobium* fue una práctica generalizada por los productores agrícolas, además de ser recomendada por los centros de investigación (INIFAP, 1990).

Alarcón y Ferrera-Carrato (2000), refieren la importancia y manejo de microorganismos benéficos, que se ha incrementado a tal grado que en la actualidad se ha generado todo un movimiento comercial de los mismos. Así, la producción y comercialización de productos biofertilizantes está encaminada al fortalecimiento de sistemas de producción sostenible. Esto en respuesta a la preocupación que a nivel mundial se ha generado en la demanda de productos alimenticios sin o casi nula aplicación de pesticidas, que no repercuten en la contaminación ambiental (en la que actualmente estamos inmersos), sino que también impactan en la salud humana como agentes tóxicos y carcinogénicos.

Se realizaron trabajos donde los fertilizantes sintéticos presentan baja eficiencia ($\leq 50\%$) para ser asimilados por los cultivos, el fertilizante no incorporado por las plantas trae un impacto ambiental adverso, la contaminación de mantos acuíferos con NO_3^- , eutrofización, lluvia ácida y calentamiento global. Una alternativa para frenar esto es el uso de biofertilizantes, preparados con microorganismos aplicados al suelo y/o planta, con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética. Los resultados que se han obtenido muestran que la utilización de cepas nativas de microorganismos en la elaboración de biofertilizantes tiene mayor posibilidad de efectividad en el campo, por estar adaptados a las condiciones del suelo de cada región (Armenta-Bojórquez *et al.*, 2010).

Esprella y Lira (2012) mencionan que un biofertilizante es un abono orgánico, también llamado BIOL, resultado de un proceso de descomposición y fermentación en ausencia de oxígeno (anaeróbica) de residuos orgánicos vegetales y animales (estiércol, residuos de cosecha). Contiene nutrientes de alto valor nutritivo (nitrógeno amoniacal, hormonas, vitaminas y aminoácidos) que estimula el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas. Su producción es un proceso relativamente simple y de bajo costo, ya que los insumos de preparación son locales, aunque su elaboración tiene un periodo de dos y tres meses. El biol tiene dos componentes: una parte sólida y una líquida. La primera es conocida como biosol y se obtiene como producto de la descarga del biodigestor donde se elabora el biol. La parte líquida es conocida como abono foliar. En su elaboración se puede usar cualquier tipo de residuos, dependiendo de la actividad ganadera (vacunos, ovinos, camélidos o animales menores) y la diversidad vegetal de la parcela o comunidad. Componentes similares a los empleados en esta investigación.

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El área de estudio se ubicó en cuatro comunidades de la Sierra de Tenosique Tabasco. Se seleccionó esta zona por ser de alta marginación y donde existen grupos que hablan Zoque y Tzeltal. El clima predominante es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, presenta una temperatura media anual de 30.5°C. Se encuentran a una altitud media de 220 m.s.n.m. (Figura 1) (INEGI, 2010).



Figura 1. Área de estudio que comprende cuatro comunidades de la sierra del municipio de Tenosique, Tabasco. El Xotal 2da. Sección, Los Rieles de San José, Ignacio Allende y Álvaro Obregón.

La comunidad Los Rieles de San José se localiza en el municipio de Tenosique. Cuenta con una población total de 336 habitantes (INEGI 2010). Localizada a $17^{\circ}21'31.50''$ N y $91^{\circ}22'17.87''$ W, tiene una elevación de 142 m.s.n.m (Figura 2).



Figura 2. Foto Satelital del sitio de estudio Los Rieles de San José en el municipio de Tenosique, Tabasco.

La localidad de **El Xotal 2a. Sección** tiene 159 habitantes. Se encuentra ubicado a 61 m.s.n.m y está ubicado a $17^{\circ}16'42.55''$ N y $91^{\circ}04'49.50''$ W (Figura 3).

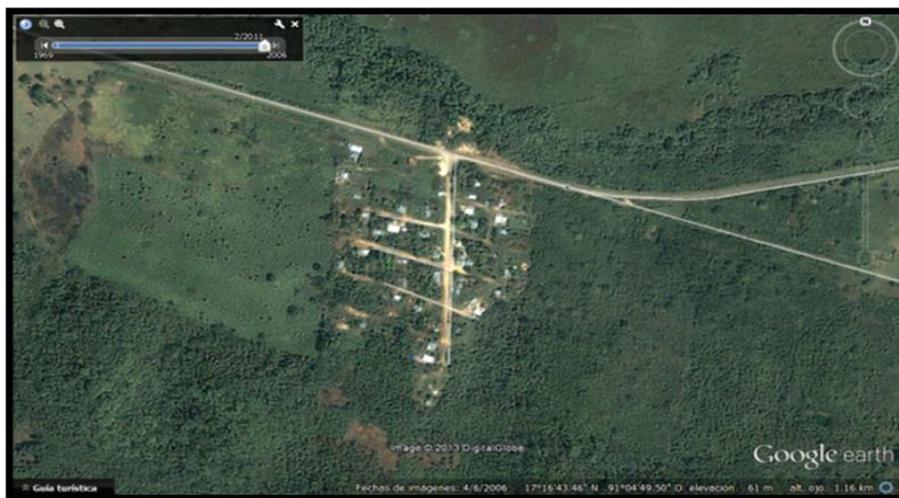


Figura 3. Foto Satelital del sitio de estudio El Xotal 2da. Sección en el municipio de Tenosique, Tabasco.

Ignacio Allende esta comunidad tiene 645 habitantes se encuentra a 200 m.s.n.m y está ubicada en las coordenadas 17°18'04.2" N y 91°13'08.2"W (Figura 4).

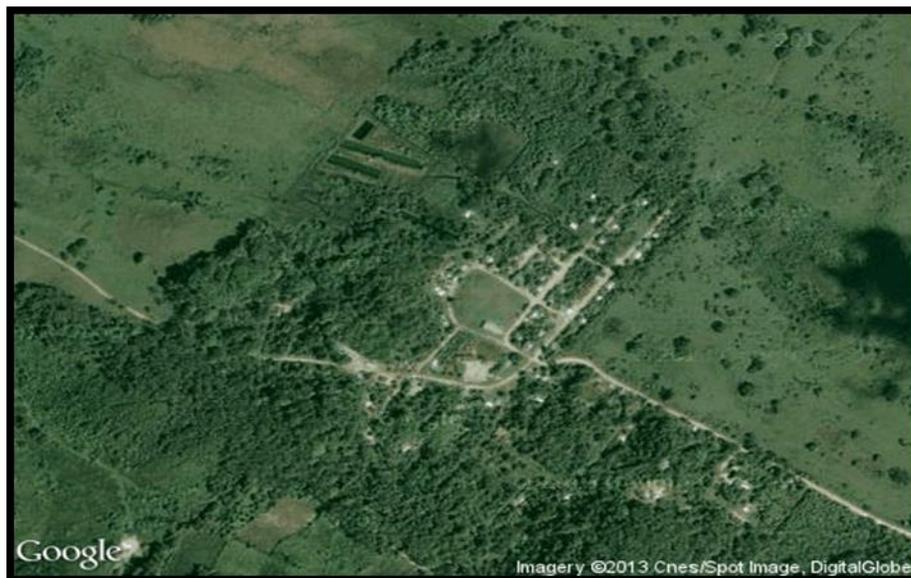


Figura 4. Foto Satelital de la comunidad Ignacio Allende en el municipio de Tenosique, Tabasco.

La localidad de Álvaro Obregón tiene 540 habitantes y se ubica a 180 m.s.n.m. ubicada en las coordenadas 17°18'58.9" N y 91°12'56.1" W (Figura 5).



Figura 5. Foto Satelital del sitio de estudio en Álvaro Obregón en el municipio de Tenosique, Tabasco.

