



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

---

Instituto de Ciencias  
Centro de Agroecología

Maestría en Manejo Sostenible de Agroecosistemas

**Manejo y caracterización de residuos orgánicos  
de traspatio y su aplicación en cultivo de ciclo  
corto en Zautla, Puebla**

TESIS

Que para obtener el grado de  
Maestro en Manejo Sostenible de Agroecosistemas

Presenta

ALBERTO RUIZ SAGASETA DE ILURDOZ

Director de la Tesis

DR. JOSÉ CINCO PATRÓN IBARRA

Puebla, Pue.

Junio de 2016

## **AGRADECIMIENTO INSTITUCIONAL**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) de México por su apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios durante la maestría.

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla que me dio las facilidades para realizar los estudios de posgrado.

Al Centro de Estudios para el Desarrollo Rural (CESDER) en el municipio de Zautla en la Sierra Norte de Puebla, por las facilidades prestadas para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Autónoma Chapingo específicamente al Departamento de Suelos y a su laboratorio de Nutrición Vegetal a cargo del Dr. Joel Pineda que tan gentilmente permitió realizar las pruebas de laboratorio para los abonos orgánicos.

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

A los miembros de mi consejo de tesis Dr. José Cinco Patrón Ibarra, Dr. Joel Pineda Pineda, Dr. Dionicio Juárez Ramón y Dr. Jesús Francisco López Olguín, por sus valiosos comentarios para la mejora del presente trabajo de investigación.

Al equipo de la licenciatura en planeación para el desarrollo rural del CESDER, que facilitaron que pudiera realizar este trabajo.

Al Doctor Agustín Aragón coordinador del postgrado por su paciencia.

A Miguel Ángel Damián Huato, por sus aportaciones al trabajo.

A las comunidades del municipio de Zautla, que me acogieron y permitieron realizara esta investigación con ellos.

## **DEDICATORIAS**

A mis padres Blanca y José Manuel por dejarme volar libre.

A mis hermanas Blanca y Marta por ser ellas.

A mis compas del CESDER, Nachita, Mario, Soco, Ale; Nico, Marco, Marisa y muchas más por construir desde abajo y a la izquierda.

A Rafael Sevilla y Voces de la tierra por ser la voz de los condenados, y soñar juntos por otro México y otro mundo.

A Ana, Eli y Lucio por acompañarme.

A Lili porque para mí tu eres México

A los alumnos de la licenciatura en planeación para el desarrollo rural del CESDER, por que el futuro es suyo.

## INDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Revisión de literatura</b> .....	<b>5</b>
1.1.1. Pobreza alimentaria en México.....	5
1.1.2. Acceso a la alimentación.....	5
1.1.3. Programa PESA-FAO.....	6
1.1.4. El papel de la agroecología.....	6
1.1.5. Investigaciones de abonos orgánicos.....	7
1.1.6. Investigaciones de abonos orgánicos sobre los cultivos hortícolas.....	8
<b>1.2. Planteamiento del problema</b> .....	<b>9</b>
<b>1.3. Justificación</b> .....	<b>10</b>
<b>1.4. Objetivos</b> .....	<b>11</b>
1.4.1. General.....	11
1.4.2. Particulares.....	11
<b>1.5. Hipótesis</b> .....	<b>12</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1. Zona de estudio</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2. Determinación de procedimientos y técnicas</b> .....	<b>15</b>
2.2.1. Diseño del instrumento de medición.....	15
2.2.1.1. Diseño de la encuesta.....	16
2.2.1.2. Selección de la población y la muestra.....	17
2.2.1.3. Indicadores de medición para la encuesta.....	18
2.2.2. Producción de compostas y lombricompostas en las comunidades de Zautla, Puebla.....	18
2.2.2.1. Diseño de compostas y lombricompostas.....	19
2.2.2.2. Descripción de los diferentes procesos de obtención de abonos orgánicos:	20
2.2.3. Caracterización física y química de las compostas y lombricomposta obtenidas. ¡Error! Marca	24
2.2.3.1. Determinaciones físicas.....	24
2.2.3.2. Determinaciones químicas.....	24
2.2.4. Diseño experimental.....	25
2.2.4.1. Descripción técnica del cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ).....	25

2.2.4.2. Variedad de lechuga utilizada.....	26
2.2.4.3. Características de la parcela del experimento. ....	27
2.2.4.4. Diseño de tratamientos.....	27
2.2.4.5. Arreglo de los tratamientos en campo .....	28
2.2.4.6. Trasplante de las lechugas.....	30
2.2.4.7. Manejo agronómico de las parcelas de experimentación.....	31
2.2.4.8. Parámetros de medición.....	31
2.2.4.9. Análisis estadístico .....	32
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Caracterización de agroecosistemas productivos y su manejo en el municipio de Zautla.....</b>	<b>33</b>
3.1.1. La milpa.....	33
3.1.2. El traspatio .....	39
<b>3.2. Caracterización física y química de las compostas y lombricomposta obtenidas .....</b>	<b>48</b>
3.2.1. Propiedades de los materiales para su uso como sustrato para semillero hortícola.....	48
3.2.1.1. Parámetros físicos.....	48
3.2.1.2. Parámetros químicos.....	49
<b>3.3. Uso como abono orgánico .....</b>	<b>55</b>
<b>3.4. Comparación con los requerimientos mínimos para comercialización .....</b>	<b>59</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>5. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>
<b>Anexo 1. Encuesta .....</b>	<b>70</b>
<b>Anexo 2 Determinaciones de laboratorio.....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

<b>Figura 2.1.</b> Mapa del municipio de Zautla, Pue., donde se realizaron las encuestas para determinar los materiales usados en la elaboración de abonos orgánicos.....	13
<b>Figura 2.2.</b> Foto panorámica del rancho Capolhitic, donde se realizó el experimento con lechuga.....	14
<b>Figura 2.3.</b> Zonificación del municipio de Zautla.....	16
<b>Figura 2.4.</b> Disposición de la técnica de composta en pila. ....	20
<b>Figura 2.5.</b> Disposición de la técnica para la obtención de composta de estiércol de cerdo.	21
<b>Figura 2.6.</b> disposición de las camas de blocks para la técnica de lombricomposta de restos domésticos. ....	22
<b>Figura 2.7.</b> Lombrices composteras ( <i>Eisenia foetida</i> ) en sustrato de estiércol. ....	22
<b>Figura 2.8.</b> Preparación de abono bokashi en el rancho Capolhitic zautla Puebla.....	23
<b>Figura 2.9.</b> Parcela de Experimentación en el rancho Capolhitic, Zautla Pue.....	27
<b>Figura 2.10.</b> Diseño experimental en bloques al azar del experimento de campo con lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ). ....	29
<b>Figura 2.11.</b> Camas utilizadas para el diseño experimental en bloques al azar del experimento de campo con lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ).....	30
<b>Figura 2.12.</b> Distribución de las plántulas de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) al momento de sembrarlas en campo. ....	30
<b>Figura 2.13.</b> Número de plantas de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) encerradas en el recuadro que fueron consideradas como parcela útil en el experimento.....	31
<b>Figura 3.1.</b> Diversidad de frutales en traspatios en las regiones de Zautla, Pue.....	41
<b>Figura 3.2.</b> Diversidad de hortalizas en traspatios en las regiones de Zautla, Pue.....	43
<b>Figura 3.3.</b> Diversidad de animales en traspatios en las regiones de Zautla, Pue.....	45
<b>Figura 3.4.</b> Resultados del experimento de campo en cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> )..	56
<b>Figura 3.5.</b> Relación entre nitrógeno disponible en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica y pesos seco de la parte aérea de las lechugas en el experimento.....	56
<b>Figura 3.6.</b> Experimento realizando en Zautla, Pue.....	57



## ÍNDICE CUADROS

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 2.1.</b> Número de entrevistas a productores de las diferentes regiones del municipio de Zautla, Pue. ....	17
<b>Cuadro 2.2.</b> Técnicas de materiales empleados, manejo y control en la producción de compostas y lombricompostas elaboradas en el presente experimento.....	19
<b>Cuadro 2.3.</b> Determinaciones físicas para la caracterización del sustrato.....	24
<b>Cuadro 2.4.</b> Determinaciones químicas para la caracterización del sustrato.....	24
<b>Cuadro 2.5.</b> Dosis de abonos orgánicos utilizados en el experimento.....	28
<b>Cuadro 3.1.</b> Regiones, superficie, tipo de propiedad, manejo y cultivos del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de una encuesta realizada en la presente investigación.....	35
<b>Cuadro 3.2.</b> Fertilización química realizada en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de una encuesta realizada.....	35
<b>Cuadro 3.3.</b> Fertilización orgánica realizada en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de una encuesta realizada.....	37
<b>Cuadro 3.4.</b> Rendimiento de cosechas en el municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de una encuesta realizada.....	38
<b>Cuadro 3.5.</b> Cuadro resumen del ciclo productivo 2014 , para el municipio de Zautla (SIAP 2014). ....	38
<b>Cuadro 3.6.</b> Características del traspatio en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada.....	39
<b>Cuadro 3.7.</b> Cultivo de Maiz en el traspatio en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada.....	40
<b>Cuadro 3.8.</b> Cultivo de frutales en el traspatio en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada.....	40
<b>Cuadro 3.9.</b> Hortalizas de traspatio y unidades de ganado en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada.....	42
<b>Cuadro 3.10.</b> Cabezas de ganado en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada.....	44

<b>Cuadro 3.11.</b> Manejo de residuos orgánicos en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., Obtenidos a partir de encuesta realizada.....	46
<b>Cuadro 3.12.</b> Agrupación de las partículas según sus tamaño (%) en compost y vermicompost procedentes de Zautla, Puebla, México. ....	48
<b>Cuadro 3.13.</b> Propiedades físicas en compost y vermicompost procedentes de Zautla, Puebla, México. ....	49
<b>Cuadro 3.14.</b> Propiedades químicas en compost y vermicompost procedentes de Zautla, Puebla, México. ....	51
<b>Cuadro 3.15.</b> Determinaciones de macronutrientes y oligoelementos en diversos compost y vermicompost procedentes de Zautla, Puebla, México. ....	53
<b>Cuadro 3.16.</b> Conductividad eléctrica en mezclas vermicompost (Vm2) procedentes de Zautla, Puebla, México con aserrín de pino. ....	54
<b>Cuadro 3.17.</b> Respuesta del cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) a la fertilización con abonos orgánicos en Zautla, Puebla.....	55
<b>Cuadro 3.18.</b> Características generales que deben cumplir los tipos de composta (NADF-020-AMBT-2011). ....	59

## RESUMEN

La producción de alimentos es una prioridad para la subsistencia de las comunidades de la sierra norte del estado de Puebla en México, el presente trabajo estudia mediante una encuesta la dinámica del manejo de las áreas productivas en el municipio de Zautla Puebla. Para ello se centra en la utilización de los residuos y su uso como abonos orgánicos.

Se replicaron diversas técnicas de compostaje (dos compostas, dos lombricompostas y un abono fermentado) y se estudiaron sus características físicas y químicas para plantear su uso como sustrato de semillero o en campo. Se valoró que ninguno de los materiales es adecuado para utilizarse en semillero debido a su alta conductividad eléctrica.

Para probar su utilidad en campo se realizó un experimento con los cinco materiales en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), se realizó un diseño factorial de 6 tratamientos con 4 repeticiones en bloques al azar. Se demostró que si hay diferencias significativas en la aplicación de estos abonos y que los mejores resultados se obtuvieron con la lombricomposta de estiércol y el compost de purines de cerdo.

Finalmente se realizó una comparación con los requerimientos mínimos para comercializar estos materiales en México y se puso de manifiesto que los materiales no cumplen con la norma ambiental para su comercialización.

Por todo lo mencionado la gestión adecuada de los residuos orgánicos en el municipio de Zautla ayudara a mejorar la producción hortícola, mejorara los suelos y supondrá un ahorro en fertilizantes químicos para las familias productoras.

## ABSTRACT

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enlaza en las tareas realizadas durante 15 años de capacitación y seguimiento con los campesinos por el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural (CESDER) y Promoción y Desarrollo Rural, A.C (PRODES) en el municipio de Zautla en la Sierra Norte de Puebla, buscando la mejora de calidad de vida de las familias.

PRODES (2006) realizó un plan de acción para el municipio basándose en un diagnóstico realizado en las comunidades., en el que se identificaron las problemáticas sociales, políticas y ambientales del municipio, al culminar el trabajo se realizó un documento al que se llamó Plan Indicativo en el que entre otros temas se mostró la situación de degradación ambiental del municipio y en especial la situación crítica de los suelos tanto por su rápida erosión como por su pérdida de fertilidad En ese mismo sentido Oldeman (1998) menciona que la degradación del suelo explica los procesos inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como de la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana.

De igual forma Carabias (1993), menciona que en México la pobreza constituye un factor esencial en la degradación de los Suelos, sobre todo en el medio rural, a causa de la descapitalización sufrida por el sector durante décadas. La situación es tal que ocho de cada diez familias del campo son pobres y de estas cuatro se encuentran en extrema pobreza.

En México se han realizado dos importantes estudios sobre degradación de suelos: uno sobre la evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1:1 000 000 (SEMARNAT-UACH, 2003) y el otro sobre la evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250 000 (SEMARNAT y Colegio de Postgraduados, 2003). Según estos estudios la superficie con pérdida potencial de suelo por erosión hídrica llegaría al 42% del territorio nacional y en el caso de Puebla al 76.6%, para la erosión eólica potencial, se estimó que el 89% del territorio nacional se encontraba afectado.

La evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre, elaborado por la SEMARNAT y el Colegio de Posgraduados (2003) consideraron cuatro procesos de degradación: la erosión hídrica y eólica y la degradación física y química. Con base en los resultados de este trabajo, 44.9% de los suelos del país muestran algún tipo de

degradación. La degradación química es el proceso dominante (17.8% de la superficie del país), le sigue la erosión hídrica (11.9%), la eólica (9.5%) y la degradación física con 5.7%.

La degradación de los suelos no solo tiene consecuencias ambientales, sino que afecta directamente a la seguridad alimentaria del país y más en específico a los habitantes de las zonas rurales.

Ante esta situación y según concluyen las XVIII Jornadas Técnicas de SEAE (Sociedad Española de Agricultura Ecológica), en el 2011, la agroecología es esencial en el manejo del suelo porque es el único modelo que concibe el suelo como un sistema complejo y con vida, capaz de poner freno a la degradación y mantener sus condiciones en ambientes inestables.

Dentro del manejo agroecológico del suelo y el agua no sólo se plantea la conservación y el aumento de la fertilidad del suelo, sino también busca la mejora de sus condiciones físicas y biológicas (Altieri ,2002).

La utilización adecuada de residuos orgánicos ayudará en este objetivo de recuperar la fertilidad del suelo, además de evitar la necesidad de insumos externos para los cultivos mejorando el balance energético del agroecosistema, facilitando el ahorro en los agricultores y participando en el reciclado de nutrientes.

Labrador (2009), menciona que en los sistemas agrícolas tradicionales la noción de fertilidad comprende no sólo el tipo de manejo dado para obtener cosechas, sino también interviene en la gestión integrada del territorio y de sus recursos mediante actuaciones complejas y con un marcado carácter local, producto de la experiencia transmitida de generación en generación.

La FAO en 1996 publica la declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial planteando acciones que solucionen el problema del acceso a la comida en el mundo, en una de sus acciones plantea: "Fomentar, según proceda, la producción y el uso de cultivos alimentarios culturalmente apropiados, tradicionales e insuficientemente utilizados, con inclusión de cereales, semillas oleaginosas, leguminosas de grano, cultivos de raíces, frutas y hortalizas, promoviendo los huertos familiares".

Es importante aclarar que en este trabajo se utiliza el término huerto familiar y traspatio indistintamente, por lo que se intenta definir y caracterizar estos espacios.

La FAO (1996) plantea una definición para estos espacios: “En muchas comunidades rurales de los países de América Latina y el Caribe se desarrollan huertos y granjas familiares que, tradicionalmente, están localizados junto a la vivienda rural, en una superficie de tierra que varía entre 100 y más de 1000 m<sup>2</sup>. Tienen características diversas en cuanto a tamaño, estructura y función. Se los puede definir como sistemas de producción rural que combinan funciones físicas, económicas y sociales. Las funciones físicas incluyen, entre otras, el almacenamiento, lavado, secado de los productos. Entre las funciones económicas está el cultivo de alimentos, árboles frutales, forraje, condimentos, plantas medicinales y cría de animales menores. Las funciones sociales incluyen reuniones y otras actividades de los miembros de la familia. Los huertos y granjas familiares producen alimentos para el autoconsumo, productos agroforestales, además de ingresos económicos adicionales”.

A parte de esta existen muchas definiciones de los huertos familiares, la variedad de conceptos radica en la complejidad del sistema (Moctezuma 2010). Cada autor enfatiza uno o más de los elementos que conforman el sistema agrícola, según el enfoque que plantean:

“Algunos autores usan definiciones centradas en la localización de los huertos (Allison, 1983; Caballero, 1992; Cuanalo y Guerra, 2008; Toledo *et al.*, 2008) y lo definen como pequeñas áreas de tierra cultivada alrededor de una vivienda e integrado por humanos, plantas y animales. Otras definiciones resaltan el factor de la biodiversidad contenida en los huertos y los caracterizan como un banco genético *in situ* utilizado para producir comida, medicina, forraje, combustible y plantas ornamentales (Lope, 2007). También se les considera poseedores de una gran diversidad genética, con variedades especializadas adaptadas a los factores ambientales locales (Allison, 1983). Además se pueden definir como sistemas especializados con policultivos con un estrato arbóreo dominante (González, 2003).”

Otro autor como Gispert (1993) plantea que el huerto es un reflejo de la Identidad cultural de un grupo humano en relación con la naturaleza y es una unidad económica de autoconsumo; entre otras de sus funciones, Allison (1983) opina que permite a la familia amortiguar el impacto de los periodos de escasez debido a su producción continua de cultivos para consumo o para el comercio. En el mismo sentido, Terrones *et al* (2009) explica que en los huertos familiares o traspatios es común la intensa participación de mujeres, adultos mayores y niños, quienes a la vez se encargan de realizar faenas comunitarias, trabajos agrícolas y el cuidado de los animales, debido sobre todo a que la economía de muchas familias rurales depende de las remesas que los hombres o mujeres envían desde los Estados Unidos de América.

En el presente trabajo, interesa definir el huerto familiar desde un enfoque agroecológico que integra el conocimiento tradicional de los campesinos que manejan en el huerto diversas plantas y animales, así como la relación entre ellos para la sobrevivencia tanto de la especie humana como fauna y flora.

La siguiente definición de huerto familiar cumple con lo que se propone: “Un agroecosistema con raíces tradicionales, en el que habita la unidad familiar y donde los procesos de selección, domesticación, diversificación y conservación están orientados a la producción y reproducción de flora y fauna y, eventualmente de hongos. Está en estrecha relación con la preservación, las condiciones sociales, económicas y culturales de la familia y el enriquecimiento, generación y apropiación de tecnología” (Mariaca *et al.*, 2007).

Altieri *et al* (1987) y Reijntjes *et al* (1992), plantean que la productividad de un agroecosistema está directamente relacionada con la magnitud del flujo, movilización y conservación de nutrientes, lo que a su vez depende del suministro continuo de materia orgánica y la promoción de la actividad biológica del suelo.

Por ello dentro de un agroecosistema como el huerto familiar o traspatio el uso de los restos orgánicos en forma de enmiendas orgánicas, ayudara tanto a la nutrición de los cultivos, a la mejora de la estructura del suelo y a su actividad biológica (Reijntjes *et al* 1992).

Bueno (2004), menciona que la utilización de compostas y lombricompostas como abonos orgánicos alimentaran el suelo y no únicamente las plantas. Por lo tanto las compostas y lombricompostas dependerán directamente de los materiales utilizados y del manejo que se aplique en las fases de compostaje y lombricompostaje.

Por todo lo anteriormente mencionado, el presente trabajo caracterizo los residuos orgánicos producidos y su manejo en el municipio de Zautla, Puebla según las características geomorfológicas del municipio, determinando los materiales existentes en la zona que pueden ser utilizados como enmienda orgánica en cultivos hortícolas.