La capacitación y la elaboración de composta, biofertilizantes y bioinsecticidas se llevó a cabo en tres etapas:

Etapas 1

Se visitaron las comunidades para conocer cuál era la problemática que tenían en sus cultivos, para ello se realizó una entrevista directa en donde se conversó con los productores y estos expresaron las dificultades que tenían con sus cultivos.

Etapas 2

Se programaron talleres para la “Elaboración de composta, biofertilizantes y bioinsecticidas.” Se organizaron grupos de trabajo para programar los días y la hora que se tomarían los talleres en las comunidades.

La capacitación de los productores se realizó en sus comunidades. Con el fin de homogenizar la presentación y enfoque de cada taller se desarrolló un esquema llamado “Carta Descriptiva” propuesto por Gago Huguet (1977), modificado por Díaz-Marín (2012)¹ (Cuadro 1). Esta metodología detalla los temas que se impartirán en la capacitación, como son:

¿Cómo separar la Basura?

¿Que son los Abonos Orgánicos?

¿Qué es la Composta?

Beneficios de la Composta

Lo que sirve y lo que no sirve para hacer Composta

Formas de hacer una Composta

Pasos para elaborar una Composta

Posibles problemas de las Compostas

Usos de la Composta”

En esta carta descriptiva (Cuadro 1) se detallan las actividades que se implementan, los tiempos y recursos destinados para cada actividad.

Cuadro 1. Carta Descriptiva del Taller Elaboración de Abonos Orgánicos (Gago Huguet, 1977, modificada por Díaz-Marín, 2012).

Nombre del Taller		Elaboración de Abonos Orgánicos			Nº de Sesión	(2) 2/2
Lugar y Fecha		Casa Ejidal de las Comunidades; Los Rieles de San Jose, Xotal, Ignacio Allende y Alvaro Obregon				
Nombre de la/el facilitador		Mtra. Santa Isabel Corzo Romero				
Perfil de las/los participantes		Mtro. Juan Emilio Caraveo Crisostomo				
Objetivo General		Productores de las Comunidades				
Objetivo General		Capacitar a los productores de las comunidades de la Sierra en la elaboración de abonos orgánicos.				
TEMA	OBJETIVO	TECNICAS DIDACTICAS	ACTIVIDAD A DESARROLLAR	MATERIALES	TIEMPO	
Registro de participantes	Obtener nombre y número total de participantes para llevar un control de su asistencia e identificarlos.	Registro de los participantes	* Se les otorga una hoja de registro al grupo para que estos se anoten en ella. * Con la lista de registro se les coloca a cada integrante una hoja adhesiva que contenga su nombre.	* Hoja de asistencia * Lapiceros * Etiquetas Adhesivas * Plumones	10 min.	
Presentación	* Conocer a cada uno de los participantes y establecer una relación entre ellos.	Dinámica de integración	1. Se pide a los participantes que se coloquen en círculo, de manera que todos puedan verse. 2. Se dan las instrucciones del juego; de uno en uno se irán aventando la pelotita. Cuando la pelotita les caiga tendrán que decir su nombre y mencionar su nombre y al grupo de guardianes que pertenece su hijo. Después deberá aventar la pelotita a otro compañero que aún no haya dicho su nombre. 3. Este se repite de acuerdo a los números de participantes.	*Pelota de plástico	15 min.	
Encuadre	Que los participantes conozcan el objetivo del taller, establezcan de manera democrática las reglas que regirán en el mismo y den a conocer sus expectativas	* Lluvia de ideas sobre temas de educación ambiental. *Expositiva	El (La) facilitador (a) dará a conocer el objetivo del taller. * Se pedirá a los participantes, que opinen ¿qué esperan y que no esperan del taller?. *Así mismo que establezcan las reglas que prevalecerán, anotándolas en una hoja de papel bond.	* Pintarón * Plumon para Pintarón	15 min.	
Desarrollo -Como separar la Basura. -Que son los Abonos Orgánicos. -Que es la Composta.	*Ayudar a separar los materiales reciclables. *Ayudar a disminuir la contaminación a causa de la basura. * Conocer la importancia de los abonos orgánicos. *Reutilización de los productos orgánicos de la comunidad.	Dinamica Lluvia de Ideas.	Se realiza una exposición donde se explica la importancia de los abonos orgánicos, desde la separación de la basura se menciona la importancia de reciclar la basura, las formas en que se puede utilizar los desechos de la materia orgánica, y las técnicas ecológicas para mitigar la contaminación una de ellas fue las compostas donde se les explico las formas de hacer composta, los materiales que se pueden utilizar, los pasos para la elaboración.	* Pintarón * Plumon para Pintarón * Proyector * Laptop * Extensión	30 min.	
Cierre		Retroalimentación	Se realizan preguntas dirigidas para constatar la comprensión de los participantes y las funciones que desarrollaran en sus encomienda. Los instructores agradecen la colaboración para el cuidado del medio ambiente.		5 min.	

1) Díaz-Marín, Blanca Estela. Comunicación Personal (2012), Investigadora de la Universidad Politécnica Mesoamericana

Etapa 3

En esta etapa se realizó la elaboración de las compostas y para ello se recolectaron desechos como hojas secas de almendra, hojas de cocohite, hojas de aguacate, hojas de guácimo, hojas de nance, hojas de pimienta, hojas de naranja secas, zacate verde de poda, rastrojo de maíz, estiércol de ganado bovino

fresco y ovino fresco, tierra negra, zacate seco, ramas secas de árboles y hojas de mango secas, pasto estrella, agua y bolsas negras de plástico para basura. Los materiales utilizados dependieron de la localidad. Para la elaboración de la composta doméstica, se utilizó la metodología propuesta por Acuña, (2003).

Para seleccionar los sitios para elaborar la composta se procuró que tuvieran una pequeña pendiente para evitar el encharcamiento del agua. Se procedió de forma manual a picar con un machete los desechos colectados que se encontraron en la localidad, se realizó una composta por cada una de las comunidades.

3.2 Elaboración de composta

Primer paso

Se limpió el área donde se colocaron los materiales para la composta. Posteriormente, se midió un área de 2 X 2 m en donde se fueron colocando en capas los materiales recolectados. Primero, se colocó una capa de estiércol fresco de bovino y ovino, una capa de hoja y ramas secas, hojas secas de aguacate, cocohite, rastrojo de maíz, tierra negra, hojas verdes o zacate de poda (estos materiales orgánicos variaron de acuerdo a la comunidad) y por último una capa de tierra negra, se le agregó agua para humedecer, se cubrió con bolsas negras de plástico para basura para guardar e incrementar la temperatura y acelerar la degradación. Los materiales de desecho se colocaron hasta lograr una altura de 1.5 metros.

Segundo paso

Teniendo todas las capas de la materia orgánica se procedió a revolver el material con palas, azadón, rastrillos, y humedecer hasta que quede una mezcla homogénea de todos los componentes de la futura composta.

Tercer paso

Cada cuatro días se revolvió la composta para que quedara totalmente mezclada y humedecida.

Cuarto paso

La temperatura de la composta se revisó diariamente; lo más práctico es que en el centro de la composta vaya aumentando la temperatura y para checar esta los productores introducían el machete al centro de la composta y si este se sentía caliente significaba que el proceso de degradación estaba funcionando. Cada 15 días se realizó una revisión para conocer cómo iba el proceso de fermentación de la composta y para llevar el control se realizaron fichas de campo, en donde se describieron las actividades y las novedades que se observaban (Anexo 1). Al finalizar la visita se firmaba la ficha de campo por el delegado de la comunidad (Anexo 2).