## 1.1. Revisión de literatura

### 1.1.1. Pobreza alimentaria en México

El CONEVAL menciona que en el 2012, a nivel nacional la población en pobreza fue de 52.1 millones de personas, lo que representó el 46 % del total de la población. De ésta, la población en pobreza extrema fue de 12.8 millones de personas, lo que equivale al 11% de la población total.

Puebla, con respecto de las 32 entidades, ocupó el lugar cuatro en porcentaje de población en pobreza y el cinco en porcentaje de población en pobreza extrema. En 2010, del total de la población que habitaba en el estado, el 61% se encontraba en situación de pobreza y el 16% por ciento del total de la población del estado se encontraba en situación de pobreza extrema (CONEVAL, 2012).

Este informe también plantea que un porcentaje de población con carencia por acceso a la alimentación en el estado de Puebla aumentó de 27.1 a 27.4.entre los años 2008 y 2010.

Y aunque el número más alto de personas en pobreza en el estado de Puebla está ligado a grandes poblaciones, los municipios con porcentajes mayores de gente en situación de pobreza son las zonas rurales indígenas (CONEVAL, 2012).

### 1.1.2. Acceso a la alimentación

El acceso a la alimentación entra dentro de lo que la FAO (2009) plantea como seguridad alimentaria y que responde a cuatro dimensiones:

- **Disponibilidad de alimentos:** La existencia de cantidades suficientes de alimentos de calidad adecuada, suministrados a través de la producción del país o de importaciones (comprendida la ayuda alimentaria).
- **Acceso a los alimentos:** Acceso de las personas a los recursos adecuados (recursos a los que se tiene derecho) para adquirir alimentos apropiados y una alimentación nutritiva.
- **Utilización:** Utilización biológica de los alimentos a través de una alimentación adecuada, agua potable, sanidad y atención médica, para lograr un estado de bienestar nutricional en el que se satisfagan todas las necesidades fisiológicas.
- **Estabilidad:** Para tener seguridad alimentaria, una población, un hogar o una persona deben tener acceso a alimentos adecuados en todo momento.

### **1.1.3. Programa PESA-FAO**

En este marco, se establece la formulación del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria en México (PESA), el cual surge de un acuerdo entre el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Este programa plantea el apoyo a las comunidades en el fortalecimiento de su autogestión, el desarrollo de sus capacidades, sus recursos naturales, culturales, humanos, materiales y de organización. La apuesta del programa ha ido dirigida con mayor o menor éxito a acciones locales que mejoren el acceso a la alimentación en las comunidades y dentro de esto plantea la importancia de manejo de los traspatios en las comunidades.

Y aunque en México existen gran cantidad de tecnologías intermedias o ecotecnias, así como la promoción de paquetes de invernaderos y semillas para huertos familiares por organizaciones gubernamentales o no gubernamentales, Velasco (2000) planteó que muchos de los problemas relacionados con el cuidado de los traspatios tienen que ver con el tiempo y el desánimo vinculado con la situación de los recursos naturales en las regiones.

### **1.1.4. El papel de la agroecología**

La agroecología, plantea la “aplicación de la ciencia ecológica al estudio, diseño y manejo de agroecosistemas sustentables” (Altieri, 2002), apostando por la diversificación agrícola intencionalmente dirigida a promover interacciones biológicas y sinergias benéficas entre los componentes del agroecosistema, de tal manera que permitan la regeneración de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de la productividad y la protección de los cultivos.

Labrador (2009) menciona que las formas «modernas» de gestionar el uso del suelo y su fertilidad, han permitido intensificar el uso de las parcelas de cultivo e independizar su función del resto de los aprovechamientos agrícolas y ganaderos; acentuando la dependencia de la agricultura y la ganadería del uso de recursos renovables y no renovables, produciendo una degradación del suelo de carácter irreversible.

Dentro de un agroecosistema la utilización de los residuos orgánicos de forma adecuada ayudará al balance nutrimental del suelo y frenará su degradación (Labrador, 2009).

Bueno (2004) para intentar buscar el origen del compostaje que el reciclado de residuos orgánicos es posiblemente tan antiguo como la práctica de la agricultura.

### **1.1.5. Investigaciones de abonos orgánicos**

Saña y Soliva (1987) plantean que el compostaje es un proceso dinámico, biológico, aerobio y en consecuencia termófilo, que para llevarse a cabo necesita: materia orgánica, población microbiana inicial y las condiciones óptimas para que esta se desarrolle con multiplicidad de funciones y actividades sinérgicas, manteniendo equilibrios: aire/ agua, biopolímeros y nutrientes.

Torrento *et al.*, (2008) proponen un proceso de compostaje, bien controlado y aplicando los materiales adecuados, reduce la humedad, el peso, el volumen de los residuos tratados y conduce a un producto estabilizado, almacenable, transportable y con diversidad de usos.

En la misma línea Haug (1993) y Nakasaki *et al* (2005) indican que el compostaje se basa en la acción de diversos microorganismos aerobios que actúan de manera sucesiva, sobre la materia orgánica original, en función de la influencia de determinados factores, produciendo elevadas temperaturas, reduciendo el volumen y el peso de los residuos y provocando su humificación y oscurecimiento.

Según Nogales y Domínguez (2008), el vermicompostaje, es un proceso de bio-oxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica mediada por la acción combinada de lombrices y microorganismos, mediante el cual se obtiene un producto final estabilizado, homogéneo y de granulometría fina denominado Vermicompost, lombricompost, compost de lombriz o humus de lombriz.

La FAO (2011) menciona que la elaboración de los abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de semi-descomposición aeróbica de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos quimiorganotrófos, que existen en los propios residuos, con condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra

### 1.1.6. Investigaciones de abonos orgánicos sobre los cultivos hortícolas

Diversos estudios han demostrado el impacto que tienen los abonos orgánicos en las características físicas, químicas y biológicas de los suelos contribuyendo a la sustentabilidad de los agroecosistemas (Teuber *et al.*, 2005 y Cuevas *et al.*, 2006).

En el caso de la lombricomposta, Ferruzzi (1987), menciona que en las actividades hortícolas el uso del compost de lombrices produce en las plantas mejoras importantes en su aspecto, sanidad y rendimiento. Dicho abono combinara, mediante las enzimas producidas por su dotación bacteriana, sus elementos con los ya existentes en el suelo.

El proceso de producción de los materiales y la calidad de los mismos condicionara la calidad del abono orgánico, con esa idea Kale *et al* (1992) plantearon que la calidad del compost de debe ser conocida a fin que el mismo sea usado en forma adecuada como un abono orgánico. En la misma línea, Avilés y Tello (2001) plantean la importancia de definir parámetros de estabilidad del compost para su uso en cultivos hortícolas.

Por su parte y defendiendo los abonos orgánicos frente a los sintéticos Millaleo *et al* (2006), propusieron que la aplicación de medidas que eviten la incorporación de materiales sintéticos, garantizan la presencia de microorganismos benéficos que mejoran la fertilidad y propiedades del suelo.

Finalmente Quispe *et al* (2008), Hernández *et al* (2010) y Terry (2011), estudiaron la utilización de abonos orgánicos para cultivos de *Lactuca sativa*, todos ellos plantean que hay diferencias significativas al usar distintos tipos de estos abonos orgánicos o no utilizarlos.

Hernández *et al* (2010) reportan que con compost se obtuvieron producciones bajas de *Lactuca sativa* en comparación con urea, pero mejores que en suelo sin ningún aporte.

Por su parte Gomero y Velásquez (2010) apenas detectaron diferencias agronómicas significativas entre la utilización de urea, compost o Vermicompost para la producción de *Lactuca sativa*

Muñoz *et al* (2015) utilizaron dos tipos de compost para obtener cultivos de *Lactuca sativa* cuatro veces más pesadas que sin utilizar ninguna enmienda.

## 1.2. Planteamiento del problema

La degradación de los agroecosistemas en el municipio de Zautla, Puebla ha sido consecuencia de una sobreexplotación de los recursos naturales, propiciando una degradación del suelo y agua muy difíciles de recuperar en un territorio caracterizado por un relieve abrupto, y condiciones climáticas no óptimas para cultivos ni para la regeneración forestal (PRODES, 2006).

Otro factor que caracteriza la región es el nivel de pobreza alimentaria consecuencia de la pobreza estructural en la que se vive en el municipio al igual que en muchas de las comunidades indígenas en México, que ligada con la degradación ambiental, propicia que gran parte de la población emigre de las comunidades con el consiguiente abandono de tierras y con ello la pérdida de los conocimientos agrícolas tradicionales. Estos conocimientos agrícolas tradicionales están ligados al cuidado de los recursos y a la producción de subsistencia, que en muchas de las comunidades sigue siendo la forma de vida principal (PRODES, 2006).

Durante los años que el CESDER ha trabajado en la región, una de sus principales apuestas ha sido la diversificación alimentaria propiciada por la variedad de cultivos y en especial el refuerzo de los traspatios como agroecosistemas, siendo uno de sus principales problemas detectados la falta de fertilidad en pequeñas superficies de hortalizas, frutales y en las parcelas de los ejidos, principalmente dedicadas al monocultivo de maíz. Este problema en parte ha sido subsanado con el aprovechamiento de residuos orgánicos tanto vegetales como animales que son directamente arrojados al campo, compostados y en algunas comunidades lombricompostados.

Como se planteó al inicio del presente trabajo, en el municipio de Zautla, Puebla., existen varias regiones caracterizadas por la geomorfología de los espacios productivos y en estas se cuentan con distintos residuos orgánicos y un tipo de manejo, por lo que es importante caracterizar a los más adecuados y los métodos de transformación utilizados.

Por todo lo anterior la pregunta de investigación que surge para este trabajo es: ¿Qué materiales orgánicos y que manejo son los adecuados para realizar compostas y lombricompostas para el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) en el municipio de Zautla, Puebla?

### **1.3. Justificación**

El presente trabajo responde al planteamiento cada vez más necesario, de entender los pequeños espacios de producción intensiva como agroecosistemas.

Con este trabajo se pretende identificar los manejos y materiales adecuados para la elaboración de abonos orgánicos en el municipio de Zautla, Puebla y estudiar cual es el más adecuado para la producción de hortalizas, respondiendo a la necesidad de los productores de mejorar la producción de sus cultivos de traspatio.

La idea de la presente investigación es aportar al trabajo que durante 30 años el CESDER ha realizado en las comunidades indígenas en el municipio de Zautla, Puebla, en la diversificación de opciones productivas.

Los productores son los beneficiarios directos de este trabajo e indirectamente ayuda a los promotores del CESDER que trabajan en las comunidades a plantear opciones de fertilización y manejo de residuos de una manera óptima.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

Identificar, caracterizar física y químicamente, así como describir el manejo de las principales enmiendas orgánicas elaboradas en los agroecosistemas de traspatio, y evaluar su efecto en la producción de lechuga en Zautla, Puebla.

### **1.4.2. Particulares**

- Identificar y describir el manejo de los residuos orgánicos de traspatio en las comunidades del municipio de Zautla, Puebla.
- Caracterizar física, y químicamente los abonos orgánicos obtenidos por procesos de compostaje y lombricompostaje del municipio de Zautla, Puebla.
- Determinar la aptitud como sustrato de semillero y abono orgánico los materiales obtenidos por procesos de compostaje y lombricompostaje del municipio de Zautla, Puebla.
- Evaluar la respuesta del cultivo de lechuga a la aplicación de composta y lombricomposta en áreas de traspatio de Zautla, Puebla.

## **1.5. Hipótesis**

- Por lo menos el 30% de los residuos orgánicos con potencial como mejoradores de suelo no son utilizados en la producción de cultivos de traspatio.
- La mayoría de las enmiendas cumplen con los estándares físicos y químicos para su uso como material de crecimiento de plantas en semillero y campo.
- Al menos uno de los abonos orgánicos producidos posee los requisitos como material de crecimiento para producción de plántulas.
- Al menos uno de los abonos orgánicos tiene efecto diferenciado en los parámetros agronómicos que definen la calidad de la producción de lechugas.





## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Zona de estudio

La zona general de estudio es el municipio de Zautla, Puebla, México (Figura 2.1.).

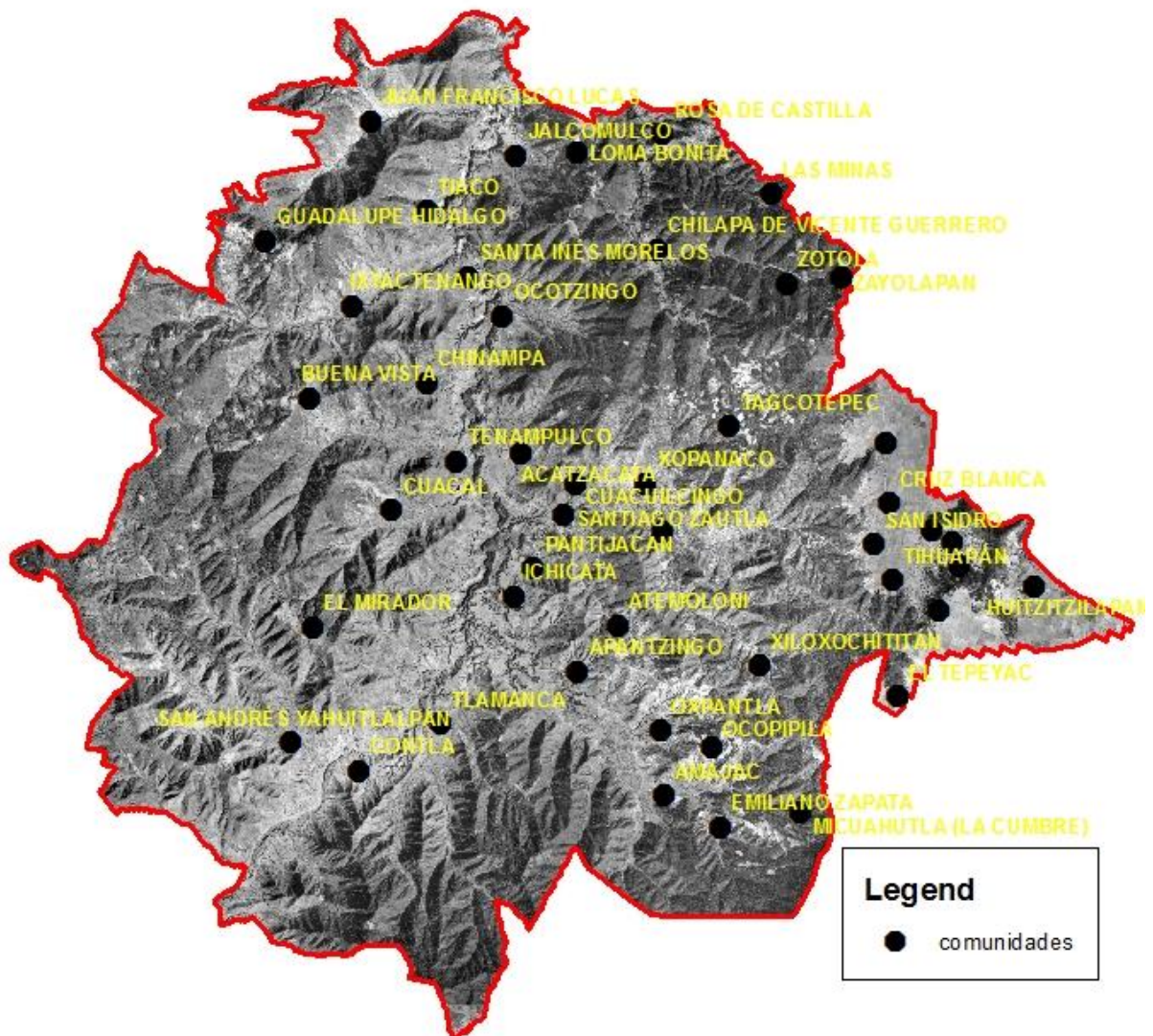


Figura 2.1. Mapa del municipio de Zautla, Pue., donde se realizaron las encuestas para determinar los materiales usados en la elaboración de abonos orgánicos.

Este estudio abarco la mayor parte del municipio de Zautla en la sierra norte de Puebla.

El municipio se encuentra entre los paralelos 19° 37' y 19° 49' de latitud norte; los meridianos 97° 33' y 97° 47' de longitud oeste; alcanzando altitudes entre 1 700 y 3 000 m.s.n.m. (INEGI, 2009).

Colinda al norte con los municipios de Tetela de Ocampo, Xochiapulco y Zacapoaxtla; al este con los municipios de Zacapoaxtla, Zaragoza, Tlatlauquitepec y Cuyoaco; al sur con los municipios de Cuyoaco e Ixtacamaxtitlán; al oeste con los municipios de Ixtacamaxtitlán y Tetela de Ocampo, todos los anteriores en el estado de Puebla (INEGI, 2009).

El municipio cuenta con 48 localidades y una población total de 18 567 habitantes y su cabecera es Zautla.

En estas comunidades se realizó la primera parte del trabajo, en ellas se realizaron encuestas para conocer aspectos agronómicos y sociales.



Figura 2.2. Foto panorámica del rancho Capolhitic, donde se realizó el experimento con lechuga.

Tanto la elaboración de los abonos orgánicos como el experimento de campo se realizaron en el rancho Capolhitic (Figura 2.2.) que se encuentra junto a la cabecera municipal del municipio de Zautla, Puebla, México (19°42'28"N, 97°39'56"O), con un rango de precipitación de 600 a 1000 mm anuales El rancho es propiedad de PRODES A.C.

Los estudios físicos y químicos de las muestras de abonos orgánicos se realizaron en el laboratorio de nutrición vegetal del departamento de suelos de la Universidad Autónoma Chapingo.

## **2.2. Determinación de procedimientos y técnicas**

### **2.2.1. Diseño del instrumento de medición**

Se identificaron tres posibles regiones estableciendo las diferencias por tipo de vegetación, de orografía y condiciones socioeconómicas (Figura 2.3.):

- **Llanos:** se encuentran a 2200 m de altura, junto a la comunidad de San Miguel Tenextatiloian, Puebla, existe gran superficie de propiedad ejidal, tanto de los habitantes de San Miguel, como de otras partes del municipio se registra temperaturas bajas en invierno y una reducida masa forestal.
- **Cañada:** abarca la cuenca del río Apulco a su paso por el municipio, entre 1800 y 2100 metros, la precipitación es menor que en las otras dos zonas, la mayoría de la zona son arenosoles, con una reducida masa forestal.
- **Bosque:** son zonas en las que se conserva la masa forestal, con alturas entre 2100 y 2500 m, son zonas con grandes pendientes.



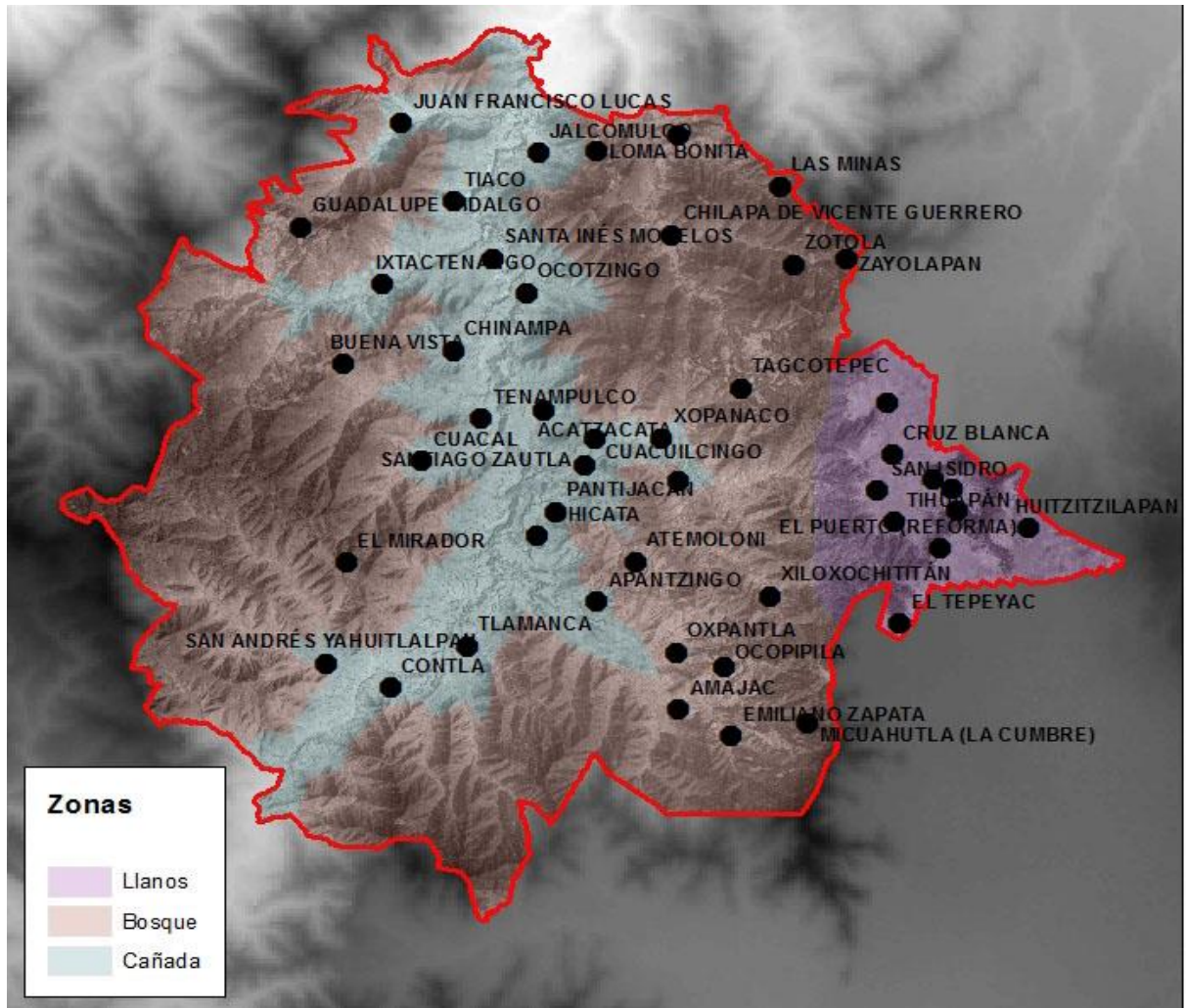


Figura 2.3. Zonificación del municipio de Zautla

### 2.2.1.1. Diseño de la encuesta

La encuesta fue diseñada y realizada con ayuda del Dr. Miguel Ángel Damián Huato y fue utilizada en más investigaciones, se valoró que al ser una encuesta más amplia se podría llegar a más comunidades y al tener más información se pueden realizar análisis más complejos.

Se diseñó una encuesta que recopiló información en cuatro aspectos:

- Socioeconómicos
- Manejo de la milpa
- Manejo del traspatio
- Manejo de los residuos orgánicos

Fue una encuesta cerrada, que se diseñó en función de los intereses del trabajo, con quince apartados

#### I. Información sociodemográfica

- II. Información económica
- III. Consumo
- IV. Características de la vivienda
- V. Tenencia de la tierra
- VI. Manejo del cultivo
- VII. Relación familia-agroecosistema milpa
- VIII. Empleo de técnicas campesinas
- IX. Disponibilidad al crédito
- X. Disponibilidad a la asistencia técnica
- XI. Infraestructura y equipo agrícola
- XII. Costos de producción y actividades por sexo
- XIII. Manejo de la postcosecha
- XIV. Componentes del traspatio
- XV. Relación familia campesina-naturaleza

**Prueba de validez de la encuesta:** se realizaron 10 encuestas prueba en distintas partes del municipio, para ver la facilidad de respuesta a las preguntas, donde finalmente se cambiaron o adecuaron algunas preguntas.

### 2.2.1.2. Selección de la población y la muestra

Para seleccionar los encuestados, se utilizaron los registros de PROCAMPO para pobladores de Zautla, Pue., que reciben apoyos para sembrar maíz, con la idea de seleccionar personas que sigan dentro de la dimensión campesina y mantengan producciones agrícolas.

Se seleccionaron 17 de las 32 comunidades del municipio que abarcaran las tres microrregiones planteadas anteriormente, y en función de los datos de PROCAMPO se identificó una población (N) con cultivos de maíz de 2486 productores.

De estos 2486 productores se seleccionó una muestra (n) aleatoria, de 128 productores que representan el 5% de la población (N), de estos 120 productores se consiguió entrevistar a 107 (Cuadro 2.1.).

Cuadro 2.1. Número de entrevistas a productores de las diferentes regiones del municipio de Zautla, Pue.

<b>Agroecosistema</b>	<b>Muestra (n)</b>	<b>Levantadas</b>	<b>comunidades</b>
<b>Bosque</b>	29	24	3

<b>Cañada</b>	45	44	9
<b>Llanos</b>	44	39	3
<b>TOTAL</b>	118	107	15

### **2.2.1.3. Indicadores de medición para la encuesta**

Para interpretar los datos de las encuestas, se agrupó la información por las tres regiones planteadas después se procedió a hacer medias o porcentajes, según interesara para poder interpretar los resultados de las encuestas.

### **2.2.2. Producción de compostas y lombricompostas en las comunidades de Zautla, Puebla**

Posterior a la identificación de las técnicas de producción de compostas y lombricompostas en el municipio de Zautla, Pue., se procedió a realizar dichas técnicas con el objetivo de producir materiales orgánicos, que más adelante serán evaluados física y químicamente, además de realizarse pruebas agronómicas. Por lo que en el Cuadro 2.2. se especifican las técnicas empleadas, así como sus técnicas y controles de producción.

### 2.2.2.1. Diseño de compostas y lombricompostas

Se replicaron dos compostas, dos lombricompostas y un abono bokashi (Cuadro 2.2.):

Cuadro 2.2. Técnicas de materiales empleados, manejo y control en la producción de compostas y lombricompostas elaboradas en el presente experimento.

<b>Técnica</b>	<b>Materiales</b>	<b>Técnica</b>	<b>Manejo</b>	<b>Controles</b>
<b>Compostaje en pila</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Zacate*,</li> <li>•estiércol</li> <li>•pasto</li> <li>•tierra</li> </ul>	Por capas de material	Volteos y riegos	Humedad y temperatura
<b>Compostaje de estiércoles porcinos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estiércol de cerdo</li> <li>•Estiércol de chivo o vaca</li> </ul>	En montón	Volteos y riegos	Humedad y temperatura
<b>Lombricomposta de restos domésticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Restos domésticos</li> <li>•Restos hortícolas y frutales</li> </ul>	En camas	Riegos y aportes de material	Humedad y temperatura
<b>Lombricomposta de estiércoles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estiércoles</li> </ul>	En camas	Riegos y aportes de material	Humedad y temperatura
<b>Bokashi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Zacate*</li> <li>• salvado</li> <li>•carbón</li> <li>•pulque</li> <li>•estiércol</li> </ul>	En montón	Riegos y volteos	Humedad y temperatura

*\*residuos de maíz*

Los volúmenes de material que se utilizaron para elaborar los abonos orgánicos dependieron de los materiales existentes, y siempre teniendo en cuenta que los procesos de

compostaje exigen volúmenes mínimos, pero se calculó que como mínimo obtener 200 kg de material.

#### **2.2.2.2. Descripción de los diferentes procesos de obtención de abonos orgánicos:**

- **Composta en pila**

Se realizaron montones o pilas de 1.40 X 3.0 m de base y 1.50 m de altura



Figura 2.4. Disposición de la técnica de composta en pila.

Se acomodaron capas sucesivas de 20 cm de zacate (residuos de maíz), estiércol de chivo, pasto y 5 cm de tierra, mientras se regaban hasta saturar de humedad el material, además, la temperatura se controló llegando en la segunda semana de compostaje hasta los 60 grados, la 5ª semana bajo la temperatura, se volteó, desde entonces mensualmente fue volteado y regado durante 4 meses. Hasta que bajo la temperatura y se observó que el material estaba descompuesto y fue guardada en costales (Figura 2.4.).

- **Compostaje de estiércol de cerdo**

El estiércol de cerdo es complicado de manejar por su excesiva humedad. Para compostarlo se aprovecharon las partes más sólidas y se mezclaron al 20 % con estiércol de vaca seco en montón, tras mezclarlo llegó a una temperatura de 40 grados Celsius.

Se dejó secar durante 8 meses volteándolo en 3 ocasiones, siguiendo la información que se recolectó en la encuesta realizada en las comunidades, donde varias familias realizan esta



práctica mezclando el estiércol de cerdo con otro estiércol seco o tierra de monte y una vez que el material se seca lo utilizan en el campo (Figura 2.5.):



Figura 2.5. Disposición de la técnica para la obtención de composta de estiércol de cerdo.

- **Lombricomposta de restos domésticos**

Se utilizó lombriz roja californiana, que desde hace años se introdujo en el municipio de Zautla, Pue.

Las camas de cría de lombrices son de block de 1.0 X 4.0 m de longitud (Figura 2.6) y tras un proceso de pre-composteo de dos semanas se introdujeron los materiales en las camas en capas de 20 cm. Los materiales utilizados, fueron restos de cocina del comedor comunitario de CESDER y restos de cosecha del huerto.

Al tratarse de materiales con mucha humedad existieron problemas de olor, por lo que se realizaron mezclas con un 10% de zacate (residuos de maíz) molido en el proceso de pre-compostaje, reduciendo rápidamente los olores y la presencia de moscas y cochinillas.

A los 5 meses el material fue tamizado y encostalado



Figura 2.6. Disposición de las camas de blocks para la técnica de lombricomposta de restos domésticos.

- **Lombricomposta de diversos estiércoles**

Esta composta se realizó en el centro experimental de la cañada y las camas tienen la misma dimensión que las anteriormente planteadas y el materia utilizado fue 70% estiércol bobino y 30 % estiércol caprino, en volumen (Figura 2.7.).

A los 6 meses el material fue tamizado y encostalado



Figura 2.7. Lombrices composteras (*Eisenia foetida*) en sustrato de estiércol.

- **Bokashi**

Se llevó a cabo una capacitación en el Rancho Capolhitic para producir el abono y se utilizó una plancha de cemento en la antigua granja.

Para generar el abono se utilizaron 4 costales de tierra, 4 costales de zacate (residuos de Maíz) molido, 2 costales de salvado de trigo, 1 costal de carbón vegetal, 4 costales de estiércol de vaca fresco y 5 litros de pulque.

Se pusieron capas de 30 cm de material empezando por la tierra en una cama de 2 metros de largo x 1 metro de ancho (Figura 2.8.), el material se fue regando con el pulque y con agua hasta un 30% de humedad, una vez apilado el material se volteó dos veces seguidas para mezclar bien todos los materiales mientras empezaba a calentarse, después se tapó con lonas, para mantener la humedad y el calor, durante 15 días se volteó dos veces al día, una vez a la mañana y otra a la tarde, tras los 15 días empezó a enfriarse, durante los 10 siguientes días se volteó una vez al día hasta que se enfrió por completo.



Figura 2.8. Preparación de abono bokashi en el rancho Capolhitic, Zautla, Puebla.

Un mes después del comienzo proceso se encostalo y se almaceno en un lugar oscuro y seco para mantener sus propiedades.

La caracterización física y química ayudó a identificar los materiales más adecuados para su utilización en semillero o campo (Cuadro 2.3. y 2.4.).

### 2.2.2.3. Determinaciones físicas

Cuadro 2.3. Determinaciones físicas para la caracterización del sustrato.

<b>Determinación</b>	<b>Técnica utilizada*</b>
Tamaño de partículas	Serie de tamices con diferente diámetro
Porosidad total, capacidad de retención de agua, capacidad de aireación y densidad aparente	Porómetro

\* consultar anexos para la descripción de las técnicas.

### 2.2.2.4. Determinaciones químicas

Cuadro 2.4. Determinaciones químicas para la caracterización del sustrato.

<b>Determinación</b>	<b>Técnica utilizada*</b>
pH	Extracto de saturación.
Conductividad eléctrica	Extracto de saturación
Capacidad de intercambio catiónico	Mediante BaCl <sub>2</sub>
Materia orgánica total	Cremación
Nitrógeno total	Semimicro- kjeldahl
Relación C/N	
Fósforo total	Espectrofotometría
Potasio total	Flamometría

\* consultar anexos para la descripción de las técnicas

### **2.2.3. Diseño experimental**

En el presente experimento se procedió a estudiar el valor como abono orgánico de las compostas y vermicompostas elaboradas. Para ello se realizó una evaluación agronómica con un cultivo de ciclo corto.

El cultivo elegido fue la lechuga (*Lactuca sativa*), ya que es un producto que habitualmente se encuentran en los mercados de la región, es importante en la dieta local, su manejo es sencillo, se puede trabajar tanto en campo como invernadero y en muchas de las acciones del programa PESA de la FAO se recomienda el cultivo de la lechuga por su facilidad de manejo, además al ser un cultivo de ciclo corto es interesante para su uso en agricultura orgánica ya que permitirá varios cultivos al año y es fácil de asociar con otros cultivos habituales de la región (ajo, cebolla, rábano, zanahoria), siempre que se cumplan sus necesidades nutricionales y el control de plagas.

#### **2.2.3.1. Descripción técnica del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)**

La lechuga es una planta anual y autógama, perteneciente a la familia Compositae y cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa*. (Ekonekazaritza, 2005).

- Raíz: no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.
- Hojas: están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas) y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos pueden ser liso, ondulado o aserrado.
- Tallo: cilíndrico y ramificado.
- Inflorescencia: son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20°C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14-18°C durante el día y 5-8°C por la noche. El sistema radicular de la lechuga es muy reducido y es muy sensible a la falta de humedad, la humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%. (Ekonekazaritza, 2005).

Los suelos adecuados para lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje y con pH óptimo entre 6,7 y 7,4.

La multiplicación de la lechuga suele hacerse con planta en cepellón obtenida en semillero, transcurridos 30-40 días después de la siembra, la cual se trasplantara cuando tenga 5-6 hojas verdaderas y una altura de 8 cm. (SAGARPA, 2014).

La plantación se realiza en caballones o en camas dejando un suelo mullido para el trasplante, el sistema de riego es recomendable que sea por goteo, aunque en los primeros momentos después del trasplante se recomienda la aspersión.

El 60-65% de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo, el aporte de estiércol en el cultivo de lechuga se realiza a razón de 3kg/m<sup>2</sup>. (SAGARPA, 2014).

#### **2.2.3.2. Variedad de lechuga utilizada.**

Para este experimento se seleccionó una variedad de semilla comercial de lechuga “Batavia dorada de primavera” de la casa Battle muy parecida a la lechuga adaptada en la región, y que lleva más de 8 años siendo cultivada en el municipio tanto en campo como invernadero, que a diferencia de otras variedades solo ha presentado un bajo índice de germinación debido al manejo de la semilla. Se consiguió plántula de esta variedad ya listo para el trasplante, en un vivero cercano.

Es importante mencionar que en la región suele haber problemas para que la lechuga forme cogollo, esta fisiopatía es debida a la falta de agua y la exposición excesiva a la luz (SAGARPA, 2014).

Nava (1992) precisa que la temperatura por encima de 26° durante varios días produce acumulación de látex amargo en las venas y una mala formación de cogollo, desarrollando el vástago floral.

Otro problema importante es el chapulín (*Sphenarium purpurascens*), en especial cuando la lechuga está recién trasplantada. En los últimos dos años ha aumentado el número de chapulines, y está condicionando la mayoría de cultivos, el momento elegido para realizar el experimento fue cuando se tenía la menor presencia de chapulín.



### 2.2.3.3. Características de la parcela del experimento.



Figura 2.9. Parcela de experimentación en el rancho Capolhitic, Zautla, Pue.

La parcela utilizada se encuentra junto al comedor del Centro de Estudios para el Desarrollo Rural (CESDER) tiene una pendiente entre 0 y 2 %, no tiene árboles que puedan crear sombras dispares (Figura 2.9.).

La parcela lleva tres años sin ser utilizada y previamente se cultivo maíz, frijol y calabaza. Hay acceso a agua de riego, sin limitaciones y esta debidamente cercada.

### 2.2.3.4. Diseño de tratamientos.

Para calcular la dosis utilizada en cada uno de los tratamientos se consideraron los análisis del suelo de la parcela, se realizaron 10 muestreos en distintos puntos de la parcela y se realizaron tres repeticiones y junto con los requerimientos de nitrógeno de la lechuga se calcularon las dosis de que fueron aplicadas (Cuadro 2.5.).

*Dosis  $kg\ ha^{-1}$  =(demanda de nitrógeno por cultivo- suministro del suelo) /eficiencia de la fertilización ( 0.6 ).*

Cuadro 2.5. Dosis de abonos orgánicos aplicados en el experimento.

Tratamientos	Dosis	
	Kg/m <sup>2</sup>	L/m <sup>2</sup>
T1--Sin aplicación de abono	0.0	0.0
T2--Vermicompost restos de cocina (Vm-1)	1.15	3.48
T3--Vermicompost estiércoles (Vm-2)	1.32	3.66
T4--Compost tradicional (Cp-1)	3.18	4.10
T5--Compost estiércol (Cp-2)	1.18	2.87
T6--Bokashi (Bk)	1.78	4.56

#### 2.2.3.5. Arreglo de los tratamientos en campo

Se planteó un diseño factorial de 6 tratamientos x 4 repeticiones en bloques completos al azar.

Los seis tratamientos fueron:

- T1--Testigo (T)
- T2--Vermicompost restos de cocina (Vm-1)
- T3--Vermicompost estiércoles (Vm-2)
- T4--Compost tradicional (Cp-1)
- T5--Compost estiércol (Cp-2)
- T6--Bokashi ( Bk)

Para ello se realizaran cuatro camas de 11 metros, en cada cama se repitieron los 6 tratamientos separándolos entre ellos con un pasillo de 30 cm (Figura 2.10).



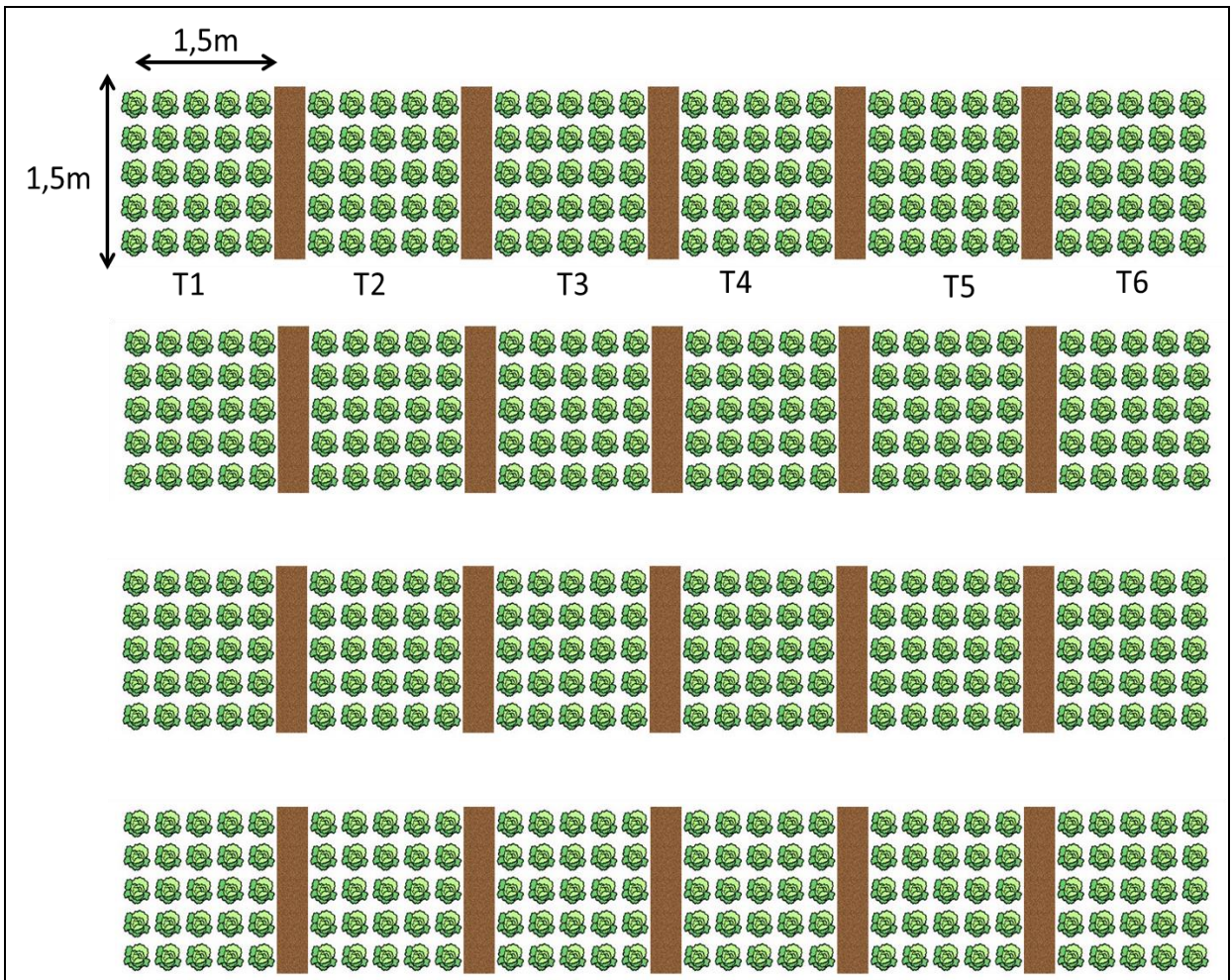


Figura 2.10. Diseño experimental en bloques al azar del experimento de campo con lechuga (*Lactuca sativa*).