Quinto paso

Se esperó a que los microorganismos hicieran su función de formación de nuevos compuestos (humus), lo cual se llevó aproximadamente entre tres y medio y cuatro meses; entonces se procedió a destapar la composta.

3.3 Elaboración de Biofertilizantes

Solamente en la comunidad de Xotal 2da. Sección se realizó la elaboración de los biofertilizantes, debido a que los participantes mostraron mayor interés en la teoría sobre la elaboración de los mismos y la importancia que tendrían al aplicarlos en sus cultivos para incrementar su producción. La metodología empleada fue la propuesta por Restrepo (2013).

La elaboración del biofertilizante se realizó en tres pasos:

Primer Paso

Se colectaron hojas verdes de *Leucaena leucocephala*, neem (*Azadirachta indica*) y estiércol fresco de ganado bovino colectado en los potreros de los participantes.

Segundo Paso

Se colocaron las hojas verdes de *Leucaena leucocephala*, neem (*Azadirachta indica*) bien picada dentro de un tambo con capacidad de 40 litros, se agregaron 20 kilos de estiércol de bovino fresco y 10 litros de agua.

Tercer Paso

Se mezclaron bien los ingredientes y se procedió a sellar el tambo con su tapa para que se llevó a cabo la fermentación lo más rápido posible.

El tambo se abrió a los 60 días y la sustancia encontrada se coló con un cernidor. El líquido obtenido se envasó.

3.4 Elaboración de Bioinsecticidas

Se realizó una presentación teórica en la comunidad de los Rieles de San José donde se les hablo de la importancia de los Bioinsecticidas y de lo sencillo de su elaboración. Los participantes mostraron mayor interés en la teoría sobre la elaboración de los mismos y la importancia que tendrían al aplicarlos en sus cultivos para combatir plagas e incrementar su producción.

Para la elaboración de los bioinsecticidas se tomaron recetas del IPADE (2008) y se realizó en tres pasos:

Primer paso

Los insumos que se utilizaron fueron chile habanero (*Capsicum chinense*), ajo (*Allium sativum*), cebolla morada (*Allium cepa*), agua y algunas plantas aromáticas de neem (*Azadirachta indica*) que sirven de ahuyentadoras a los insectos y que son productos que se encuentran en los traspatios.

Segundo Paso

Los ingredientes mencionados arriba se licuaron por separado con 1.5 litros de agua aproximadamente y se colocaron en botellas de plástico con capacidad de 2.0 litros.

Tercer Paso

Los preparados se mezclaron, se sellaron y se dejaron reposar durante cuatro días.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Participación de productores

En la figura 6 se puede observar que para la primera sesión de teoría del curso la cantidad de participantes fue de 102; las localidades de El Xotal 2a Sección y Los Rieles San José fueron los que más participaron (34 y 33 personas); mientras que en Álvaro Obregón e Ignacio Allende solo asistieron 19 y 16 personas, respectivamente. Para la segunda sesión teórica se observó una disminución en la participación, solo asistieron 94 personas de las cuatro comunidades; para la tercera sesión teórica la participación disminuyó a 88 personas que se mantuvo para la cuarta sesión práctica.



Figura 6. Comportamiento de las asistencias a los talleres de capacitación (curso teórico-práctico) por localidad en estudio.

Las comunidades con más participación a los talleres fueron Xotal 2a Sección y Los Rieles de San José. En la comunidad de Ignacio Allende la participación fue menor; esta falta de asistencia se debió a que la mayoría de los participantes habla su lengua natal (Tzeltal) dificultando el entendimiento y la retroalimentación lingüística entre los capacitadores y los capacitados. Otra causa fue su cultura, ya que la mayoría de las comunidades indígenas están acostumbradas a trabajar y convivir socialmente de acuerdo al género; los hombres con los hombres y las

mujeres con las mujeres; por lo tanto, no es aceptado que las mujeres asistan a pláticas o talleres donde acudan hombres y mujeres y viceversa. Lo anterior, debido, a sus propias costumbres y tradiciones (Sánchez, 2003).

Esto puede ser debido a que la comunidad de Xotal 2da. Sección se encuentra a orilla de la carretera Federal Tenosique el Ceibo y los Rieles de San José a 35 minutos aproximadamente de la cabecera municipal

A pesar de los difíciles medios naturales en que viven, los pueblos indígenas han logrado sobrevivir en zonas ecológicamente delicadas con limitada capacidad de carga para que una población numerosa pueda sobrevivir. Muchos de estos pueblos tienen profundos conocimientos acerca del medio en que viven y de las diferentes especies de plantas y animales y han desarrollado técnicas sofisticadas para el aprovechamiento sostenible de estos recursos. La comparación entre el nivel de educación de los hombres y de las mujeres indígenas y no indígenas de México indica que, si bien se ha registrado un avance importante en los cuatro grupos (especialmente de mujeres) en lo que se refiere a promedio de años de escolaridad terminados, las mujeres indígenas siguen siendo las más desfavorecidas. En general, terminan menos de 4 años de educación formal, frente a 5 años de los hombres indígenas, 8 años de las mujeres no indígenas y 9 años de los hombres no indígenas. (Deruyttere, 1997).

Los resultados mostraron en el cuadro 2 que en las cuatro comunidades se lograron agrupar 88 personas en 6 grupos para la sesión práctica. También puede observarse que el número de grupos formados varió en las comunidades.

Cuadro 2. Número de grupos formados y cantidad de personas en las comunidades estudiadas

COMUNIDAD	NÚM. DE GRUPO	CANTIDAD DE BENEFICIADOS
Los Rieles de San José	2	18 personas
		12 personas
Ignacio Allende	1	14 personas
Álvaro Obregón	1	16 personas
Xotal II Secc.	2	14 personas
		14 personas
TOTAL	6	88 personas

Es importante señalar que la mayoría de los asistentes a los talleres fueron las amas de casa, como se muestra en la figura 7. El 74 % de los asistentes fueron mujeres y el 26 % hombres. Esto puede ser debido, a que las mujeres como se dedican a las labores del hogar tienen más tiempo para asistir a este tipo de talleres. Mientras que los hombres salen a trabajar al campo y a otras comunidades (García, 2004).

Esta fuerte vinculación de la mujer con esta tarea tradicional (labores del hogar) provoca unos efectos no deseados; el primero, que muchas mujeres que se quedan en el pueblo lo hacen para continuar con la función tradicional; el segundo, que no se ve el trabajo fuera del hogar como un signo de promoción y de independencia personal; y el tercero, que los ingresos que se obtienen del trabajo se valoren sólo como complemento a las aportaciones que hace el marido. El carácter delegado con que han asumido el trabajo de la explotación, la tutela constante que ejercen sobre ellas los padres y maridos, y las propias limitaciones que les impone la sociedad en la toma de decisiones, hace que su autonomía laboral sea bastante limitada (García, 2004).



Figura 7. Género de los participantes a los talleres.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática –INEGI–, los hogares dirigidos por mujeres han aumentado en términos relativos más que los encabezados por varones. En 1990 en las comunidades menores de 2 500 habitantes había un hogar con jefatura femenina por cada seis con jefatura masculina, y en el año 2005 esta relación es de uno a cuatro. El tiempo total de trabajo que los hombres invierten a la semana —tanto para el mercado como para el hogar—, es de 60 horas, mientras que el de las mujeres es de 87 horas, situación que hace visible la sobrecarga de trabajo para éstas últimas. Además, el tiempo a la semana que las mujeres destinan al trabajo no remunerado es casi 5 veces mayor al destinado por los hombres. Aunado a lo anterior, es importante hacer notar que 47 horas a la semana de trabajo de las mujeres son sin pago ni reconocimiento; una muestra más de las inequidades de género existentes actualmente en nuestro país (COPLADE, 2011).