Tras labrar el suelo y preparar las cuatro camas se adecuaron 6 parcelas en cada cama de 1.5 x 1.5 m cada una, cada parcela se abonó con el material correspondiente, para ello se extrajeron los 15 cm superficiales de suelo y se depositaron en una carretilla donde se mezclaron con la cantidad de abono considerada para cada tratamiento, posteriormente se volvió a dar forma a la cama (Figura 2.11.).



Figura 2.11. Camas utilizadas para el diseño experimental en bloques al azar del experimento de campo con lechuga (*Lactuca sativa*).

### 2.2.3.6. Trasplante de las lechugas

En cada parcela se trasplantaran 25 plántulas de lechuga con un marco de plantación de 25 x 25 cm (Figura 2.12.):

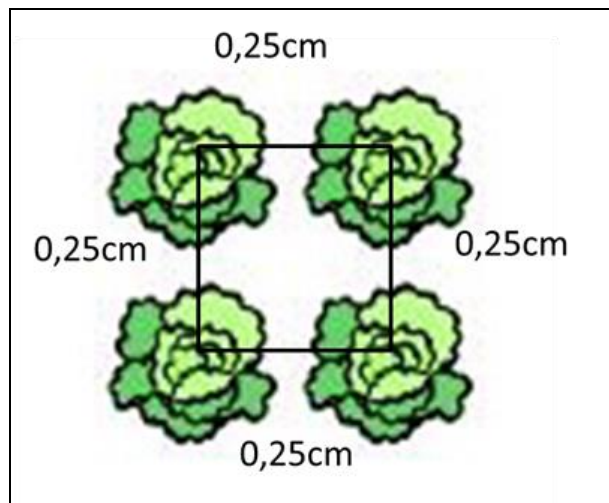


Figura 2.12. Distribución de las plántulas de lechuga (*Lactuca sativa*) al momento de sembrarlas en campo.



### 2.2.3.7. Manejo agronómico de las parcelas de experimentación.

Las parcelas fueron regadas dos veces al día al amanecer y al atardecer, el riego de los diez primeros días después del trasplante fue por aspersión durante una hora y después con manguera en la base de las plantas hasta que la tierra quedaba húmeda. Se realizaron dos labores de deshierbe con azadón en los días 20 y 40 posteriores al trasplante. Ningún otro tipo de fertilizante se utilizó durante el tiempo de cultivo.

### 2.2.3.8. Parámetros de medición.

Dentro de cada cama se seleccionó una parcela útil formada por 9 plantas de las 25 que se trasplantaron en cada cama, estas 9 plantas (Figura 2.13.) son aquellas que no se encuentran en los bordes y que fueron monitoreadas en todo el proceso del experimento.

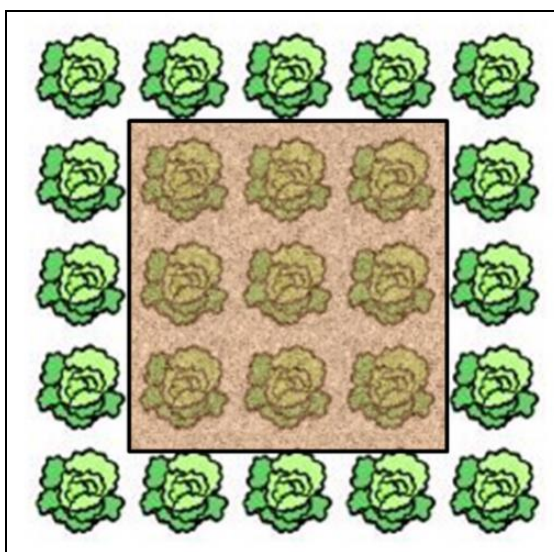


Figura 2.13. Número de plantas de lechuga (*Lactuca sativa*) encerradas en el recuadro que fueron consideradas como parcela útil en el experimento.

### Variables independientes

**Abonos orgánicos:** Se evaluaron cinco abonos orgánicos procedentes de compostas y lombricompostas (Vm-1, Vm-2, Cp 1, Cp-2 y Bk ) y se compararan agronómicamente entre ellos y el testigo, en el que no se utilizó ningún abono químico.

### **Variables dependientes**

- **Altura de la planta.** De la parcela útil de cada unidad experimental se procedió a extraer 9 plantas de lechugas para determinar el promedio de la altura de la plantas, el resultado obtenido se expresó en centímetros por planta y para ello se utilizó una cinta métrica flexible marca Trupper.
- **Grosor de la planta.** De la parcela útil de cada unidad experimental se cortaron con cuchillo 9 plantas de lechuga a partir de la cabeza del tallo, para determinar el promedio del grosor de las plantas el resultado obtenido se expresó en centímetros por planta y para ello se utilizó una cinta métrica flexible marca Trupper.
- **Diámetro del tallo.** A partir de las plantas útiles de cada unidad experimental, a las cuales se les midió el diámetro de la cabeza del tallo con un vernier digital marca Caliper que tiene un rango de medición de 0.150 mm.
- **Peso fresco de biomasa aérea.** Una vez que las plantas de lechuga llegaron a su ciclo de madurez fisiológica, se procedió al pesado de las lechugas correspondientes a la parcela útil de cada unidad experimental expresado en gramos, para ello se utilizara una balanza marca Torrey con una precisión de 0.05 g.
- **Peso seco constante de biomasa aérea:** Las mismas plantas que se utilizaron para obtener el peso fresco de biomasa aérea fueron utilizadas para obtener el peso seco constante de biomasa aérea, las cuales fueron introducidas dentro de un horno de secado marca Feliza a una temperatura de 70 °C, lo anterior se obtuvo en el día 4, para posteriormente pesarse en una balanza analítica marca Velab.

#### **2.2.3.9. Análisis estadístico**

Se realizaron Análisis de Varianza ANOVAS, comparación de medias Tukey ( $p < 0.05$ ), mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI Versión 16.1.02.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Caracterización de agroecosistemas productivos y su manejo en el municipio de Zautla**

Se utilizaron los datos obtenidos en las encuestas procediendo a la caracterización de la región según el manejo de sus agroecosistemas y la potencialidad existente para implementar un manejo adecuado de los insumos.

##### **3.1.1. La milpa**

Pacheco (2000) indica que la milpa campesina es un sistema productivo de temporal que desde tiempos inmemoriales represento el principal proveedor de maíz y otros alimentos para los pueblos originarios de América.

Por su parte Benítez *et al* (2014) mencionan que la Milpa es un policultivo de origen mesoamericano basado en el maíz, que no excede las tres hectáreas y que incluye, además del maíz, combinaciones de frijol, calabaza, chile, jitomate, tomate verde, hortalizas. Además, se aprovechan arvenses semi domesticadas (como por ejemplo diversos quelites), otras especies de plantas y numerosos grupos de insectos (herbívoros, polinizadores, etcétera) y las aún muy poco estudiadas comunidades microbianas. La milpa ha tenido un papel central en la diversificación de las especies vegetales que se le asocian y tanto las especies que crecen en ella como su dinámica, varían de manera importante en función de las condiciones culturales, climáticas y geográficas del país.

El Cuadro 3.1, permite comprender como se organizan las milpas en el municipio de Zautla. De las tres regiones en las que se divide el municipio la zona de bosque es en las que menor tamaño tienen las parcelas, debido a las pendientes y que gran parte de los terrenos son de uso forestal, le siguen los llanos seguramente por la presión poblacional de la zona y la cañada en las que las parcelas son más grandes.

Según Benítez *et al* (2014) el 80% de los productores mexicanos tienen propiedades menores de cinco hectáreas, escenario ideal para fomentar las prácticas agroecológicas de pequeña escala.

Otro factor importante es la propiedad de la tierra (FAO, 2004) donde se plantea que aparte de la mano de obra, la tierra es el factor más importante de la producción agrícola. Sin derechos de acceso a la tierra claramente definidos -tenencia de la tierra- es más difícil

llevar a cabo la producción y se debilitan los incentivos a invertir a largo plazo en la tierra con el fin de aumentar su productividad. La tenencia de la tierra es también uno de los pilares organizativos de las economías y sociedades rurales, que ayudan a definir relaciones económicas y contractuales, formas de cooperación y relaciones sociales.

En el Cuadro 3.1, se interpreta que la mayoría de las parcelas se tienen en propiedad o son parte del ejido, pocos son los productores que rentan tierras, esto influirá en el establecimiento de sistemas agroecológicos, ya que siempre es más fácil invertir tiempo y dinero en parcelas propias o comunitarias.

También el Cuadro 3.1, permite ver la importancia del maíz en las parcelas, ya que el 100% de los productores siembran maíz también se puede interpretar que es en la zona de bosque donde hay más variedad de cultivos, mientras que en los llanos y en la cañada se utiliza menos variedad en los policultivos, posiblemente esto estará vinculado a que en las zonas más planas con más acceso a maquinaria, cada vez están reduciendo más el número de especies asociadas.

Es importante que se tenga en cuenta, que esta diversidad, además de ser buena para obtener una producción variada, cuidar el suelo, y fortalecer la economía familiar, también generara residuos orgánicos de distintos tipos, lo que será interesante para elaborar compostas y lombricompostas.

Cuadro 3.1. Regiones, superficie, tipo de propiedad, manejo y cultivos del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de una encuesta realizada en la presente investigación.

Región	Superficie (ha)	Propiedad %			Manejo %		Cultivos %				
		Propia	Ejido	Otras	Riego	S. criolla	Maíz	Frijol	Calabaza	Haba	Alberjón
<b>Bosque</b>	1,32	62,5	29,2	8,3	0%	100	100	58	37,5	0	45,8
<b>Cañada</b>	2,19	47,7	50	2,3	0%	97,80	100	25	29,5	0	4,5
<b>Llanos</b>	1,61	43,6	56,4	0	0%	100	100	5,1	17,9	41	7,6

Cuadro 3.2. Fertilización química realizada en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de una encuesta realizada.

Región	Fertilización química				
	Fertilizante %	Sulfato de amonio %	Bultos/ha (media)	Urea %	Bultos/ha (media)
<b>Bosque</b>	91,6	15	2	85	2,4
<b>Cañada</b>	90,9	17,5	3,71	82,5	2,7
<b>Llanos</b>	87,1	2,9	3	97	3

La información del Cuadro 3.2, indica que en las tres zonas cerca del 90 % de los productores utilizan fertilización química para los cultivos, la mayoría de ellos emplea urea cada año y alguno de ellos utiliza sulfato de amonio, este manejo viene normalmente condicionado por los paquetes tecnológicos que recomiendan los técnicos del municipio; es importante recordar que estos insumos son costosos y parte del beneficio del cultivo se invierte en estos tratamientos.

Además el 70% de los productores acompañan esta fertilización química con aportes de estiércol como se observa en el Cuadro 3.3.

En el bosque y los llanos la mayoría de este estiércol es producido por el ganado del propio productor, en cambio en la cañada, casi el 20 % es comprado a otros productores.

Aparte de estiércol, alrededor del 5% de los productores de cada zona utiliza otros abonos orgánicos, en el bosque y cañada algunos productores realizan su propio abono bokashi, incentivados por los programas acompañamiento a productores de CESDER. Y en los llanos existen un 5,1% de los productores que realizan aportes de ceniza, esto se debe a que en la zona de los llanos muchas familias se dedican a la alfarería, por lo que tienen grandes excedentes de ceniza.



Cuadro 3.3. Fertilización orgánica realizada en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de una encuesta realizada.

Región	Estiércol %	Origen %		Aplicación %		Otros abonos %	Abono	Kg/ha	Origen %	
		Propio	comprado	Uniforme	Mata				Propio	Comprado
<b>Bosque</b>	70,8	100	0	58,8	41,1	4,2	bokashi	350	100	0
<b>Cañada</b>	72,7	80,7	19,3	77,4	22,6	6,8	bokashi	316	100	0
<b>Llanos</b>	71,7	96	4	96	4	5,1	Ceniza	200	100	0

Cuadro 3.4. Rendimiento de cosechas en el municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de una encuesta realizada

Región	Rendimiento (Kg/ha)				
	Maíz	Frijol	Calabaza	Haba	Alberjón
<b>Bosque</b>	770,8	59,6	81,1	0	30
<b>Cañada</b>	702,9	103,6	101,5	0	62
<b>Llanos</b>	945,6	130	77,8	46,5	55

En el Cuadro 3.4 se observan los rendimientos de los principales cultivos que se encuentran en la milpa del municipio de Zautla, es importante recordar, que entendemos la milpa como un policultivo por lo que muchos de estos cultivos ocupan a la vez las mismas parcelas.

Vemos que la producción de maíz es mayor en los llanos que en las otras dos regiones, esto se debe al manejo de la misma, al acceso a maquinaria, agua e insumos. El rendimiento del resto de los cultivos es variado, en especial porque suelen acompañar al maíz, por lo que depende mucho de la región y del manejo del cultivo.

Cuadro 3.5. Cuadro resumen del ciclo productivo 2014, para el municipio de Zautla , (SIAP 2014).

Cultivo	Superficie.	Producción	Rendimiento	Precio	Valor Producción
	Sembrada				
	(ha)	(t)	(t/ha)	(\$/t)	(Miles de Pesos)
<b>Tomate rojo</b>	1.65	179	108.5	5,654	1,012
<b>Durazno</b>	455	1,526	3.4	7,265	11,086
<b>Avena</b>	235	564	2.4	909	512
<b>Cebada</b>	1,355	2,682	2	2,952	7,922
<b>Calabaza</b>	4.	7.1	1.8	2,840	20
<b>Manzana</b>	40	70.	1.8	5,098	356
<b>Aguacate</b>	10	15.	1.6	8,622	137
<b>Maíz grano</b>	2,502	2,502	1	2,214	5,541
<b>Frijol</b>	500	495	1	10,514	5,204

En el Cuadro 3.5. se pueden observar los datos oficiales de SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) para el municipio de Zautla en el año 2004 donde las producciones contempladas son mayores, pero esto se debe a que estos

datos son para monocultivos sin contar con que muchas de las parcelas son cultivos mixtos.

### 3.1.2. El traspatio

Dentro del municipio de Zautla, los traspacios son agroecosistemas diversos que ayudan a la alimentación y a la economía familiar la mayoría de las viviendas utilizan este espacio productivo (Cuadro 3.6.), suelen ser superficies de entre 200 y 400 m<sup>2</sup>, en función de las características de las comunidades, en pueblos más urbanizados suelen ser más pequeños como se observa ver en los llanos, la mayoría de estos traspacios están en uso durante todo el año y los gestionan en muchos casos las mujeres y en otros el resto de la familia.

Cuadro 3.6. Características del traspatio en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada.

Región	Características generales			
	Superficie (m <sup>2</sup> )	En uso (%)	Trabaja (%)	
			Mujer	Familia
<b>Bosque</b>	320	100	62,5	37,5
<b>Cañada</b>	419	81,8	19,4	80
<b>Llanos</b>	234,8	92,3	25	75

En algunos casos los traspacios tienen parcelas con maíz (Cuadro 3.7.) aunque en la mayoría de los traspacios no se utiliza para sembrar maíz, ya que la mayoría de las personas encuestados cuentan con otras parcelas para ello, quien lo utiliza para sembrar maíz tienen traspacios más grandes y a diferencia de la milpa no suelen utilizar fertilización, solo en algunos caso utilizan aportes orgánicos.

Cuadro 3.7. Cultivo de Maíz en el traspatio en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada.

Región	Maíz en traspacios		
	Presente (%)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Fertilización orgánica (%)
<b>Bosque</b>	4,2	500	0
<b>Cañada</b>	16,1	857	15,9
<b>Llanos</b>	7,7	500	7,7

Estos espacios productivos suelen tener frutales hortalizas y animales, así como plantas ornamentales y aromáticas, que se utilizan para la dieta básica de las familias. La zonas de bosque y cañada suelen tener entre 12 y 13 árboles por traspatio, la mitad de los entrevistados afirman podar estos árboles aunque los rendimientos son bajos normalmente, en el bosque la mayoría dedicado al autoconsumo mientras que en la cañada la mitad de los entrevistados venden la producción, en ambas regiones la fertilización y el riego es mínimo.

En los llanos los encuestados tienen 6,8 árboles por traspatio, solo el 23% poda, las producciones son parecidas a las otras dos regiones el uso mayoritario es para consumo y comentan que no fertilizan y muy pocos riegan (Cuadro 3.8).

Cuadro 3.8. Cultivo de frutales en el traspatio en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada.

Región	frutales en traspatio					
	Número de Árboles	poda %	Rend. (kg/árbol)	Autoconsumo. %	Fertilización %	Riego %
<b>Bosque</b>	13	45,8	7,1	79,1	12,5	0
<b>Cañada</b>	12,7	45,4	5,4	47,7	6,8	2,2
<b>Llanos</b>	6,8	23	6,8	66,6	0	5,1

Los frutales que más se encontraron en los traspacios (Figura 3.4) son duraznos sobre todo en las regiones de cañada y bosque (45 y 40%), mientras que en los llanos el 25% son duraznos y otro 25% son manzanos, el resto de árboles son de varias especies encontrando sobre todo tejocote, pera y capulín (Figura 3.1.).

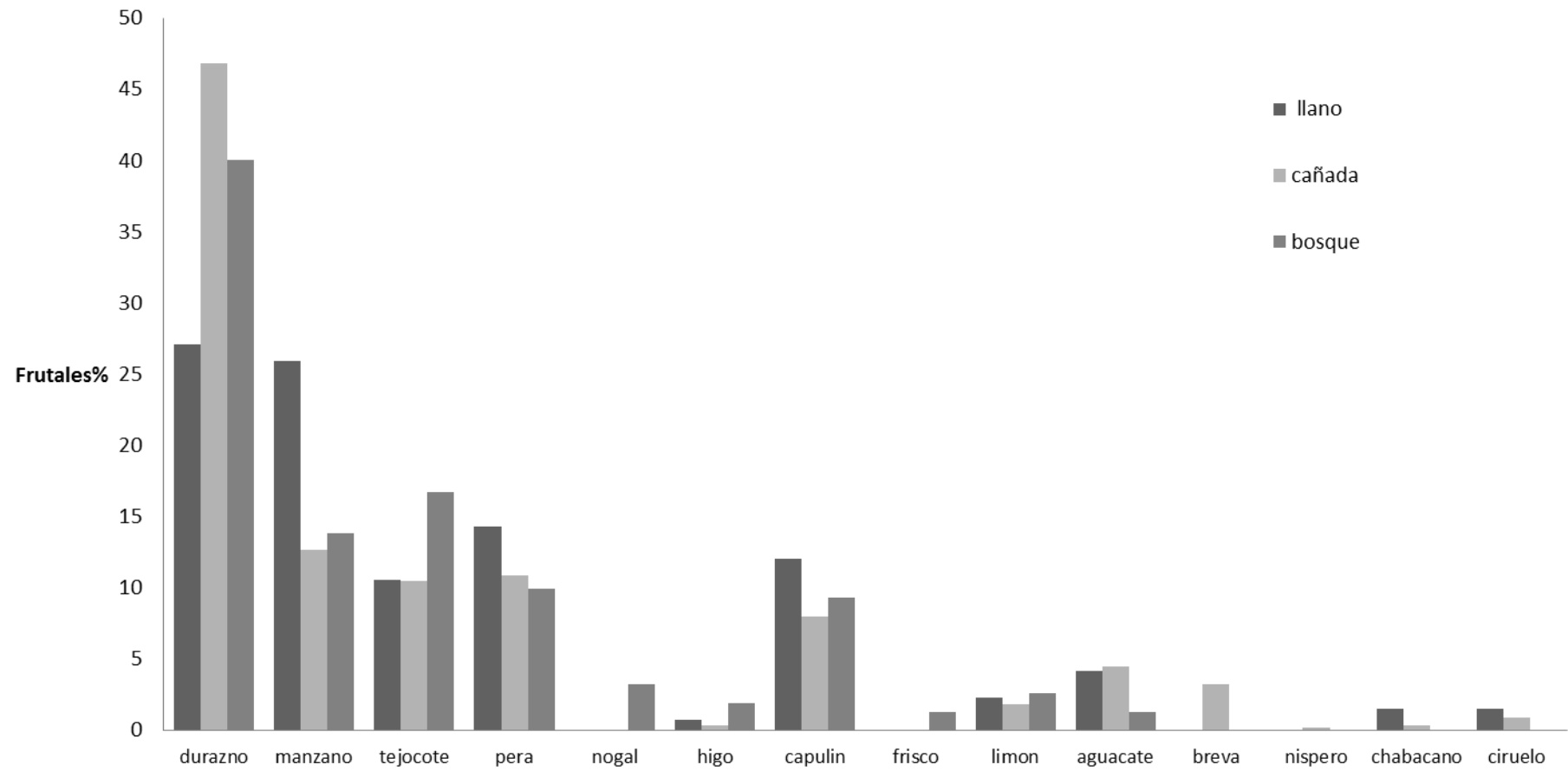


Figura 3.1. Diversidad de frutales en traspacios en las regiones de Zautla, Pue.

Tanto el CESDER como los gobiernos locales han hecho esfuerzos en introducir los cultivos hortícolas en los traspatios, que aunque ya existían eran menos habituales.

En el bosque y la cañada casi el 50 % de los traspatios tienen espacio para estos cultivos, pero poco de ellos tienen seguimiento (apenas el 10% son abonados) Figura 3.9.

Cuadro 3.9. Hortalizas de traspatio y unidades de ganado en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada.

Región	Hortalizas en traspatio					
	Hortalizas	F. química %	F. orgánica %	Destino %*		
				Autoconsumo	Venta	Intercambio
<b>Bosque</b>	47,8	0	8,3	79,2	75	75
<b>Cañada</b>	48,9	0	11,4	79,5	29,5	25
<b>Llanos</b>	11	0	5,1	76,9	23	15,4

\*nos indica que porcentaje de productores dedica a ese destino, un destino no excluye otro.

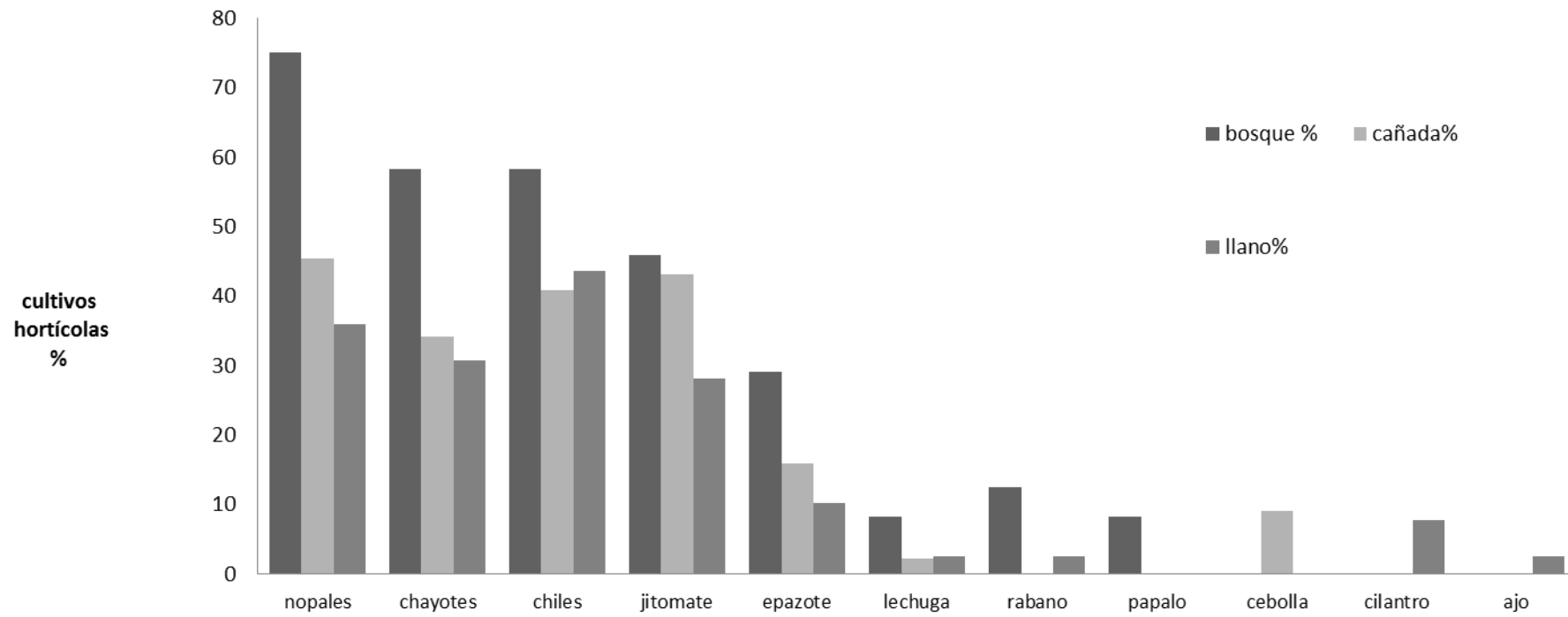


Figura 3.2. Diversidad de cultivos hortícolas en traspatios en las regiones de Zautla, Pue.

La mayoría de los cultivos son nopales, chayotes, chiles y jitomate, que son los productos más consumidos por las familias también se cultivan especias como cilantro y pápalo (Figura 3.2.).

El último elemento característico de los traspatios son los animales (Cuadro 3.10.), en la mayoría de las casas existen entre 2 y 4 unidades de ganado mayor, normalmente ovino, caprino, asnos o caballos (utilizado para carga o trabajar en el campo) y cerdos; entre 9 y 12 unidades de ganado menor, normalmente gallinas o guajalotes para obtener huevos o carne para festividades (Figura 3.3.).

Cuadro 3.10. Cabezas de ganado en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., datos obtenidos a partir de encuesta realizada

<b>Región</b>	<b>Cabezas de ganado</b>	
	<b>Ganado mayor</b>	<b>Ganado menor</b>
<b>Bosque</b>	2	11,75
<b>Cañada</b>	3,86	12,11
<b>Llanos</b>	2,97	9,94



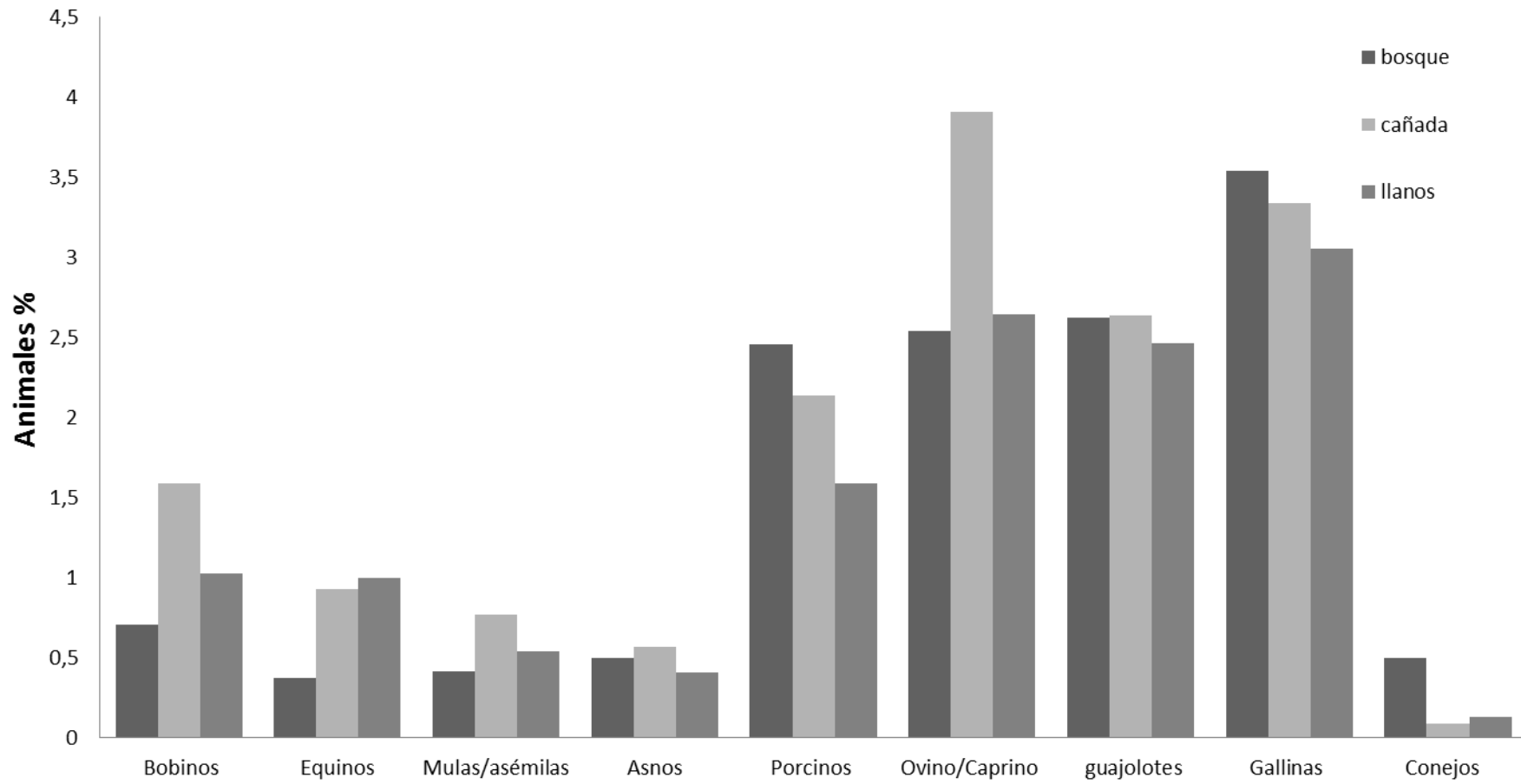


Figura 3.3. Diversidad de animales de traspatios en las regiones de Zautla, Pue.

Cuadro 3.11. Manejo de residuos orgánicos en las diversas regiones del municipio de Zautla, Pue., Obtenidos a partir de encuesta realizada.

Región	Estiércol						Restos de comida				Zacate* y restos de cosecha		
	Presencia en la explotación %	kg/día (teórico)	Ton/ año (teórico)	Fertilización directa %	Vermicomposta %	Bokashi %	Presencia en la explotación %	(g)/día	Alimento ganado %	Composta o Vermicomposta %	Presencia en la explotación %	alimento ganado	Bokashi %
<b>Bosque</b>	83,3	84,1	30,7	79,1	20,8	4,1	62,5	75,7	62,5	20,8	100	83	4,7
<b>Cañada</b>	72,7	147,6	53,8	72,7		6,8	50,0	122	50		100	84	6,8
<b>Llanos</b>	84,6	111,4	40,6	25,6	31,5	22,4	23,0	162,5	60,3	20,5	100,	71,8	12,8

\*residuos de maíz

Por último se realizó un estudio sobre los residuos que se producen en estos espacios productivos y el manejo que se les da (Cuadro 3. 11.), en primer lugar se calculó la cantidad de estiércol obtenido en función la cantidad y el tipo de animales, y se plantea que en la cañada se obtiene una media de 50 toneladas al año de estiércol por unidad productiva, mientras en los llanos 40 toneladas al año y en la zona de bosque 30 toneladas al año.

Estos residuos en la mayoría de los casos se utilizan para fertilización directa en campo, en especial en el bosque y la cañada (79 y 72 %) mientras que en los llanos apenas el 25% aporta directamente al campo.

Algunos productores plantean que también lo utilizan para lombricompostas (en el bosque el 20% y en los llanos el 31%). A su vez en las tres regiones algunos productores afirmaron utilizarlo para realizar bokashi (bosque 4%, cañada 6% y llanos 22%).

Tras caracterizar los distintos agroecosistemas de milpa y traspatio en el municipio de Zautla se puede plantear que para mantener productivos los suelos del municipio deberá mejorarse el manejo de residuos orgánicos tanto en la milpa y os traspatios

También queda de manifiesto que muchos de los residuos no son compostados y directamente se vierten al campo, disminuyendo las ventajas que ofrecen los abonos orgánicos procesados (Bueno, 2004),

## 3.2. Caracterización física y química de las compostas y lombricomposta obtenidas

### 3.2.1. Propiedades de los materiales para su uso como sustrato para semillero hortícola

#### 3.2.1.1. Parámetros físicos

Para la caracterización granulométrica, se agruparon las partículas en tres grupos distintos según su tamaño, ya que el tamaño de las mismas afectara a otras propiedades (Cuadro 3.12.) (Raviv *et al.*, 1999, Pineda y Patrón, Datos sin publicar).

Cuadro 3.12. Agrupación de las partículas según su tamaño (%) en compost y vermicompost procedentes de Zautla, Puebla, México.

	>2.38 mm	2.38 - 0.297 mm	<0.297 mm
<b>Vm-1</b>	0.05 a <sup>z</sup>	87.37 c	12.46 a
<b>Vm-2</b>	0 a	86.41 b	13.59 a
<b>Cp-1</b>	0.18 a	66.62 a	33.2 d
<b>Cp-2</b>	2.38 b	79.76 c	17.86 b
<b>Bk</b>	5.68 c	70.85 a	23.47 c
<b>Significancia</b>	*	*	*

<sup>z</sup> Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

\*Significancia  $P \leq 0.05$ .

La retención de agua fácilmente disponible y un adecuado contenido de aire se da con tamaño partículas entre 0.25 y 2.5 mm (Abad *et al.*, 2004). En los cinco materiales estudiados existe más del 70% de las partículas que cumple con esa condición, obteniéndose porcentajes más altos en Vm-1 y Vm-2. Es recomendable tener una cantidad superior al 60% de partículas entre 0.5-2.0 mm para dar aireación (Cabrera, 1995; Bunt, 1998) y las partículas entre 0.1 a 0.25 mm que determinaran la porosidad y la retención de agua (Handreck y Black, 2010). A medida que el porcentaje de partículas < 1.0 mm aumenta, la capacidad de aireación disminuye (Prasad y Ni Chualáin, 2004), Cp-1, Cp-2 y Bk tienen mayor porcentaje de partículas < 0.297 mm que Vm-1 y Vm-2 y su CA es menor (Cuadro 3.8).

Cuadro 3.13. Propiedades físicas en composta y vermicomposta procedentes de Zautla, Puebla, México.

	<b>EPT<sup>z</sup></b>	<b>CA<sup>z</sup></b>	<b>CRH<sup>z</sup></b>	<b>Da<sup>z</sup></b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>(g cm<sup>-3</sup>)</b>
<b>Vm-1</b>	48,66	17.41 d <sup>w</sup>	31.25 a	0.33 a
<b>Vm-2</b>	57,12	10.77 c	46.34 b	0.36 a
<b>Cp-1</b>	55,51	2.71 a	52.80 b	0.76 b
<b>Cp-2</b>	54,10	5.29 b	48.81 b	0.41 a
<b>Bk</b>	59,43	6.84 b	52.59 b	0.39 a
<b>significación</b>	NS	*	*	*

<sup>z</sup>EPT = espacio poroso total; CA = capacidad de aireación; CRH = capacidad de retención de humedad; Da = densidad aparente.

<sup>w</sup>Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

<sup>NS</sup>,\*Sin diferencias significativas o Significación  $P \leq 0.05$ .

Al comparar el resto de las características físicas para sustratos (Cuadro 3.13.) con las propuestas por varios autores (De Boodt *et al.*, 1974; Burés, 1997; Urrestarazu, 2004; Pineda y Patrón, Datos sin publicar) se observan valores bajos de EPT en todos los sustratos (óptimo de 80 a 85%). La misma tendencia se dio en CA (óptimo entre 20-30%) teniendo los valores más cercanos al óptimo en Vm-1 y Vm-2. En CRH los valores son igualmente bajos (óptimo entre 55-70 %), solo Cp-1 y Bk presentan la CA más cercana a la recomendada.

Cuando se trata de materiales orgánicos compostados y vermicompostados al ser utilizados como sustrato de crecimiento, son propensos a compactarse durante el periodo de producción, disminuyendo la porosidad del medio. Este fenómeno ocurre sobre todo en productos frescos o inmaduros (Fitzpatrick, 2005). Los tratamientos Cp-1 y Bk tienen la CA más baja, la densidad aparente alta y la proporción de partículas menor a 0.297 mm es casi el doble que en el resto de sustratos; se puede interpretar que estará influenciado por la proporción de tierra que se utiliza para la producción del sustrato, en Cp-1 15% y en Bk 30%, el suelo utilizado al realizar los sustratos es un suelo franco-arcilloso (USDA, 1975), con el 70% arcilla o limo siendo estas partículas menores de 0,05 mm (Porta, 1999).

### 3.2.1.2. Parámetros químicos.

Los cinco materiales presentan pH altos (Cuadro 3.14.) superiores a los recomendados para sustratos (Abad *et al.*, 2004) que van de 5.2 a 6.3. Valores

superiores a 8 en compost y vermicompost indican materiales de origen alcalino, pero el proceso de compostaje reduce esa alcalinidad, por lo que valores tan elevados, suelen indicar que el proceso de compostaje no se completó, no mostrando los valores habituales entre 7 y 8 y acompañado de valores altos de amonio (Suler *et al.*, 1977). En pH alcalinos se encontrara CIC alta (Ansorena, 1994), esta CIC también aumentara en función de la madurez del compost o vermicompost (Burés, 1997), los datos más altos de CIC, se encontraron en Vm-1 y Vm-2, pero todos los valores son altos ya que el nivel de referencia es  $> 20 \text{ Cmol}\cdot\text{Kg}^{-1}$  (Abad *et al.*, 1999).

Cuadro 3.14. Propiedades químicas en compost y vermicompost procedentes de Zautla, Puebla, México.

	pH	CE <sup>z</sup> (mS cm <sup>-1</sup> )	CIC <sup>z</sup> (Cmol Kg <sup>-1</sup> )	(NH <sub>4</sub> -N) <sup>z</sup> (ppm)	(NO <sub>3</sub> -N) <sup>z</sup> (ppm)	N <sup>z</sup> dis. (ppm)	MO <sup>z</sup> %	C <sup>z</sup> %	C/N <sup>z</sup>
<b>Vm-1</b>	7.68 a <sup>w</sup>	8.75 c	70,41 c	15.17 a	3.73 a	18.90 a	40,9 c	23,74 c	18,57 a
<b>Vm-2</b>	8.39 b	8.18 b	63,75 bc	44.57 a	21.47 b	66.03 a	43,3 c	25,14 c	30,59 c
<b>Cp-1</b>	8.08 ab	7.81 b	38,33 a	33.72 a	2.57 a	36.28 a	18,2 a	10,57 a	20,67 ab
<b>Cp-2</b>	8.16 ab	16.21 d	47,91 ab	171.27 b	2.45 a	173.72 b	48,5 d	28,12 d	18,02 a
<b>Bk</b>	8.41 b	7.29 a	35,83 a	26.25 a	0.93 a	27.18 a	32,1 b	18,61 b	24,20 b
<b>significancia</b>	*	*	*	*	*	*	*	*	*

<sup>z</sup>CE = Conductividad eléctrica; CIC = capacidad de intercambio catiónico; Mo = materia orgánica; C = carbono; C/N = relación carbono-nitrógeno (C/N).