La pobreza es una de las características que distinguen al sector rural, de ahí que al hablar de las condiciones de los habitantes del medio rural casi siempre nos remitamos a pensar en bajos ingresos, desnutrición y peores condiciones de vida

en comparación con las de las personas que viven en áreas urbanas. De los 18.1 millones de personas que viven en los municipios considerados de muy alta y alta marginación, 80.6% es población rural. De los 2.8 millones de personas ocupadas en los municipios totalmente rurales, los que no reciben ingresos o hasta un salario mínimo representan 55.6% y en la Población Económicamente Activa (PEA) del sector primario, 74.3%. Además, la proporción de la población que no recibe ingresos o recibe hasta un salario mínimo, tanto para la PEA total como para la PEA primaria, aumenta en la medida en que los municipios son cada vez más rurales (COPLADE, 2011).

Campos (2013) menciona que la Secretaría de Desarrollo Rural capacitó a 80 jefas de familia con la impartición de un curso-taller para la elaboración de composta en la comunidad de los Asmoles, municipio de Colima, trabajo similar al realizado en esta investigación. Los objetivos que se plantearon fueron aprovechar los recursos naturales que existen en la comunidad para la elaboración de composta y que les será de utilidad para sus huertos de traspatio; así como, para comercializar este abono orgánico en los alrededores.

4.2. Composteo

En las figuras 8, 9, 10 y 11 se puede observar la elaboración de composta en las cuatro comunidades en estudio.

En la comunidad de Xotal 2da. Sección, se utilizaron las hojas de cocohite, hojas aguacate (*Persea americana*), guácimo *Guazuma ulmifolia*), hoja y fruto de naranja (*Citrus sinensis*), maleza seca, estiércol fresco bovino, hojas de jobo (*Spondias mombin*), rastrojo de maíz, ramas secas, tierra negra, agua y bolsas negras de plástico para basura.

Los resultados mostraron en la comunidad de Xotal 2da. Sección, que el proceso final de composteo se obtuvo a los cuatro meses de su inicio. Mediante la

observación visual, la composta mostro características como: color negro intenso, olor a tierra húmeda, de consistencia granulada y porosa al tacto (Figura 8).

Los resultados de este estudio concuerdan con SEMARNAP (2001) donde mencionan que las compostas deben tener un color negro oscuro, como una tierra fresca, porosa, ligera y sin olor.

En la comunidad de Los Rieles de San José se emplearon hojas secas de aguacate (*Persea americana*), nance (*Byrsonima crassifolia*), almendra (*Terminalia catappa L*), pimienta (*Pimienta dioica*), mango (*Mangifera indica L*), estiércol fresco ovino, tierra negra, bagazo de caña de azúcar, agua y bolsas negras de plástico para basura.

En la comunidad de Los Rieles de San José el proceso de composteo se obtuvo a los tres y medio meses, la composta final presento las siguientes características que se observaron de manera visual: color negro, olor a tierra húmeda, mayor humedad al tacto, de consistencia más pegajosa y granulada (Figura 9). Resultados que son similares a los obtenidos por SEMARNAT (2001).

En Álvaro Obregón los materiales fueron ramas y hojas secas de mango (*Mangifera indica L*), *Leucaena*, jobo (*Spondias mombin*), cascara de huevo, pasto estrella verde, estiércol fresco ovino, tierra negra, agua y bolsas de plástico negras para basura.

En la comunidad de Álvaro Obregón el proceso de composteo se obtuvo a los tres meses, la composta final presento las siguientes características: color café claro, seco, sin olor, de consistencia dura y durante este periodo de tiempo no se degradaron por completo los componentes aplicados (Figura 10). Los resultados de este trabajo coinciden con Soliva y Molina (1996) quienes mencionan que la calidad de la composta es difícil de definir y que dependerá de los materiales empleados para que la composta llegue a maduración (Rodríguez y Córdova, 2006).

En Ignacio Allende se seleccionaron hojas verdes y secas de mango (*Mangifera indica L*), estiércol fresco ovino, ramas secas y hojas de guayaba (*Psidium*

guajava.), tierra negra, agua y bolsas negras de plástico para basura. Se puede ver la participación de hombres y mujeres desde la acumulación de los materiales de desecho empleados que variaron con respecto a la comunidad, hasta la obtención de la composta final.

Para la comunidad de Ignacio Allende el proceso del compostaje se obtuvo a los dos meses y medio, en donde la composta final obtuvo las siguientes características: La composta no llegó a maduración los componentes utilizados no se degradaron por completo (Figura 11).

Esto pudo ser debido a que, muchas sustancias encontradas en compostas inmaduras pueden producir una reducción en el rango de crecimiento de las plantas, el cual depende de la fuente del material empleado y del proceso de compostaje (Wu y Ma 2001; Wolkowski 2003).

Los resultados obtenidos en esta comunidad difieren a los mencionados por Rodríguez y Córdova (2006) quienes mencionan que la composta debe tener ciertas características como tierra húmeda negra, porosa, sin olor. Mientras, que aquí la composta no llegó a maduración.