<sup>w</sup>Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

<sup>\*</sup>Significación  $P \leq 0.05$ .

El compost puede causar problemas al utilizarse como sustrato por su alto contenido en sales (Ribeiro *et al.*, 2000; Castillo *et al.*, 2004). La salinidad es un factor limitante para su uso como sustrato (Sánchez *et al.*, 2004), la salinidad recomendada para un sustrato general es 2.0-3.4 mS cm<sup>-1</sup> y para semillero hortícola menos de 2.0 mS cm<sup>-1</sup> (Handreck y Black 2005), todos los materiales estudiados tienen valores de conductividad superiores a 7.0 mS cm<sup>-1</sup>, esta alta CE se explica por los valores obtenidos en NH<sub>4</sub>-N, K y P (Cuadro 3.13.), ya que el valor óptimo de NH<sub>4</sub>-N es 0-20 ppm, para K 150-249 ppm y P de 6-10 ppm (Abad *et al.*, 2004) para todos los sustratos, excepto valores óptimos de amonio en vm1. También se observan valores excesivamente bajos de nitrato, que se relacionan con el proceso dominante de amonización producto de un compostaje inadecuado o inconcluso sin llegar a la nitrificación (formación de NO<sub>3</sub>)

El porcentaje de MO debe superar el 80 % (Abad *et al.*, 2004), ninguno de los sustratos llega a esos valores siendo los más bajos en Cp-1 y Bk. Una relación deseable de C/N se encuentra entre 15 y 20 (Ozores *et al.*, 1998), Vm-1 y Cp-2 se encuentran dentro de ese rango, mientras que Cp-1 y Bk superan en poco los valores deseables. Valores altos de C/N, pH y de amonio explican la falta de madurez del material teniendo consecuencias drásticas sobre las características del sustrato (Fitzpatrick 2005). La relación C/N no puede utilizarse como valor absoluto del estado de compostaje, pero sí como una condición necesaria, ya que la C/N también dependerá de los materiales de origen (Iglesias *et al.*, 1989), como en el caso de Vm-2 que únicamente se utilizó estiércol, que posiblemente el carbono se encuentre en formas resistentes a la degradación; en el caso de Cp-2 la relación de C/N es menor que las demás como suele ser habitual al compostar purines de cerdo (Fuentes, 2002).

Cp-2 tiene los valores de salinidad más altos y duplica a la de los otros sustratos y al observar los macronutrientes y oligoelementos superan los valores recomendados en la mayoría de ellos niveles de toxicidad (Cuadro 3.14.), lo que se atribuye a la riqueza mineral de los materiales con que se elaboró esta composta



Cuadro 3.15. Determinaciones de macronutrientes y oligoelementos en extracto de saturación de diversos compost y vermicompost procedentes de Zautla, Puebla, México.

	<b>P<sup>z</sup></b>	<b>K<sup>z</sup></b>	<b>Ca<sup>z</sup></b>	<b>Mg<sup>z</sup></b>	<b>Fe<sup>z</sup></b>	<b>Cu<sup>z</sup></b>	<b>Zn<sup>z</sup></b>	<b>Mn<sup>z</sup></b>	<b>B<sup>z</sup></b>
	<b>(ppm)</b>	<b>(ppm)</b>	<b>(ppm)</b>	<b>(ppm)</b>	<b>(ppm)</b>	<b>(ppm)</b>	<b>(ppm)</b>	<b>(ppm)</b>	<b>(ppm)</b>
<b>Vm-1</b>	32,8a <sup>w</sup>	1059a	94.5 <sup>a</sup>	27.4a	4.21b	0.41a	0,94	0.17a	4.88a
<b>Vm-2</b>	57,2a	2050bc	217.7b	104.6c	1.02a	0.22a	0,04	0.17a	2.78a
<b>Cp-1</b>	31,3a	1325ab	471.7d	72.3b	0.94a	0.18a	0,07	0.14a	1.85a
<b>Cp-2</b>	431,6b	2392c	324.1c	131.6d	5.33b	1.92b	0,96	0.38ab	18.94b
<b>Bk</b>	59,5a	1470ab	346.7c	68.7b	1.51a	0.17a	0,44	0.61b	3.99a
<b>significancia</b>	*	*	*	*	*	*	*	*	*

<sup>z</sup>P = fosforo; K = potasio; Ca = calcio; Mg = magnesio; Fe = hierro; Cu = cobre; Zn = zinc; Mn = manganeso; B = Boro.

<sup>w</sup>Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

\*Significancia  $P \leq 0.05$ .

Los valores de Cu, Zn y Mn entran dentro de los valores óptimos para sustratos (Cuadro 3.15.), en Cu de 0.001 a 0.5 ppm, en Zn de 0.3 a 3.0 y Mn de 0.02 de 3.0 ppm (Abad *et al.*, 2004). Existe exceso de B en todos los sustratos (recomendado 0.05-0.5) (Abad *et al.*, 2004) y posiblemente estará influenciado por el pH, ya que el B presenta su máximo de solubilidad con pH de 7 a 8 y a partir de 8 desciende (Abad *et al.*, 2004), el sustrato Vm-1 tiene el valor más alto de B y pH inferior a 8.0; muy similar es el caso del Fe su disponibilidad se reduce en pH altos siendo el mayor valor el de Vm-1, se encuentran valores altos de Ca también vinculado al pH básico (Navarro, 2003).

Los sustratos analizados no cumplen por si solos las características como materiales para ser usados como sustratos, existiendo diferencias físicas y químicas entre ellos. Vm-1 y Vm-2 tienen las características físicas más adecuadas pero sus altos contenidos en macronutrientes dan valores altos de conductividad. Cp-1 y Bk tienen deficiencias en CA y los valores de la Da son altos vinculados a la utilización de tierra para su realización, también la CE es alta en ambos casos. Por último Cp-2, tiene los valores más extremos en propiedades físicas y en especial, valores altos en las químicas con una CE de 16.21 mS cm<sup>-1</sup>. Altas concentraciones de sales solubles históricamente han sido un problema cuando el sustrato utilizado para la producción de plántula se conformaba con grandes cantidades de estiércol (Thompson y Kelly, 1957).

Una vez caracterizados los sustratos se seleccionan como factor limitante las características físicas y la CE (Abad *et al.*, 2004) y se utilizan los materiales con mejores características para realizar mezclas (Cuadro 3.15.) y analizar si la CE se reduce en las mismas hasta niveles óptimos. De los materiales analizados, los sustratos seleccionados fueron Vm-2 y Bk, los cuales se mezclaron con aserrín de pino en distintas proporciones de volumen, ya que es un material abundante en la región, con un costo 70 % menor que la turba y en general, con una CE y EPT óptimas para la siembra en semillero (Sánchez *et al.*, 2008; Pineda, 2012).

En todas las mezclas la salinidad se redujo (Cuadro 3.16.), disminuyendo en Bk a 3,1 mS cm<sup>-1</sup> y en Vm-2 a 3,32 mS cm<sup>-1</sup> pero siguen superando el valor recomendado para siembra en semillero < 2 mS cm<sup>-1</sup> (Handreck y Black, 2005) por lo que se puede plantear que los materiales por si solos no cumplen los requisitos para ser utilizados como sustratos pueden, pero tienen características interesantes para su uso dentro de mezclas. Al utilizar sustratos es recomendable utilizar 20 a 30% de compost, para reducir los daños que pueden ser provocados por los altos niveles de sales solubles (Raymond *et al.*, 1998).

Cuadro 3.16. Conductividad eléctrica en mezclas vermicompost (Vm2) y bokashi (bk) procedentes de Zautla, Puebla, México con aserrín de pino.

Clave	Mezcla	CE (mS cm <sup>-1</sup> )
1	25%Vm-2/75% aserrín	3,32
2	50 %Vm-2/50% aserrín	7,42
3	75%Vm-2/25% aserrín	6,45
4	25%-Bk/75% aserrín	3,1
5	50%-Bk/50% aserrín	6,32
6	75%-Bk/25% aserrín	5,17

### 3.3. Uso como abono orgánico

La parcela en la que se realizó el experimento nunca fue fertilizada químicamente, pero ha sido cultivado en algún momento con maíz y se ha utilizado como pastizal, como mínimo la parcela llevaba cinco años sin ser trabajada.

Tras realizar el experimento de campo estos fueron los resultados obtenidos.

Cuadro 3.17. Respuesta del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) a la fertilización con abonos orgánicos en Zautla, Puebla.

	DC	DT	AP	BA	BPS
	-----Cm-----			-----Kg-----	
<b>T</b>	28,32 d	14,36c	16,375c	0,11c	0,08c
<b>Vm-1</b>	34,81 bc	17,91ab	19,38b	0,18b	0,14b
<b>Vm-2</b>	41,58 a	19,29a	21,74a	0,23a	0,19a
<b>Cp-1</b>	33,35 c	16,93b	18,20bc	0,14bc	0,11bc
<b>Cp-2</b>	38,69 ab	19,88a	21,31a	0,23a	0,19a
<b>Bk</b>	35,91 bc	18,64ab	19,38b	0,17b	0,14b
<b>Significanci</b>		*	*	*	*
<b>a</b>	*				

<sup>z</sup>DC = Diámetro de cabeza; DT = diámetro de tallo; AP = altura de la planta; BA =Biomasa parte aérea; BPS= Biomasa Peso Seco (parte aérea)

<sup>w</sup>Medias con distinta letra en la columna son estadísticamente diferentes (Tukey,  $P \leq 0.05$ ).

<sup>NS,\*</sup> Sin Significancia  $P \leq 0.05$ .

Los resultados (Cuadro 3.17.) muestran que los tratamientos Vm-2 y Cp-2 son los que obtuvieron las mejores respuestas en todos los parámetros agronómicos, apenas existen diferencias en los resultados de ambos, a excepción del diámetro de cabeza en el que Vm-2 es tres cm superior a Cp-2.

Todos los tratamientos obtuvieron mejores resultados que el testigo por lo que podemos afirmar que ninguno de los tratamientos fue negativo para el cultivo de lechuga.

El tratamiento Bk dio resultados superiores en diámetro de cabeza, diámetro de tallo y altura de la planta, que el tratamiento Vm-1, pero este fue ligeramente superior en

peso de parte aérea y peso de parte seca, el tratamiento Cp-1 fue el que menos diferencia mostro en relación con el testigo.

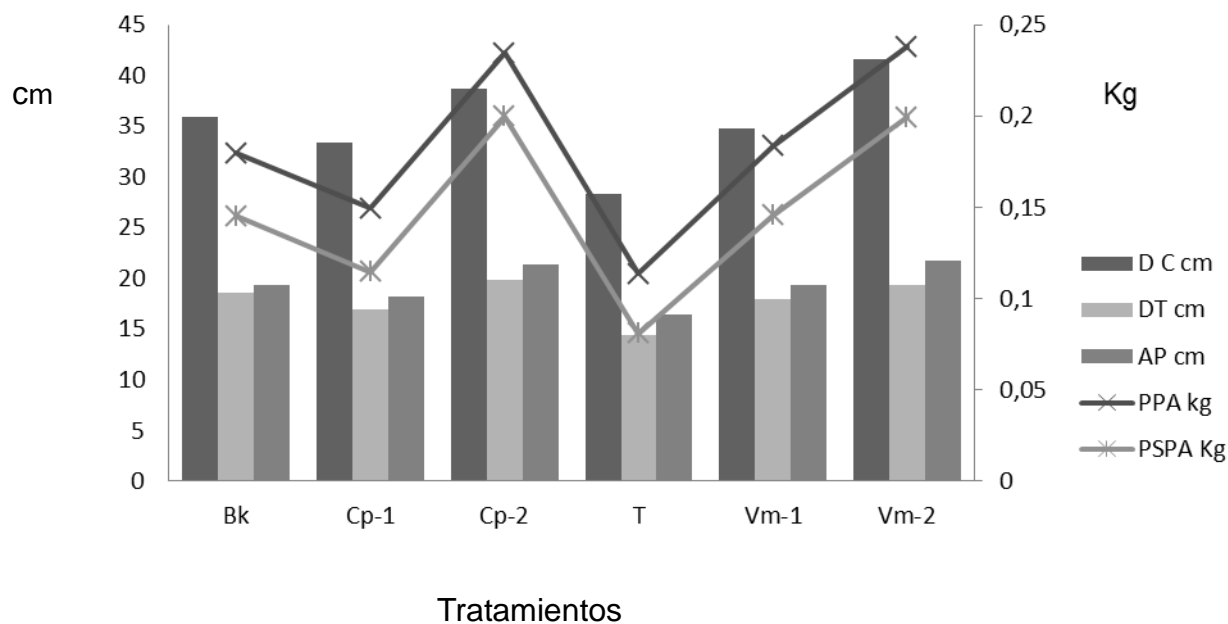


Figura 3.4. Resultados del experimento de campo en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

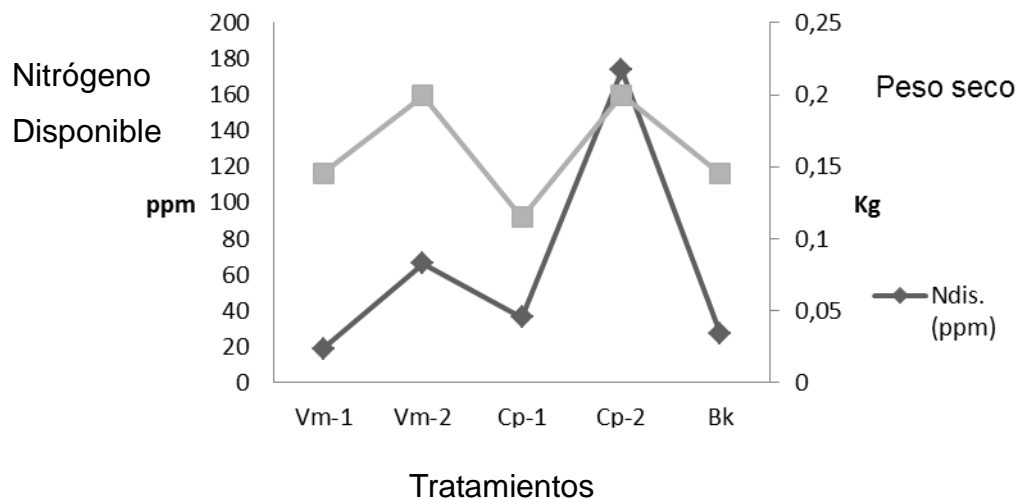


Figura 3.5. Relación entre nitrógeno disponible en los diferentes tratamientos de fertilización orgánica y pesos seco de la parte aérea de las lechugas desarrolladas en el experimento.

Fricke y Vogtmann (1993) mencionan que existe una relación directa entre el nitrógeno y la masa foliar y el peso de la lechuga los dos tratamientos que mejor respondieron

fueron los que tenían mayor cantidad de nitrógeno disponible, al tratarse de un cultivo de ciclo corto de apenas 60 días desde trasplante, los nutrientes disponibles son los que actuarán directamente sobre el crecimiento de la planta.

Este efecto se debe a la carga nutrimental que tiene los abonos, como fue demostrado en los análisis químicos (Cuadro 3.14) donde se observa una alta CE y concentraciones altas de P, K, Ca, Mg y a la posterior mineralización del N una vez aplicados al suelo. Por ello al utilizarlos como abono orgánico han dado resultados positivos, por ello la respuesta del abono Cp-2 y Vm-2 ha sido la más exitosa, y aunque muchas sustancias encontradas en compostas inmaduras pueden producir una reducción en el crecimiento de las plantas, el cual depende de la fuente del material empleado y del proceso de compostaje (Wu y Ma 2001; Wolkowski 2003) no se identificaron problemas en el desarrollo de la lechuga, posiblemente parte del amonio se transformó a nitrato durante el cultivo y la salinidad fue reducida al mezclar el material con el suelo.



Figura 3.6. Experimento realizando en Zautla, Pue.

Según Fricke and Vogtmann (1993), para prevenirla competencia de N orgánico por las plantas y los microorganismos del suelo, las compostas deben presentar una relación C/N de 18 o menos, al tratarse de un cultivo de ciclo corto no se identificaron problemas de competencia de este tipo, ya que uno de los tratamientos más exitosos (Vm-2) tiene una relación C/N de 30,59 (Cuadro 3.14.) y aunque en el presente experimento no se utilizaron fertilizantes químicos comerciales, se ha reportado que con aplicaciones relativamente altas de residuos compostados se puede suplir las necesidades de N del cultivo y producir rendimientos similares a aquellos encontrados con dosis recomendadas de fertilizante comercial (Wolkowski 2003).

Al comparar los resultados obtenidos con otros experimentos con abonos orgánicos y lechuga (*Lactuca sativa*), se encuentran similitudes en la acción de los abonos orgánicos sobre características agronómicas, como en el caso de Muñoz et al (2015) en el que el peso de las lechugas al utilizar abonos orgánicos se incrementó notablemente llegando a un peso entre 0,21 y 0,23 kg valores muy cercanos a los obtenidos en este experimento y superando los valores planteados por Gomero y Velasquez (2010).

### 3.4. Comparación con los requerimientos mínimos para comercialización

Para poder comparar las características de los materiales obtenidos con otros materiales comerciales se ha realizado una comparación con los requerimientos mínimos planteados en la norma ambiental para el distrito federal NADF-020-AMBT-2011, que establece los requerimientos mínimos para la producción de composta a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, agrícolas, pecuarios y forestales, así como las especificaciones mínimas de calidad de la composta producida y/o distribuida en el distrito federal (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2012).

Cuadro 3.18. Características generales que deben cumplir los tipos de composta (NADF-020-AMBT-2011)

<b>Parámetro</b>	<b>TIPO DE COMPOSTA</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	<b>Sustrato en viveros y sustituto de tierra para maceta</b>	<b>Agricultura ecológica y reforestación</b>	<b>Paisaje, áreas verdes urbanas y reforestación</b>
<b>Humedad</b>	-----25-35 % en peso-----		25-45 % en peso
<b>pH</b>	6.7 -7.5		----- 6.5 – 8-----
<b>Conductividad</b>	< 4 dS/m	< 8 dS/m	< 12 dS/m
<b>Materia orgánica</b>	-----> 20% MS-----		> 25% MS
<b>Relación C/N</b>	< 15	< 20	< 25
<b>Granulometría</b>	≤ 10mm	----- ≤ 30 mm-----	

Comparando la granulometría de los materiales (Cuadro 3.11.) con los del Cuadro 3.18., se observa que la mayoría de los abonos empleados tienen valores menores a 10 mm, por lo que serán aptos para viveros, en cambio los valores de pH y C/N (Cuadro 3.14) solo permiten utilizar el material para agricultura ecológica, reforestación, paisaje y áreas verdes.

Como se comentó anteriormente, los valores de conductividad eléctrica son muy altos por lo que estos serán aptos para agricultura, reforestación y paisajismo, pero no para su uso en vivero.

Únicamente Vm-1 y Cp-2 tienen valores de C/N inferiores a 20, valores aptos para agricultura ecológica, los demás abonos tienen valores superiores a los recomendados para agricultura.

#### **4. CONCLUSIONES**

Una vez caracterizado el municipio de Zautla su diversidad geográfica y sus particularidades agrícolas quedo demostrado que parte de los residuos orgánicos producidos en los agroecosistemas del municipio no son utilizados como abonos orgánicos y que muchas veces las técnicas de compostaje no son las adecuadas para los objetivos planteados.

Una vez procesados los materiales y estudiadas sus características físicas y químicas se determinó que ninguno de los abonos orgánicos obtenidos cumple con los estándares de calidad necesarios para ser utilizados como sustrato en semillero, y aunque algunas de las características de los materiales son adecuadas los valores de conductividad eléctrica son muy superiores a los recomendados limitando el crecimiento de las plántulas. Los abonos con mejores características para ser utilizados como sustratos fueron la vermicomposta de estiercol (Vm-2) y el Bokashi (Bk) y tras realizar varias mezclas del material con serrín siguieron sin obtener valores adecuados de salinidad para ser utilizados como sustratos para semillero.