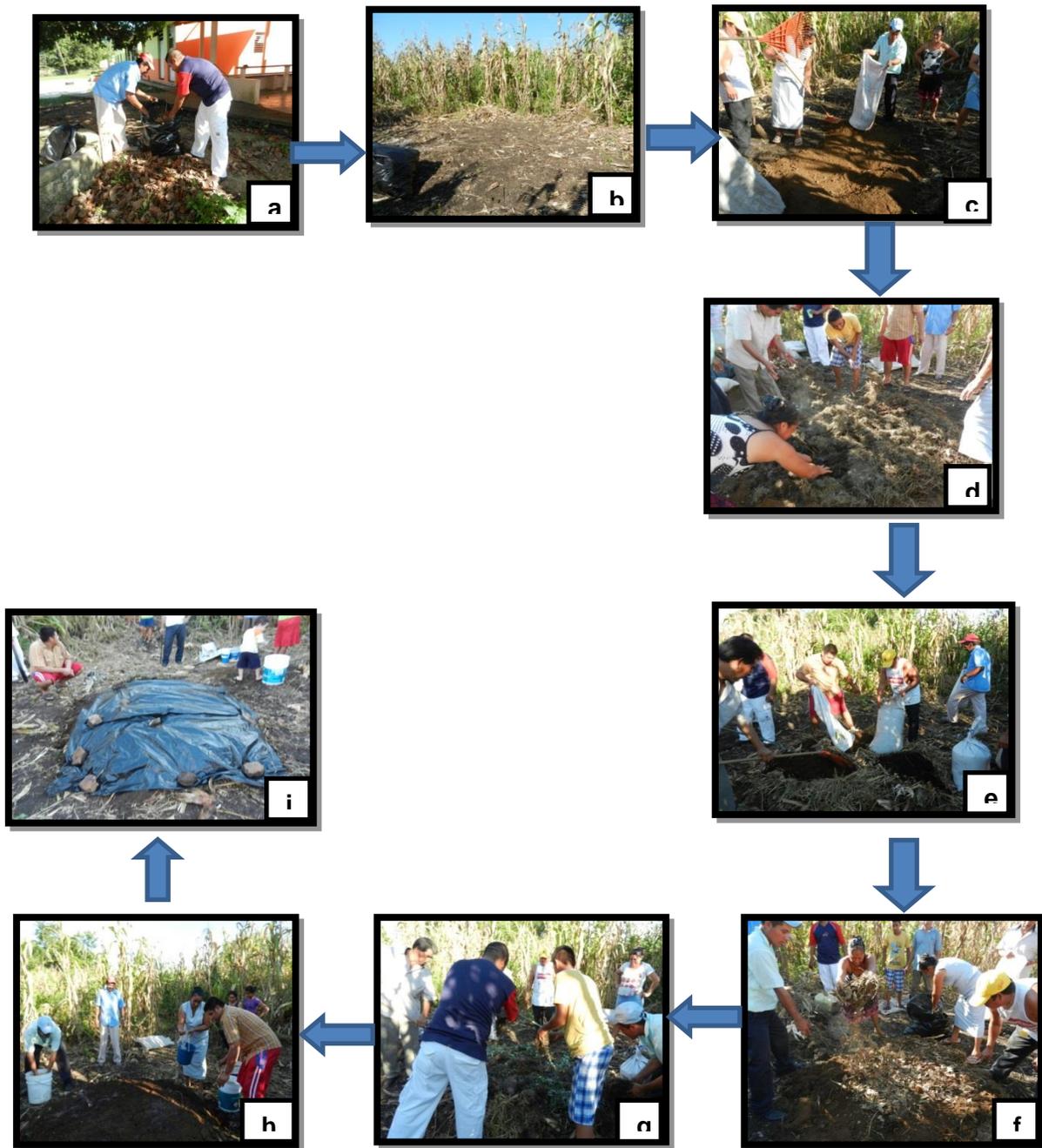


Figura 8. Elaboración de Composta en la comunidad de Xotal 2da. Sec. a) recolección de materiales orgánicos, b) limpieza del lugar, c) colocación tierra negra, d) colocación de zacate seco, e) aplicación de estiércol fresco de ganado bovino, f) capa de hojarasca, g) revoltura de los componentes empleados, h) aplicación de agua corriente, i) cubierta con bolsa de plástico negra para basura.



Figura 9. Elaboración de composta en la comunidad de Los Rieles de San José. a) Colocación de tierra negra, b) capa de hojas jóvenes y ramas, c) picado del material verde de hojas jóvenes y ramas, d) ramas amontonadas, e) aplicación de estiércol fresco de bovino, f), g), h), i) revoltura de los compuestos empleados y colocados, j) aplicación de agua corriente y k) composta final.



Figura 10. Elaboración de composta en la comunidad de Álvaro Obregón. a) Explicación del capacitador, b) selección del lugar, c) material a utilizar, d) colocación del material vegetal seco, e) aplicación de cal, f) aplicación de tierra negra, g) aplicación de estiércol bovino fresco, h) picado del material vegetal y ramas con el machete, i) y j) cubierta del material con bolsas de plástico negras para el incremento de la temperatura.

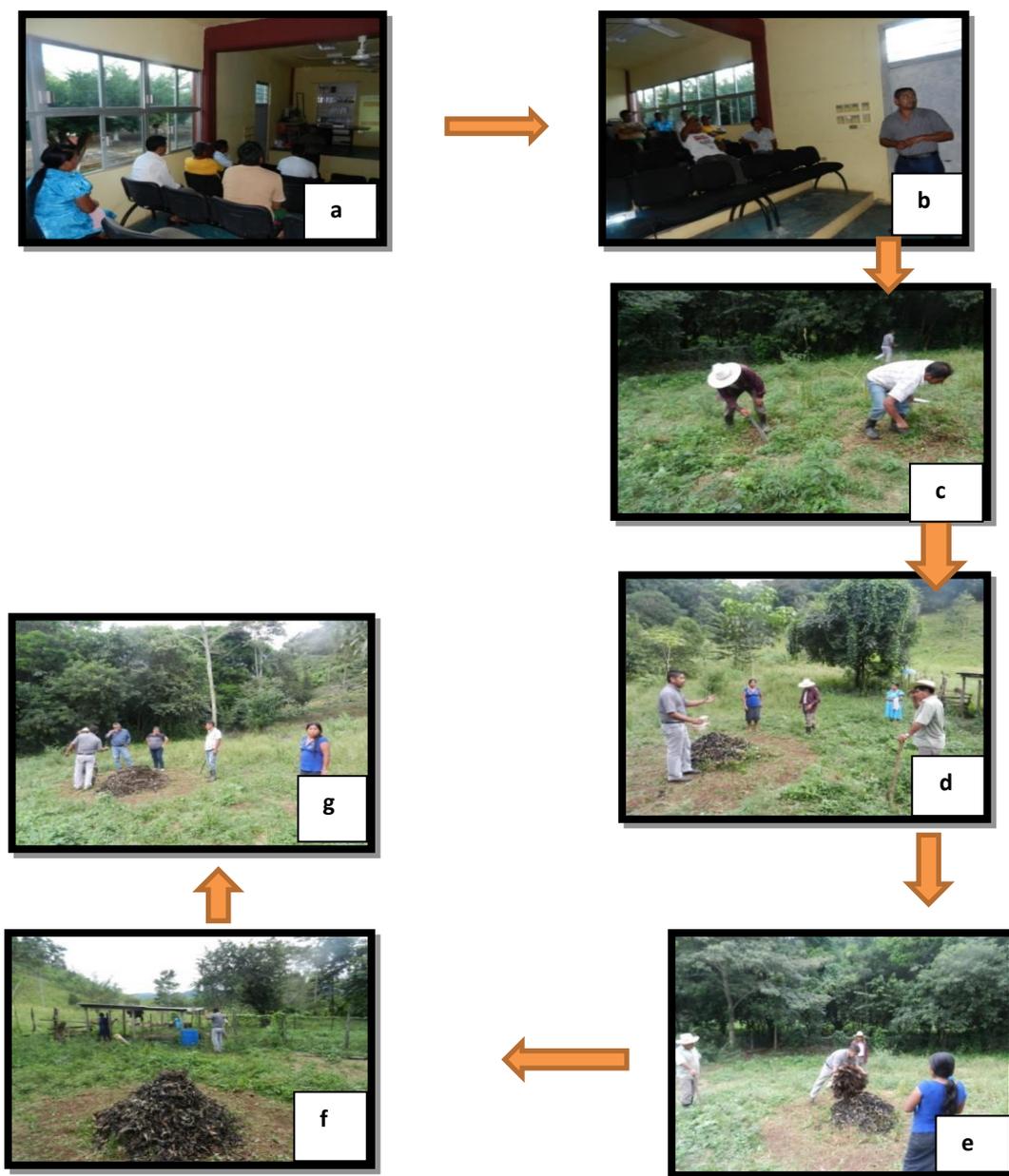


Figura 11. Elaboración de composta en la comunidad de Ignacio Allende. a) instrucciones de los capacitadores, b) colocación de material verde pasto y malezas nativas del lugar, c) y d) colocación de material seco, e) y f) amontonamiento del material en el sitio seleccionado.

4.3 Biofertilizante

En la figura 13 se puede observar la elaboración del biofertilizantes en la comunidad de Xotal 2da sección. Además, se puede ver que en esta actividad la mayor presencia fue la de hombres.

Los resultados obtenidos en esta investigación para el biofertilizantes fueron que después de 60 días de fermentación se obtuvo un líquido de color verde claro sin olor y en la parte inferior los sedimentos de color verde oscuro. Resultados similares en cuanto al olor (inoloro) y sedimentos a los encontrados por Restrepo (2013) quién refiere que existen varios aspectos o parámetros para verificar la calidad de los biofertilizantes fermentados a base de estiércol fresco bovino: El olor, no debe existir malos olores (a putrefacción). La tendencia es que cuando más dejamos fermentar y añejar el biofertilizante, este será de mejor calidad y desprenderá un olor agradable de fermentación alcohólica y se conservará por más tiempo. El color, el biofertilizante puede presentar una formación de una nata blanca en la superficie, pues cuando más añejo sea el biofertilizantes más blanca será la nata, el contenido líquido será de un color ámbar brillante y traslúcido y en el fondo se debe encontrar algún sedimento.

Resultados que concuerdan con Esprella y Lira (2012), quienes emplearon residuos orgánicos vegetales y animales, similares a los utilizados en esta investigación.



Figura 12. Elaboración de Biofertilizantes, en Xotal 2da. Sección. a) instrucciones del capacitador, b) estiércol de ganado ovino, c) hojas de neem, d) hojas de *Leucaena*, e) picado de los materiales a utilizar, f) colocación del estiércol al tambo, g) aplica agua al estiércol, h) mezcla de los ingredientes, i) colocación de la tapa del contenedor, j) después de la tapa se cubrió con bolsas negras de basura.

4.4 Bioinsecticida

En la figura 14 se puede apreciar la elaboración del bioinsecticida en la comunidad de Los Rieles de San José. La mayoría de los participantes para esta actividad fueron mujeres, quiénes elaboraron el producto hasta su envasado.

A los bioinsecticidas obtenidos en esta investigación no se les evaluaron las concentraciones de los ingredientes activos. Se realizó una visita previa a los huertos de los productores donde se observó la presencia de plagas como hormigas rojas y pulgones. El bioinsecticida obtenido con todos los ingredientes utilizados se aplicó de forma manual con un atomizador a las plantas del cultivo de cilantro, cinco días después de aplicado el producto ya no estaban presentes los insectos. Esto pudo ser debido, a que los extractos de las plantas repelan a los insectos, debido a que son una mezcla de metabolitos secundarios y no crean resistencia (Valladares *et al.*, 2003).

Los resultados de esta investigación coinciden con Aguirre-Medina *et al.* (2009), donde menciona que el ajo es uno de los mejores pesticidas ya que no solo ataca a una plaga si no que tiene un amplio margen de acción, debido a sus principios activos, los cuales actúan en el organismo del animal paralizando sus funciones vitales. Ingrediente que fue utilizado en esta investigación.

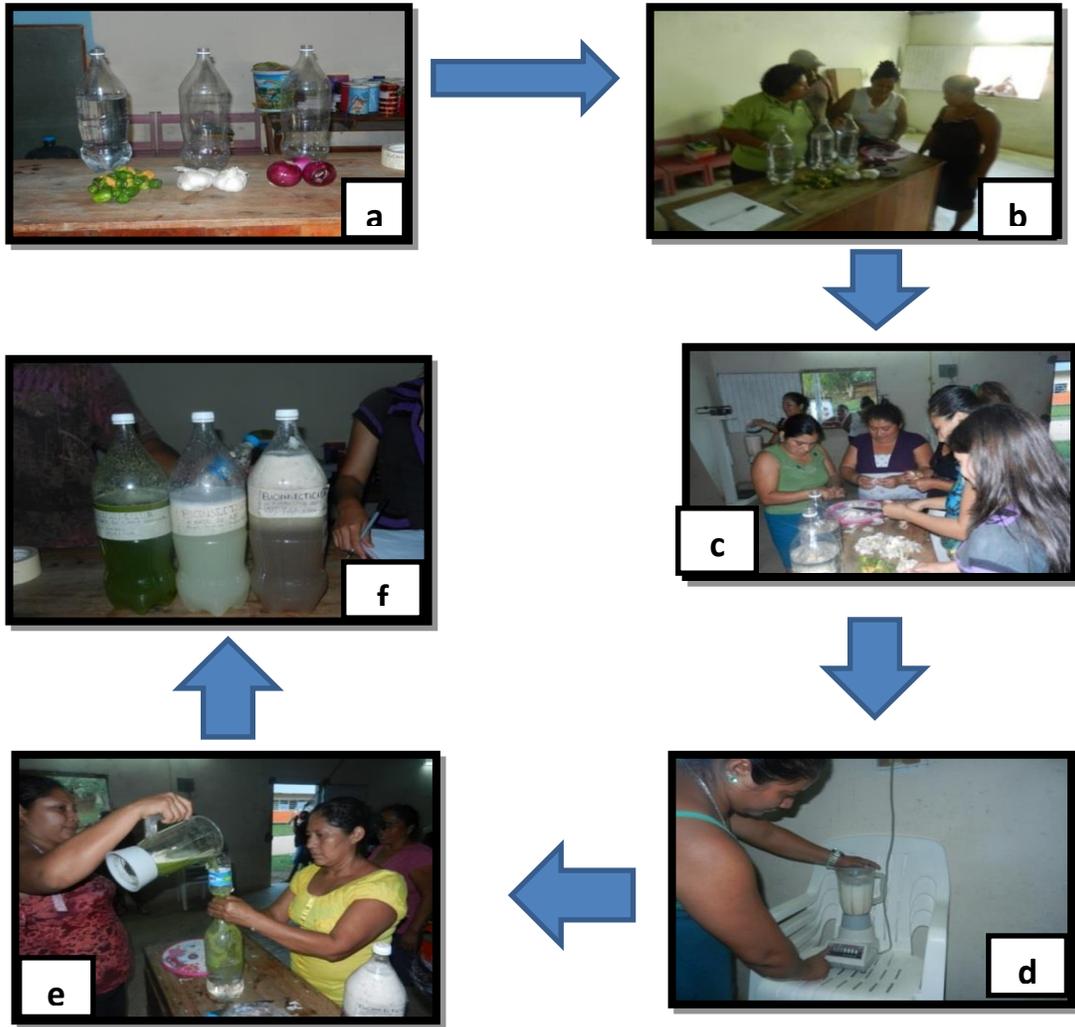


Figura 13. Elaboración de Bioinsecticida en los Rieles de San José, a) materiales utilizados en la preparación: chile, cebolla y ajo, b) picado del chile y la cebolla, c) pelado del ajo, d) licuado del chile ajo y cebolla por separado, e) envasado y f) producto terminado con su identificación.

5. CONCLUSIONES

- Se obtuvo como producto final la composta en dos comunidades Xotal 2da sección y Los Rieles de San José.
- Se elaboró un biofertilizante a los 60 días con productos naturales de la región en la comunidad de Xotal 2da sección.
- Se fabricó un bioinsecticida a los cuatro días con productos vegetales que se aplicó en las plagas que se encontraron en los huertos de los productores.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, M. y Puchades, R. 2002. Compostaje de residuos orgánicos generados en la Hoya de Buñol (Valencia) con fines hortícola. Ed. Asociación para la Promoción Socioeconómica Interior Hoya de Buñol, Valencia, España. 6 pp.
- Abawi, G.S. y Thurston H.O. 1994. Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de coberturas sobre los patógenos del suelo y las enfermedades radicales. CATIE-CIIFAD. 97-108 p.
- Acuña, O. 2003. El uso de biofertilizantes en la agricultura, En: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) Taller de abonos orgánicos. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. 67-75 p.
- Aggarwal, N. and Brar, D. 2006. Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. Journal of Pest Science, 79:201-207. doi: 10.1007/s10340-006-0134-9
- Aguado-Santacruz, G.A. 2012. Uso de microorganismos como biofertilizantes. In: Aguado-Santacruz G.A. (ed.). Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura. INIFAP/SAGARPA, México. 35-78 pp.
- Aguirre, y Delgao V. 2010. Pesticidas Naturales y Sintéticos. Revista Ciencia, Vol. 1(13):43-53.
- Alarcón, A. y Ferrera-Cerrato R. 2000. Biofertilizantes: Importancia y Utilización en la Agricultura. Agricultura Técnica en México, 2(26):191-203.
- Albert L. (2005). Panorama de los plaguicidas en México. Rev. Toxicol. En Línea (retel) No. 8, octubre 2005. Disponible en: <http://www.sertox.com.ar/retel/n08/01.pdf> Consultada el 12/07/2014.