También se puede asegurar que tras realizar el experimento de campo tanto la vermicomposta de estiercol (Vm-2) como el composta de purín de cerdo (Cp-2) mejoraron las características agronómicas en la producción de lechuga, mostrando diferencias significativas frente a la vermicomposta de restos domésticos (Vm-1), composta tradicional (Cp-1), bokashi (Bk) y al testigo.

A pesar de que los materiales obtenidos no cumplirían con estándares comerciales de calidad, la mejora de la producción utilizando abonos orgánicos ha quedado demostrada, por lo que la utilización de abonos orgánicos en el municipio de Zautla, Puebla, mejorara la producción de alimentos, por lo que es recomendable que se mejore la gestión de los residuos orgánicos y las técnicas de compostaje y vermicompostaje en el municipio de Zautla



## 5. LITERATURA CITADA

Abad, M., P. Noguera, y M. Segura. 1999. Los sustratos para el semillero hortícola. Compendios de horticultura nº 13. Ediciones de horticultura. 59-68.

Abad, M., P. Noguera y C. Carrión. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. Tratado de Cultivo Sin Suelo. M. Urrestarazu, Mundi-Prensa, Madrid. 113-158.

Allison, L. 1983. An ecological analysis of home garden (Huertos Familiares) in two Mexican villages. Tesis de maestría en biología. Universidad de Santa Cruz, California. 55

Altieri, M. A., and Merrick L. 1987. In situ conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economic Botany* 41(1): 86-96.

Altieri, M.A. 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor Farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SAE). 2010. Producción vegetal ecológica, volumen 1. 5,6

Ansorena, M. J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización, Mundi-Prensa. Madrid, España. 25-70.

Benítez M., Fornoni J., García-Barrios L. y López Martínez R. 2014. Networks in agroecology". *Frontiers in Ecology, Evolution and Complexity*. Editorial Copit. 43

Bueno, M. 2004. Como hacer un buen compost, manual para horticultores ecológicos. La fertilidad de la tierra. Navarra. 3-10

Bunt, A. C. 1988. Media and mixes for container-grown plants. Unwin Hyman Ltd., Great Britain. 17-78.

Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas. Madrid España. 52-315.

Caballero, J. 1992 Maya Homegardens: Past, Present and Future. Revista Etnoecológica 1:135-55.

Cabrera, R. I. 1995. Fundamentals of container media management, Part. 1. Physical properties. Rutgers Cooperative Extension.950:4.

Carabias, J.1993. Hacia un modelo de desarrollo sustentable. Documento de trabajo, SEMARNAT. México. 44-59-

Castillo, J.E., F. Herrera., R.J. López., F.J. López., L. López, E. Fernández. 2004. Municipal solid waste (MSW) composts as a tomato transplant medium. Compost Science and Utilization. 12:86–92.

CONEVAL. 2012. Informe de pobreza y evaluación en el estado de Puebla. Consejo Nacional De Evaluación De La Política Nacional. Puebla, Puebla, México 3: 22-23.

Cuanalo, H. y Guerra, R. 2008. Homegarden production and productivity in a Mayan Community of Yucatan.: Human Ecology. 36:423-433.

Cuevas, J., Seguel, O., Ellies, A. y Dörner, J. 2006. Efectos de las enmiendas orgánicas sobre las propiedades físicas del suelo con especial referencia a la adición de lodos urbanos. Rev. Ciencia Suelo Nutr. Veg. 6 (2): 1-12.

De Boodt, M., O. Verdonck and I. Cappaert. 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrates. Acta Hort. 37: 2054-2062.

FAO, 1996 Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial y Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación; Cumbre Mundial sobre la Alimentación, Roma (Italia) 43

FAO, 2004 El estado de la inseguridad alimentaria, Roma (Italia).86.

FAO. 2009. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. SOFI.Roma(Italia).23-34

FAO, 2011. Elaboración y uso del bokashi, programa para la seguridad alimentaria en El Salvador, C.A. 4

Ferruzzi, C. 1987. Manual de lombricultura. Madrid. España. Ed. Mundiprensa. p. 138

Fitzpatrick, G. 2005. Utilización de los compost en los sistemas de cultivo de plantas ornamentales, viveros y semilleros. Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola. Coordinadores, P. J. Stoffella, B. A. Kahn 6:135-150.

Fuentes, D. D. 2002 Evaluación de compost procedentes de purines para la producción de planta forestal y ornamental". Porcinos, 71: 57-79

Fricke. K. y Vogtmann. H 1993. Quality of source separated compost. BioCycle. ProQuest Agriculture Journals. 34 (10): 64.

Gispert, M., Gómez A y Núñez A 1993. Concepto y manejo tradicional de los huertos familiares en dos bosques tropicales mexicanos. Leff, Enrique y Julia Carabias (Coords.) Cultura y manejo de los recursos naturales. México: Miguel Ángel Porrúa y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Vol. II: 576-623.

Gomero, O., Velasquez, H. 2010 Manejo ecológico de suelos: Conceptos, experiencias y técnicas. Alcantara Lima , Peru. 25-29.

González. J. 2003 Cultura y agricultura. Transformaciones en el agro mexicano. México: Universidad Iberoamericana 54-70

Handreck, K. 1983. Particle size and the physical properties of growing media for containers. Soil science and plant analysis. 14:209-222.

Handreck, K. and Black, N. 1991. Growing Media for Ornamental Plants and Turf, New South Wales University Press, Kensington, NSW. 11-57.

Handreck, K. and Black, N. 2005. Growing Media for Ornamental Plants and Turf. University of New South Wales Press. 3-27.

Haug, R.T. 1993. The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishers. Boca Raton. Florida. 25-28

Hernández, A., Castillo, H. y Ojeda D. 2010. Effect of Vermicompost and Compost on Lettuce Production. *Chilean J. Agric. Res.* 70: 4. 583-589

Iglesias, J. E. y V. Pérez. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity: A review. *Biological wastes*, 27:115-142.

INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Zautla, Puebla. Clave geoestadística 21212

Kale, R.D., Mallesh, B.C., Bano, K. and Bagyaraj, D.J. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy field. *Soil Biol. Biochem.* 24:1317-1320.

Labrador, J. 2009. Agroecología, fertilidad y meditarrenidad; Departamento de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra. Escuela de Ingenierías Agrarias. Universidad de Extremadura. Badajoz. 3-5.

Lope A. 2007. Gendered production spaces and crop varietal selection: case study in Yucatán, México”, *Singapore Journal of Tropical Geography* 28: 21-38.

Mariaca M., R., González A. y Lerner M. 2007. El huerto familiar en México: avances y propuestas. López-Olguín J. F., A. Aragón G. y A. M. Tapia R. (eds.). *Avances en Agroecología y Ambiente*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 119-138.

Millaleo, R., Montecinos, C., Rubio, R., Contreras, A. y Borie, F. 2006. Efecto de la adición de compost sobre propágulos micorrícicos arbusculares en un suelo volcánico del centro sur de Chile. *Rev. Ciencia Suelo Nutr. Veg.* 6 (3):26-39.

Moctezuma S. 2010. Una aproximación al estudio del sistema agrícola de huertos desde la antropología. *Ciencia y sociedad Volumen XXXV, Número 1* 47-65.

Muñoz, J. M., Muñoz, J. A. y Consuelo, R. 2015. Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayan, Cauca *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol. 13 Issue 1. 73-82.

Nakasaka, K., Nag, K. y Karita, S. 2005. Microbial succession associated with organic matter decomposition during thermophilic composting of organic waste. *Waste Manag. Res.* 23 (1): 48-56.

Nava, S. 1992. Producción intensiva de lechuga (*Lactuca sativa*) en hidroponía bajo invernadero revista Universidad autónoma de Chapingo.

Navarro, G. G. 2003. Química agrícola el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. 7:119-131.

Nogales, J. y Domínguez, S. 2008. Compostaje / coord. por Joaquín Moreno Casco y Raúl Moral Herrero, 187-208

Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. 2012. Norma ambiental para el Distrito federal NADF-020-AMBT-2011,

Oldeman, L.R. 1998. Guidelines for general assessment of the status of human-induced soil degradation. Working paper 88/4. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC). Wageningen. 30-33.

Ozores,

H. M., T. Obreza, y G. Houchmut. 1998. Using composted waste on Florida vegetable crops. *Horttechnology* 8: 130-137.

Patrón, I. J.C. , y Pineda, P. J. 2014. Capítulo 3. Características químicas de los sustratos. En *Sustratos para el crecimiento de plantas*. Patrón , I, J.C. y Pineda, P.J. (Eds.). Datos Sin publicar.

Programa estratégico para la seguridad alimentaria, En: <http://www.pesamexico.org/>

Pineda, P. J. y J.C. Patrón. 2014. Capítulo 2. Características físicas de los sustratos. En *Sustratos para el crecimiento de plantas*. Patrón, I. J.C. y Pineda, P.J. (Eds.). Datos sin publicar.

Porta, J. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente Mundi-Prensa 5:140-153.

Prasad, M. and D. NíChualáin. 2004. Relationship between particle size and air space of growing media. *Acta Hort.* 648:161-166.

Promoción y Desarrollo Rural, A.C. 1998. (PRODES) Dignidad y calidad de vida en comunidades campesinas: propuesta de desarrollo para el municipio de Zautla, en la Sierra Norte del estado de Puebla.10-30.

Promoción y Desarrollo Rural, A.C.(PRODES) 2006. Revisión del plan indicativo para el desarrollo regional para el municipio de Zautla, en la Sierra Norte del estado de Puebla. 5-30.

Quispe, T. Astillo L. 2010 Uso de abonos orgánicos en la producción de Lechuga (*Lactuca sativa*), variedad Grek 659. Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental.7-8

Raymond, D.A., C. Chong, and R. Voroney. 1998. Response of four container grown woody ornamentals to immature composted media derived from waxed corrugated cardboard. *Compost science and utilization.* 2:67-74.

Raviv, M. R. Wallach, A. Silber, S. Medina and A. Kranovsky, 1999. The effect of hydraulic characteristics of volcanic materials on yield of roses grown in soilless culture. *Hort. Sci.* 124:205-209.

Reijntjes C., Haverkort P. y Waters-Bayer A.1992. *Farming for the future.*MacMillan Press Ltd.,London.55

Ribeiro, H.M., E. Vasconcelos, y. Santos J.Q. 2000. Fertilization of potted pelargonium with a municipal solid waste compost. *BioresourceTechnology.* 73:247–249.

SAGARPA,2014 Programa Integral de Desarrollo Rural 2014 Componente de Agricultura Familiar Periurbana y de Traspatio. <http://www.agriculturafamiliar.mx>

Sánchez, C.T., A. Alderete., V.Cetina y J. López. 2008. Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. *Madera y bosque.* 14:41-49.

Sánchez, M.A., Roig, A., Cegarra, J., Bernal, M.P., Noguera, P., Abad, M., Antón, A., 2004. Composts as media constituents for vegetable transplant production. *Compost Science and Utilization* 12:161–168.

Saña, J., Soliva, M. 1987. El compostatge: procés, sistemes i aplicacions. *Quaderns d'Ecologia Aplicada*, 11. Diputació de Barcelona, Servei del Medi Ambient. 96

SEMARNAT y Colegio de Postgraduados 2003. Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hombre en la República Mexicana, Memoria Nacional, México. 15-29.

SEMARNAT-UACH, 2003. Evaluación de la pérdida de suelos por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana. Escala 1: 1 000 000. Memoria 2001-2002. México. 70-73

SIAP 2014 EN : <http://www.siap.gob.mx/>

Suler, D.J. y S. Finstein. 1997. Effect of temperature, aeration, and moisture on CO<sub>2</sub> formation in Bench- Scale, continuously Thermophilic composting of solid waste. *Appl Environ Microbiol.* 33:345-350.

Terrones, R.; Rosario L. T., Hernández, M. M. A. y Ríos, R. S. A. 2009. Educación ambiental en traspatios agroforestales con arbustivas nativas: espacios para amortiguar la desertificación. INIFAP-CIRCE. Campo Experimental Bajío. 10 p.

Terry, E., Ruiz J. y Tejeda T. 2011 Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca Sativa*) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. *Cultivos tropicales*, vol.32, n.1. 28-37

Teuber, N., Alfaro, M., Salazar, F. y Bustos, C. 2005. Sea salmon sludge as fertilizer: effects on a volcanic soil and annual ryegrass yield and quality. *Soil Use Manag.* 21: 32-434.

Thompson, H. C. y W. C. Kelly. 1957. *Vegetable crops*. H. McGraw 147-165.

Toledo, V. M., Narciso B., García E. y Alarcón P. 2008. Uso múltiple y biodiversidad entre los Mayas yucatecos(México)", *Interciencia*, Vol. 33, 5.

Torrentó, M. S., Martínez, M. L., & Pujol, Ó. H. 2008. 3. Antecedentes y fundamentos del proceso de compostaje. *Compostaje*, 75.

Urrestarazu, M., M. Abad, P. Noguera, y C. Carrion. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: *Tratado de Cultivo Sin Suelo*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 1-25.

Velasco, M. 2000. *Sobrevivencia en los semidesiertos mexicanos*. AGT Editor, S.A. Campus Monterrey. Monterrey, N. L., México. 80-140

UNICEF 2015. Pobreza y desigualdad. Disponible en: <http://www.unicef.org/mexico/spanish/17046.htm>

USDA., 1975. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. *Soil taxonomy, USDA agriculture handbook*. 7:438.

Wolkowski, R 2003. Nitrogen management considerations for land spreading municipal soil waste compost. *J. Environ. Qual.* 884-886

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

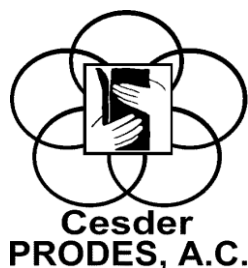




## **ANEXOS**

**Anexo 1. Encuesta**

**Anexo 2 Determinaciones de laboratorio**



**Proyecto de investigación: milpa, seguridad alimentaria, potencial productivo y SIPAM**

Nombre del entrevistado: \_\_\_\_\_

Junta auxiliar/Localidad/Ejido: \_\_\_\_\_

**I. INFORMACION SOCIODEMOGRÁFICA**

Anote el parentesco, sexo, edad, estado civil y escolaridad de cada uno de los miembros de la familia que viven con Usted.

Cod.	Parentesco	Sexo	Edad	Estado civil	Escolaridad
Entrevistado					
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					

¿Habla alguna lengua materna? Si ( ) No ( ) ¿Cuál? \_\_\_\_\_

De l@s hij@s casad@s ¿algun@s construyeron su vivienda en su solar? Si ( ) No ( ) ¿Diga quiénes? ( ) ( ) ( )

De l@s hij@s casad@s ¿algun@s dependen económicamente de Usted? Si ( ) No ( ) ¿Diga quiénes? ( ) ( ) ( )

**II. INFORMACIÓN ECONÓMICA**

**2.1. Ingresos por otras actividades productivas**

Además de sembrar maíz ¿qué otro tipo de actividad económica efectúa Usted?

Actividad (por orden importancia)	Ingreso/anual (\$)

## 2.2. Emigración

¿Algún miembro de su familia ha emigrado? Si ( ) No ( )

### 2.2.1. Características de los migrantes y remesas enviadas

Cod.	¿Durante qué periodo trabaja(n) fuera de la comunidad? <sup>1</sup>	¿A qué lugar emigró?	Cantidad de dinero que recibió de familiares que emigraron (\$)

<sup>1</sup> El periodo que trabajan fuera de la comunidad puede ser de: hasta seis meses, de seis-doce meses y > de doce meses.

### 2.3. Otros ingresos

Además de los ingresos que tiene como productor ¿Obtiene Usted otros ingresos?

Tipo de ingreso	Cantidad/año (\$)	Tipo de ingreso	Cantidad/año (\$)
Subsidios		Otros	
Donaciones		Otros	

## III. CONSUMO

¿Cuánto gastó la semana pasada para la compra de alimentos? \$ \_\_\_\_\_

¿Con que periodicidad compra ropa? \_\_\_\_\_ Mes/años ¿Cuánto gastó? \$ \_\_\_\_\_

¿Con que periodicidad compra zapatos? \_\_\_\_\_ Mes/años ¿Cuánto gastó? \$ \_\_\_\_\_

¿Con que periodicidad mejora su vivienda? \_\_\_\_\_ Mes/años ¿Cuánto gastó? \$ \_\_\_\_\_

El mes pasado cuánto gastó en:				En el último año cuánto gastó o invirtió en:			
Gas	\$	Leña	\$	Educación	\$	Salud	\$
Luz	\$	Gasolina	\$	Festividades	\$	Otros gastos	\$
Agua	\$	Pasajes	\$	Otros gastos	\$	Otros gastos	\$
Teléfono	\$	Otro gasto	\$	Otros gastos	\$	Otros gastos	\$

## IV. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

Su casa tiene paredes de:	Su casa tiene techo de:	¿Cuántos cuartos tienen su vivienda?	Su casa tiene piso de:
Su casa tiene luz eléctrica:	Su casa tiene Agua potable:	Su casa tiene drenaje:	Su casa tiene letrina <sup>1</sup> :

<sup>1</sup> Si no tiene letrina anotar no y si tiene hay que anotar el tipo de letrina que tiene y el lugar donde se encuentra (habitación/solar).

En su casa cuenta con:

A) Radio ( )	F) Microondas ( )
B) Televisión ( )	G) Refrigerador ( )
C) Video/ DVD ( )	H) Licuadora ( )
D) Teléfono/celular ( )	I) Otro ( )
E) Estufa ( )	J) Otro ( )

## V. TENENCIA DE LA TIERRA

Superficie, tipo de tenencia y cultivo que sembró en 2012 en cada una de sus parcelas

Núm. parcela	Superficie/Ha	MRCP <sup>1</sup>	Tenencia <sup>2</sup>	Cultivo sembrado

<sup>1</sup> Minutos recorridos de la casa a la parcela.

<sup>2</sup> Tenencia de la tierra: puede ser propia, ejidal, comunal, a medias, al tercio y prestada.

## VI. MANEJO DEL CULTIVO

La pendiente del suelo donde siembra es: Mucha ( ) Poca ( ) No tiene ( )
¿Qué tipo de suelo predomina(n) en su parcela?
¿Su parcela cuenta con riego? Si ( ) No ( )

### 6.1. Preparación del suelo

¿Cuáles son las actividades que lleva a cabo en la preparación del suelo?

Actividad	Mes	Yunta/Tractor/Manual	Animal/Instrumento <sup>1</sup>
Chapeo			
Barbecho			
Rastro			
Surcado			
Otro			

<sup>1</sup> Sólo si la respuesta es yunta o manual, anote el tipo del animal o instrumento utilizado.

### 6.2. Siembra

¿Cuáles son los cultivos y manejo, que comprende la siembra de la milpa?

Cultivo	Mes/edad <sup>1</sup>	Tractor/yunta/Manual	Animal/Instrumento <sup>2</sup>
Maíz			
Frijol			
Haba			
Arvejón			
Calabaza			
Frutal 1			
Frutal 2			

<sup>1</sup> Edad: se refiere al número de años que tienen los frutales.

<sup>2</sup> Si la respuesta es yunta o manual, anote el tipo del animal o instrumento usado.

#### 6.2.1. Densidad de plantas por hectárea.

¿Qué distancia deja entre surcos y mata en la siembra de los cultivos incluidos en la milpa?

Cultivo	Dist./surcos	Dist./matas	Plantas/mata
Maíz			
Frijol			
Haba			
Arvejón			
Calabaza			
Frutal 1			
Frutal 2			

#### 6.2.2. Maíz

¿Cuáles son las características de la semilla de maíz que utiliza en la siembra de la milpa?

Nombre de variedad	Color	Ciclo planta	Altura	Origen <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Se refiere a si la semilla sembrada fue comprada, obtenida de la cosecha anterior o fue un intercambio.

#### 6.2.3. Frijol

¿Cuáles son las características de la semilla de frijol que utiliza en la siembra de la milpa?