- Alexander, M. 1977. Introduction to soil microbiology. Second edition. John Wiley and Sons. U.S.A. 423-437 pp.
- Altamirano-Flores, M., y C. Cabrera-Carranza. 2006. Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual. (Fac. de Ing. Geol. Minera Metalúrgica y Geográfica). Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG 17(9):75-84.
- Álvarez de la Puente. 2003. Manual de compostaje para la agricultura ecológica. Consejo de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. España. 47 p.
- Armenta-Bojórquez, A. D., Ferrera-Cerrato, R., Trinidad, S. A., y Volke, H.V. 1986. Fertilización e Inoculación con *Rhizobium* y Endomicorrizas (V-A) en garbanzo blanco (*Cicer arietinum* L.) en suelos del Noroeste de México. Agrociencia. (65):141-160.
- Armenta-Bojórquez, A. D. 1990. Fijación simbiótica de nitrógeno *Rhizobium*-leguminosa. Inter. CGIP-UAS. 1(1):6-10.
- Armenta- Bojórquez A. D., García G. C., Camacho B. R. J., Apodaca S.M.A., Montoya L. G. y Nava P. E. 2010. Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México. Universidad Autónoma Indígena de México. Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. Revista Ra Ximhai. 1(6):51-56.
- Balandreau, J. and Knowles. L. 1978. The rizosphere. In: Interactions between non-pathogenic soil microorganisms and plants. Y. R. Dommergues and S. V. Krupa (eds) Elsevier. The Netherlands. p. 243-268.
- Barea, J. M. and Azcón-Aguilar. C. 1983. Mycorrhiza and their significance on nodulating nitrogen fixing plants. Advances in Agronomy, 36:1-54.
- Barraza, L. y Walford, R.A. 2002. Educación ambiental: una comparación entre los escolares ingleses y mexicanos. Investigación de la Educación Ambiental, 8(2):171-186.

- Bashan Y., and Holguin, G. 1998. Proposal for the division of plant growth-promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB. *Soil Biol. Biochem.* 30:1225-1228.
- Bellapart, C. 1996. *Nueva Agricultura Biológica en equilibrio con la Agricultura Química*. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España. 228 pp.
- Bollo, E. 1999. *Lombricultura, una alternativa de reciclaje*, Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España, 150 pp.
- Bowen, G. D. and A. D. Rovira. 1999. The Rhizosphere and its management to improve plant growth. *Advances in Agronomy*, 66:1-102.
- Boyetchko, S., Pedersen, E., Punja, Z., Reddy, M. 1998. Formulations of Biopesticides. Hall F.R. and Barry J.W. (Eds). In: *Methods in Biotechnology*. 1(5):487-508. Humana Press, Totowa, NJ.
- Campos, M. B. E. 2013. *Elaboración de composta a mujeres de los Asmoles*. Secretaría de Desarrollo Rural (SEDER). Colima, Colima. p. 1. Disponible en: [http://. Seder.col.gob.mx](http://.Seder.col.gob.mx). Consultada el día 10 de diciembre de 2014.
- Celis, A.; Mendoza, C.; Pachón, M.; Cardona, J.; Delgado, W. y Cuca, L. 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperácea. Una Revisión. *Agronomía Colombiana*, 26:97-106.
- Clemente, S.; Mareggiani, G.; Broussalis, A.; Martino, V. and Ferraro, G. 2003. Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 29:1-8.
- Climent, M.D.; Abad M. y Aragón P., 1996. *El compost de residuos sólidos urbanos (RSU). Sus características y aprovechamiento en agricultura*. Ediciones y Promociones LAV (Eds.). Diputación de Valencia y Universidad Politécnica de Valencia. 57 pp.
- COPLADE. 2011. *Energía, desarrollo humano y sustentable con visión de género*. Disponible en: <http://www.coplade.oaxaca.gob.mx/recursos/relatorias/tema->

Mejoramiento,vivienda,servicios/1-energ3ada-desarrollo-humano-y-sustentable.pdf. Consultada el día 05 de enero de 2015.

Crespo, G. M. R. 2001. El Oro Café de la Agricultura. Compost. Teoría y Práctica del Reciclado de Residuos Orgánicos. Universidad de Guadalajara CUCBA. Guadalajara, Jalisco. 8 -10 pp.

De la Cruz, L., Estrada M. Robledo V. Osorio R. Márquez C. y Sánchez R.. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. Universidad y Ciencia, 25:59-67.

De Luna, V. A. y Vázquez, A. E. 2009 Elaboración de Abonos Orgánicos. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. 4-12 pp.

Dervytere, A. 1997 Pueblos Indígenas y Desarrollo Sostenible, Foro de las Américas, Washington, DC. 23 pp.

Espinel, C., Torres, L., González, V., Cotes, A. M. 2006. Selección de hongos entomopatogenos para el control de *Bemisia tabaci*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. Serie: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica), 79-80:87-93.

Esprella, M. M y Lira M. 2012. Producción de biofertilizante a partir de residuos orgánicos mediante la implementación de un sistema biodigestor para la aplicación. Sobre cultivos en parcela. República Bolivariana de Venezuela Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria. Instituto Universitario de Tecnología Dr. Delfín Mendoza. Programa Nacional de Formación en Agroalimentación. Tucupita – Estado Delta Amacuro, Venezuela. 40 pp.

FAO. 2002. Los Fertilizantes y su Uso. Cuarta Edición, Roma Italia. 87 pp.

FAO. 1991. Manejo del suelo producción y uso del compostaje en ambientes tropicales y subtropicales. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Boletín 56:180.

- Félix, J. 2008. Importancia de los Abonos Orgánicos, Universidad Autónoma Indígena de México. El Fuerte, Sinaloa. Revista Ra Ximhai, 4:57-67.
- FIDA. 2001. Informe sobre la pobreza rural. El Desafío consistente en acabar con la pobreza rural. FIDA Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola: Roma, Italia. 269 pp.
- Fortis, H. 2009. Aplicación de Abonos Orgánicos en la Producción de Maíz Forrajero con Riego por Goteo. Terra Latinoamericana, 4(24):329-336.
- Fuentes, C. R. 2006. Agrosistemas sostenibles y ecológicos La reconversión agropecuaria. Universidad de Santiago de Compostela, España. 250 pp.
- Gago-Huguet. A. 1977. Modelos de sistematización del proceso de enseñanza aprendizaje. Editorial Trillas. 80 pp.
- García G., y González M. 2010, Uso de Bioinsecticidas para el Control de Plagas de Hortalizas en Comunidades Rurales. Universidad Autónoma Indígena de México. Revista Ra Ximhai, 17-22 pp.
- Gioanetto, F. 2005. Curso Teórico Práctico sobre la elaboración de composta, San Lorenzo Tlacoyucan Milpa Alta. 6 pp.
- Gómez-Sobrinó E, Correa-Guimaraes A, Hernández-Navarro S, Navas-Gracia LM, Martín-Gil J, Sánchez-Báscones M, González-Hurtado JL, Ramos-Sánchez MC. 2006. "Biodegradación de asfaltenos del Prestige mediante la aplicación de las técnicas de compostaje-vermicompostaje". Revista Residuos, Universidad Complutense Madrid, 16(92):56-63.
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos, Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao España. 206 pp.
- Gros, A., y Domínguez, V.A., 1992. Abonos. Guía práctica de fertilización. 8ª edición. Ediciones Mundi-prensa. Bilbao, España. 52-53 p.
- Haug, R.T. 1993. The Practical Handbook of Compost Engineering. Editor CRC Press. USA. 752 pp.

- Herrán-Felix, J.A., R.R. Sañudo-Torres, G.E. Rojo-Martínez, R. Martínez-Ruiz, V. Olalde-Portugal. 2008. Importancia de los Abonos Orgánicos. Revista RaXimhai, 4(1):57-67.
- Iannacone, J. and Lamas, G. 2003. Efectos toxicológicos de molle (*Schinus molle*) y lantana (*Lantana camara*) sobre *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Trichogramma pinto* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) en el Perú. Agricultura Técnica, 63:347-360.
- Jermy, T. 1990. Prospects of antifeedant approach to pest control. A critical review. Journal of Chemical Ecology, 16:3151-3166. doi:10.1007/BF00979617
- INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2010. México, D. F. 190 pp.
- INIFAP. 1990. Guía para la asistencia técnica agrícola Valle del Fuerte. Soya para grano. Los Mochis, Sinaloa. 160-172 pp.
- IPADE. 2008. Insecticidas y abonos orgánicos. Programa para el Desarrollo Rural Sostenible (ProDeSoc-IPADE) en el municipio El Castillo, Nicaragua. 32 pp.
- Kloepper, J. W., Schroth, M. N., and Miller, T. D. 1980. Effects of Rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. Phytopathology. 70:1078-1082.
- López, D.M. T. y Estrada O. J. 2005. Los Bioinsecticidas de Nim en el control de plagas de insectos en cultivos económicos. La Habana (Cuba) Rev. FCA UNCuyo. Tomo XXXVII. 2:41-49.
- Lucy, M., Reed, E., and Glick, B. R. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Antonie Van Leeuwenhoek. 86:1-25.
- Matheus, J.E. 2004. Evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera (biofertilizante) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Bioagro. 16(3):219-224.

- Nieto, G. A., Murillo A.B., Troyo D.E., Larrinaga M.J., y J.L. García H. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. *Interciencia*, 27(8):417-421.
- Ochoa-Martínez, E., Figueroa, U. Cano, P., Preciado, P., Moreno, A., Rodríguez, D. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 15:245-250.
- Rangel-García, M. de L. y Reyes S. E. 2011. Diseño un bioinsecticida utilizando el agente activo capsaicina de diferentes especies del género *Capsicum* (chile). XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. 19-24-Junio. Modalidad cartel. Area II. Biotecnología Agrícola y Vegetal. Querétaro, Querétaro.
- Raviv, M. 1998. Horticultural uses of composted material. *Acta Hortic.* 469:225-234.
- Restrepo, R. J. 2013. Manual práctico: El ABC de la Agricultura Orgánica, fosfitos y panes de piedra., Impresión Feriva S.A. Santiago de Cali, Colombia. 396 pp.
- Paredes, M. J. 2007. Preparación de Abonos Orgánicos a partir de Estiércol. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Centro, Campo Experimental Bajío Celaya, Guanajuato, México. Folleto. 6 pp.
- Rodríguez, M y Córdova, A. 2006. Manual de compostaje municipal” tratamiento de residuos sólidos urbanos. Capítulo 2. Manual de composta doméstica. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Primera Edición. México, D.F. 102 pp.

- Rodríguez-Dimas, N.; Cano-Ríos, P.; Favela-Chávez, E.; Figueroa-Viramontes, U.; Laúl-Alvarez, V.; Palomo-Gil, A.; Márquez-Hernández, C. y Moreno-Reséndez, A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 13(2):185-192.
- Rodríguez, D.N., Cano R.P., Figueroa V.U., Favela C.E., Moreno R.A., Márquez H.C., Ochoa M.E., y Preciado R. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 27: 319-327.
- Sánchez, P.E. 2003. La lucha de los pueblos indígenas en Tabasco. Un recorrido en tres actos por el reconocimiento de los Derechos y Cultura Indígenas. Asociación Ecológica Santo Tomás, A. C. Villahermosa, Tabasco. 42 pp.
- SEMARNAT. 2001. Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D, F. 200 pp.
- Schippers, B., Bakker, A. W., and Bakker A. H. M. 1987. Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices. *Ann. Rev. Phytopathology*, 25:339-344.
- Soliva, M. y Molina N. 1996. ¿Qué significado tiene el término compost?. *Riegos y Drenajes*, XXI 87:29-33.
- Soliva, M y López M. 2004. Calidad del compost: Influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso. Formación de técnicos para el tratamiento y gestión de lodos de depuradora. Valsaín CENEAM/MIMAM. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona. UPC. 20 pp.
- Soliva, M.; López, M.; Huerta, O. 2008. Antecedentes y fundamentos del proceso de compostaje En el libro *Compostaje*. J. Moreno y R. Moral ed. Mundi Prensa. pp 75-92
- Soto, G. 2003. Abonos orgánicos: el proceso de compostaje. En: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) *Taller de abonos orgánicos*. Centro de

Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. 30-57 pp.

Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica. Alternativa ecológica para el futuro. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Quito, Ecuador. Editorial Abyayala. 664 pp.

Valverde F., C. Torres, J. Rivadeneira, R. Parra, Y. Cartagena, y S. Alvarado. 2010. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la productividad de papa (*Solanum tuberosum*.) variedad INIAP-fripapa, en Cotopaxi y Tungurahua. Memorias del XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, Santo Domingo, Ecuador. 4 pp.

Valladares, G.; Garbin, L.; Defago, M.; Carpinella, C. y Palacios, S. 2003. Actividad antialimentaria e insecticida de un extracto de hojas senescentes de *Melia azedarach* (Meliaceae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 62:53-61.

Widman-Aguayo, F.; Herrera-Rodríguez, F. y Cabañas-Vargas, D. 2005. El uso de composta proveniente de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán. Estudios preliminares. Ingeniería, 9(3):31-38.

Wolkowski, R.P. 2003. Nitrogen management considerations for landspreading municipal solid waste compost. Journal Environmental Quality, 32:1844-1850.

Wu, L. y Ma L.Q. 2001. Effects of sample storage on biosolids compost stability and maturity evaluation. Journal Environmental Quality, 30:222-228.

Zavala, I. y García, M. 2008. Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. Revista SCIELO, 32(63):208-214.

ANEXOS

ANEXO 1

FICHA DE CAMPO 01

XOTAL 2DA. SECCIÓN

DESCRIPCIÓN: El día 15 de Octubre se visitó la comunidad del Xotal a las 11:00 am. Para revisar el proceso de la composta, se pudo observar que la composta todavía le hacía falta un poco más de degradación se encontró la materia orgánica entera y muy seca, le hacía falta humedecerla.

SOLUCIÓN: Lo que se hizo para ayudar a la degradación fue revolver varias veces la composta, y con un machete tratar de picar las partes más enteras de la materia orgánica, se le agregaron 3 cubetas de agua para humedecerla muy bien, y se tapó nuevamente con el plástico negro para así guardar el calor y acelerar el proceso de degradación.





**Universidad
Politécnica
Mesoamericana**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA MESOAMERICANA
EDUCAR PARA PRODUCIR





FICHA DE CAMPO

FICHA DE CAMPO No.	23	
PSP:	Elizabeth Morales Aguirre	
NOMBRE DEL CAPACITADOR:	Biol. Santa Isabel Corzo Romero Ing. Juan Emilio Caraboa Cristóbal	
LUGAR:	Alvaro Obregon	FECHA: 9/12/2013
INSTITUCION:	UPM	
HORA DE INICIO:	4:00	HORA DE FINALIZACION: 6:00
NOMBRE DE LA CAPACITACION:	Asistencia Técnica	
DESCRIPCION:	<p>Se visito la comunidad, donde se observó que la composta estaba sin degradarse y estaba seca.</p> <p>Solución: Lo que se hizo fue picar nuevamente la materia orgánica, revolverla muy bien y anexarle agua suficiente para que acelere el proceso de descomposición.</p>	



PSP



TENOSIQUE
COMUNIDAD EN ACCIÓN

Carretera Tenosique - El Ceibo km. 43.5 S/N
Tenosique Tabasco, México
Tels: (934)34-246-71
Apartado postal: 120
C.P. 86903