Nombre de variedad	Color	Ciclo planta	Tipo <sup>1</sup>	Origen <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Se refiere a si es enredador o erecto. <sup>2</sup> Se refiere a si la semilla sembrada es propia, comprada o intercambiada.

### 6.2.4. Calabaza

¿Cuáles son las características de la semilla de calabaza que utiliza en la siembra de la milpa?

Nombre de variedad	Color	Ciclo planta	Tipo

### 6.3. Labores de cultivo

¿Cuáles son las labores de cultivo que Usted efectúa en su milpa?

Labor de cultivo	Días a: <sup>1</sup>	Tractor/yunta/Manual	Animal/Instrumento <sup>2</sup>
Primera			
Segunda			
Tercera			

<sup>1</sup> Se refiere al número de días que transcurrieron entre la siembra y la ejecución de la labor de cultivo correspondiente. <sup>2</sup> Sólo si la respuesta es yunta o manual, anote el tipo de animal o instrumento utilizado.

### 6.4. Uso de herbicidas

¿Utiliza algún herbicida para controlar la mala hierba? Si ( ) No ( )

Tipo herbicida	Tipo de maleza	Dosis/hectárea		Fecha aplicación
		L/Kg herbicida	Litros agua	

### 6.5. Uso de fertilizantes

¿Aplica fertilizantes a su cultivo? Si ( ) No ( )

Tipo Fertilizante	Dosis/hectárea		Fecha aplicación
	Núm. bultos	Dosis/ha	

### 6.6. Uso de abono orgánico

¿Aplica abono orgánico a su cultivo? Si ( ) No ( )

Tipo de abono	Kg/ha	Origen <sup>1</sup>	Fecha de aplicación	Forma aplicación <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Se refiere a si el abono es comprado, si es obtenido de sus propios animales, si es regalado o intercambiado.

<sup>2</sup> Se refiere a si es esparcido en toda el área de siembra o si es aplicado a cada una de las matas.

### 6.7. Uso de insecticidas/fungicidas

¿Su cultivo es afectado por plagas o enfermedades? Si ( ) No ( ). Mencione cuales.

Plaga/enfermedad	PPD <sup>1</sup>	Combate <sup>2</sup>	Dosis/hectárea <sup>3</sup>		Práct. Agroec. <sup>4</sup>	FAP <sup>5</sup>
			L/Kg Prod	Litros agua		

<sup>1</sup> Parte de la planta dañada. <sup>2</sup> Si se combate, colocar el tipo de insecticida utilizado. <sup>3</sup> Se refiere al manejo convencional de plagas/enfermedades (dosis del insecticida utilizado). <sup>4</sup> Se refiere al empleo de prácticas agroecológicas en el manejo de plagas/enfermedades, tales como el uso de insecticida natural, trampas, etc. <sup>5</sup> Fecha de aplicación del producto.

## 6.5. Rendimientos por hectárea y destino de la cosecha

¿Cuántos Kilogramos por hectárea obtiene en la cosecha?

Cultivo	Rend/ha (Kg/ha)	Fecha (mes)	Destino de la producción <sup>1</sup>	Forrajes <sup>2</sup> /leña (Kg)
Maíz				
Frijol				
Haba				
Albejón				
Calabaza				
Frutal 1				
Frutal 2				

Indicaciones de llenado. <sup>1</sup> Destino de la producción: A= Autoconsumo, V= Venta, ACV= Autoconsumo y venta. I= Intercambio, PC= Preparación de conservas. <sup>2</sup> Forrajes: AG= Alimentación de ganado, VF= Venta de forraje. En leña: V= Venta y A= Autoconsumo. Es posible que coincidan distintas letras en cada uno de los cultivos.

## VII. RELACIÓN FAMILIA-AGROECOSISTEMA MILPA

¿Aprovecha otras plantas que crecen en la milpa? Si ( ) No ( )

Nombre común	Usos <sup>1</sup>					Parte de la planta <sup>2</sup>						
	M	F	C	CO	O	H	T	F	R	P	O	

Indicaciones de llenado. <sup>1</sup>Usos: M= Medicinal, F= Forraje, C= Comestible, Co= Condimentos, O= Otros.

<sup>2</sup> Parte de la planta: H= Hoja, T= Tallo, F= Flor, R= Raíz, P= Polen O= Otros.

Nota se pondrá la letra que corresponde y si es medicinal para que se utilizan.

## VIII. EMPLEO DE TÉCNICAS CAMPESINAS

### 8.1. Rotación de cultivos

¿En el ciclo agrícola pasado en su parcela sembró un cultivo distinto al de este año? Si ( ) No ( )

¿Diga cuáles?-----

### 8.2. Prácticas de conservación de suelos y aguas

¿En su parcela acostumbra a realizar prácticas de conservación? Si ( ) No ( )

¿Diga cuáles?-----

## IX. DISPONIBILIDAD AL CRÉDITO

¿Para cultivar el maíz obtuvo algún crédito? Si ( ) No ( )

¿Qué institución/persona le otorgó el préstamo?-----

¿Qué cantidad de dinero le prestaron? \$-----

#### X. DISPONIBILIDAD A LA ASISTENCIA TÉCNICA

¿Para cultivar el maíz recibió asesoría técnica? Si ( ) No ( )

¿Qué institución le otorgó la asesoría técnica?-----

¿Acostumbra a leer folletos técnicos relacionados con la siembra de maíz? Si ( ) No ( )

#### XI. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPO AGRÍCOLA

¿Qué tipo de maquinaria, equipo e infraestructura agrícola posee Usted?

Maquinaria y equipo	Cantidad	Propiedad	Maquinaria y equipo	Cantidad	Propiedad <sup>1</sup>
Azadones			Niveladoras		
Hoces			Fertilizadores		
Machetes			Aspersores manuales		
Talachos			Fumigadores		
Palas			Sistema de riego		
Yunta			Remolque		
Tractor			Bodegas		
Arados			Camioneta		
Rastras			Otro equipo		
Sembradoras			Otro equipo		

<sup>1</sup> Indicaciones de llenado de propiedad: P= Propiedad. C= Comunal.

#### XIV. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ACTIVIDADES POR SEXO

Actividad	Jornales de la familia		Asalariad@s			Costo servicio/insumo (\$)	
	M	H	M	H	\$	Unitario <sup>1</sup>	Total/Ha
Chapeo							
Barbecho							
Rastra							
Surcado							
Siembra							
Compra semillas							
Primera labor							
Segunda Labor							
Tercera labor							
Herbicida 1							
Herbicida 2							
Fertilizante 1							
Fertilizante 2							
Insecticida 1							
Insecticida 2							
Traslado insumos							
Corte de hoja							
Cosecha							
Traslado de cosecha							
Desgranado							
Otro costo							

<sup>1</sup> Se refiere al costo del insumo por unidad (hectárea, bulto de fertilizante, litro de herbicida, etc.). CT = Costo de traslado de donde se adquirió.

#### X. MANEJO DE LA POSTCOSECHA

¿Utiliza algunos productos para conservar su cosecha? Si ( ) No ( )

Cultivo	Lugar Almacenamiento	Conservación de cosecha				
		Si	No	Producto	Dosis (L/KG)	Mes aplicación
Maíz						
Frijol						
Haba						
Arvejón						
Calabaza						



**XI. COMPONENTES DEL TRASPATIO** (en la hoja anexa, elabore un croquis del traspatio con todos sus componentes)

¿Su vivienda cuenta con traspatio o solar? Si ( ) No ( )

¿Qué medidas tiene su traspatio? Largo ----- m. Ancho ----- m Total M<sup>2</sup>-----

¿Normalmente quien trabaja el traspatio? \_\_\_\_\_

**11.1. Cultivos agrícolas**

**11.1.1. Cultivos anuales**

¿Siembra algún cultivo anual en su traspatio? Si ( ) No ( )

Tipo Cultivo	Área/Núm.	Rend.	Manejo						
			TSS	AH	AAS	AAO	AIF	AC	RC

TSS = tipo de semilla sembrada; AH = Aplicación herbicida; AAS = Aplicación de abono sintético; AAO = Aplicación de abono orgánico; AIF = aplicación de insecticidas y fungicidas; AC = Asociación de cultivos; RC = Rotación de cultivos.

**11.1.2. Frutales**

¿Siembra algún tipo de frutal en su traspatio? Si ( ) No ( )

Especie	Núm.	Rend/árbol	Destino producción <sup>1</sup>	Manejo				
				DA <sup>2</sup>	Poda	Fert.	CP/E <sup>3</sup>	Riego

<sup>1</sup> Indicaciones de llenado. Destino de la producción: A= Autoconsumo, V= Venta, ACV= Autoconsumo y venta. I= Intercambio, PC= Preparación de conservas. Es posible que coincidan distintas letras en cada uno de los cultivos. <sup>2</sup> Distancia entre árboles.

<sup>3</sup> Control/combate de plagas y enfermedades.

**11.1.3. Cultivos hortícolas**

¿Siembra alguna hortaliza en su traspatio? Si ( ) No ( )

Especie	Área	Rend.	Destino producción	Manejo						
				TSS	AH	AAS	AAO	AIF	AC	RC

TSS = tipo de semilla sembrada; AH = Aplicación herbicida; AAS = Aplicación de abono sintético; AAO = Aplicación de abono orgánico; AIF = aplicación de insecticidas y fungicidas; AC = Asociación de cultivos; RC = Rotación de cultivos.

**11.1.4. Plantas medicinales**

¿Siembra alguna planta medicinal en su traspatio? Si ( ) No ( )

Nombre	Usos medicinales	Preparación	Dosis	Otros usos <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Indicaciones de llenado de Otros usos: E= Extracto vegetal, A= ahuyentador/atracción de insectos, C= comestibles, L= limpias, O= otros.

### 11.1.5. Plantas arbóreas o leñosas.

¿Siembra alguna planta forestal o leñosa en su traspatio? Si ( ) No ( )

Nombre	Usos	Destino <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Indicaciones de llenado: A= autoconsumo, V= Venta, AC= autoconsumo y venta, I= Intercambio.

### 11.1.6. Plantas ornamentales

¿Siembra alguna planta ornamental en su traspatio? Si ( ) No ( )

Nombre	Número/Área	Destino <sup>1</sup>	Otros usos <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Indicaciones de llenado: Destino: A= autoconsumo, V= Venta, AC= autoconsumo y venta, I= Intercambio.

<sup>2</sup> Otros usos: Extracto vegetal, ahuyentador/atracción de insectos, comestibles, limpias, etc.

### 11.2. Componente pecuario

¿Qué tipo de ganado posee Usted en su traspatio?

Tipo de animal	Cantidad	Ubicación <sup>1</sup>	Alimentación <sup>2</sup>	Destino <sup>3</sup>	Propósito <sup>4</sup>
Bovinos					
Equino					
Mula					
Burro					
Porcino					
Ovino/Caprino					
Guajolotes					
Gallinas					
Conejos					
Abejas					
Otros					

Indicaciones de llenado: <sup>1</sup>Ubicación: T= Traspatio, LP= Libre pastoreo, M= Mixto. <sup>2</sup> Alimentación: AC= alimento concentrado, FC= forraje comprado, FAE= forraje del agroecosistema, FC= forraje del campo, G= granos, R= residuos. <sup>3</sup> Destino: A= autoconsumo, V= Venta, AC= autoconsumo y venta, I= Intercambio. <sup>4</sup> Propósito: L= leche, C= carne, H= huevo, L= lana, P= piel, M= mixto.

#### 11.2.1. Manejo pecuario

¿Cuál es el manejo que aplica a su ganado?

Especie	Vacunas	Desparasitante	Vitaminas	Marcaje	Arete	Castración	Maquila	Otro
Bovinos								
Equino								
Mula								
Burro								
Porcino								
Ovino/Caprino								
Guajolotes								
Gallinas								
Conejos								
Abejas								

Otros									
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### 11.3. Manejo de invernaderos

¿En su traspatio posee algún invernadero? Si ( ) No ( )

Área (M <sup>2</sup> )	Tenencia	Cultivos sembrados	Manejo del cultivo <sup>1</sup>	Rendimiento

<sup>1</sup> Indicaciones de llenado: El invernadero puede ser manejado de forma tradicional, hidropónica, orgánica, etc.

### 11.4. Manejo de residuos orgánicos

¿En su Hogar reciclan residuos orgánicos? Si ( ) No ( )

Residuos		Destino de los residuos			
Tipo	Cantidad	Alim. Ganado	Fert. Directa	Elaboración de composta <sup>1</sup>	Otro destino <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Se refiere al tipo de composta que se elabora: lombricomposta, bocashi u otro tipo.

<sup>2</sup> Se refiere a si es incinerado, se vierte en algún lugar controlado o se vierte sin ningún control.

### 11.5. Otros componentes del traspatio

¿Qué tipos componentes posee Usted en su traspatio?

Componentes	Núm.	M <sup>2</sup>	Material de construcción
Viviendas			
Temazcal			
Almacenes			
Letrinas			
Cisterna			
Pozo			
Tanque			
Estufa Lorena			
Horno para pan			
Área de compostas			
Invernaderos			
Corrales, establos			
Otro componente			
Otro componente			

## XII. RELACIÓN FAMILIA CAMPESINA-NATURALEZA

¿Qué plantas silvestres aprovecha del campo?

Nombre común	Usos <sup>1</sup>					Parte de la planta <sup>2</sup>						
	M	F	C	CO	O	H	T	F	R	P	O	

<sup>1</sup> Usos: M= Medicinal, F= Forraje, C= Comestible, Co= Condimentos, O= Otros.

<sup>2</sup> Parte de la planta: H= Hoja, T= Tallo, F= Flor, R= Raíz, P= Polen O= Otros.

Nota se pondrá la letra que corresponde y si es medicinal para que se utilizan.

¿Qué animales silvestres aprovecha del campo?

Nombre común	Destino <sup>1</sup>	Nombre común	Destino

<sup>1</sup> Indicaciones de llenado: Destino: A= autoconsumo, V= Venta, AC= autoconsumo y venta, I= Intercambio.

¿Qué otros productos aprovecha del campo?

Nombre común	Destino	Nombre común	Destino

**XIII) FESTIVIDADES AGRÍCOLAS**

¿Cuáles festividades lleva a cabo durante el ciclo agrícola de la milpa?

Tributo/petición a:	Fecha	Lugar	Descripción

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## Anexos

### Anexo 1. Croquis del traspatio.

### Anexo 2. INFORMACION SOCIODEMOGRÁFICA

Anote el parentesco, sexo, edad, estado civil y escolaridad de cada uno de los miembros de la familia que viven con Usted.

Cod.	Parentesco	Sexo	Edad	Estado civil	Escolaridad
Entrevistado					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					

### Anexo 3. RELACIÓN FAMILIA-AGROECOSISTEMA MILPA

¿Aprovecha otras plantas que crecen en la milpa? Si ( ) No ( )

Nombre común	Usos <sup>1</sup>					Parte de la planta <sup>2</sup>					
	M	F	C	CO	O	H	T	F	R	P	O

<sup>1</sup> Usos: M= Medicinal, F= Forraje, C= Comestible, Co= Condimentos, O= Otros.

<sup>2</sup> Parte de la planta: H= Hoja, T= Tallo, F= Flor, R= Raíz, P= Polen O= Otros.

Nota se pondrá la letra que corresponde y si es medicinal para que se utilizan.

## **Determinaciones de laboratorio**

Pineda, P. J. y J.C. Patrón.2014. Capítulo 2. Características físicas de los sustratos. En Sustratos para el crecimiento de plantas. Patrón, I. J.C. y Pineda, P.J. (Eds.). Datos sin publicar.

### **Determinación de las características físicas usando porómetros**

#### **. Principio del uso de porómetros**

Varios investigadores (Drzal *et al.*, 1999; Gabriëls *et al.*, 1991; Handreck y Black 2005; Fonteno y Bilderback, 1993; y Ansorena, 1994) han propuesto el uso de porómetros para medir las principales características físicas de los sustratos. Esta metodología es sencilla, tiene buena precisión y es de bajo costo, por lo que puede desarrollarse fácilmente en los laboratorios de análisis físicos de sustratos. Con el uso de porómetros se mide la retención de humedad y la capacidad de aireación de los sustratos, pero no se determina qué cantidad de esa agua estará disponible para las plantas. Con este método solo se conoce la capacidad de retención de agua y de aireación después que el sustrato ha sido saturado y dejado drenar libremente.

En todos los porómetros se aplica el mismo principio: los materiales húmedos se acomodan en el interior de un cilindro de volumen conocido usando presiones conocidas, posteriormente las muestras se secan completamente y se determina el peso alcanzado. De esta manera se puede calcular la capacidad de retención de agua y de aireación después de dejar drenar por determinado tiempo cualquier medio poroso colocado en su interior (Blok *et al.*, 2008; Wallach, 2008). Adicionalmente, con los porómetros se puede estimar la porosidad total y la densidad aparente del sustrato (Drzal *et al.*, 1999; Fonteno y Bilderback, 1993; Gabriëls *et al.*, 1991).

#### **Materiales y equipo**

##### **Materiales**

- Contenedores de plástico y cilindros de PVC de volumen conocido
- Probetas de 250 y 1000 ml
- Contenedores (cubetas) de 4-9 L
- Charolas extendidas de 10 cm de altura
- Malla o tela nylon

-Ligas

## Equipo

- Balanza semianalítica (0.1) con precisión en g
- Horno para secado a 105 °C
- Termómetro de mercurio

## Procedimientos para determinar densidad aparente, espacio poroso total, capacidad de retención de humedad y capacidad de aireación, con el uso de porómetros

- **Sustratos que no se expanden durante la hidratación-saturación.**

En laboratorio, se emplean recipientes de volumen conocido (300 – 1000 cm<sup>3</sup>), pero pueden ser de cualquier otro volumen. En la práctica, se usan los mismos contenedores que se emplean para la producción de plantas. Los contenedores deben tener orificios en la base. Se procede de la siguiente manera:

- a) Medir el volumen del contenedor ( $V$ ).
- b) Limpiar y sellar los orificios para drenaje ubicados en el fondo del contenedor.
- c) Pesar el contenedor limpio y seco ( $P_c$ ).
- d) Llenar el contenedor con sustrato seco (a 105 °C), acomodarlo de manera similar a la condición (compactación) que tendrá cuando se este utilizando como medio de cultivo. Sobre la superficie del sustrato se aplica una presión de 5 kPa (0.051 kg·cm<sup>-2</sup>) durante 3 min (García, 1999, Gabriëls y Verdonck, 1991). Para cilindros estándar de 10 cm de diámetro esto equivale a poner 4 kg de peso sobre la superficie del sustrato.
- e) Pesar el contenedor lleno de sustrato seco ( $P_{cs}$ ).
- f) Adicionar agua hasta llevarlo a punto de saturación.  
Medir el volumen de agua ( $V_1$ ).
- g) Dejar reposar durante 12 h (por la noche) tapando el contenedor con una bolsa de plástico y volver a ajustar el punto de saturación, al día siguiente. Medir el volumen de agua adicional y ajustar el valor de  $V_1$  (volumen de agua almacenada a saturación).
- h) Pesar el contenedor con sustrato saturado ( $P_{css}$ ).
- i) Destapar los orificios del contenedor para drenar libremente por 30 min y medir el agua que drenó ( $V_{ad}$ ).
- j) Pesar el contenedor con el sustrato mojado después de aplicar el drenaje ( $P_{csd}$ ).



k) Secar el sustrato a 105 °C hasta peso constante y obtener su peso (P<sub>csd</sub>).

**Nota:** Las metodologías de referencia indican que el sustrato debe secarse a 105 °C; sin embargo, los sustratos orgánicos empiezan a quemarse cuando se someten a temperaturas cercanas los 100 °C, por lo que debe vigilarse hasta que temperatura soporta el sustrato sin modificar su estructura. Recuérdese que el tejido vegetal que será analizado químicamente se seca solo a temperaturas de 70 °C para evitar pérdidas de materia y alteración en la composición del tejido (Alcántar y Sandoval, 1999).

- **Sustratos diversos (especialmente aquellos que se expanden durante la hidratación-saturación)**

Este método se ha estandarizado para sustratos orgánicos y sus mezclas usadas en contenedores, los cuales durante la hidratación-saturación aumentan su volumen y cuando se secan presentan contracción (Handreck y Black, 2005).

Para la determinación de las diferentes características físicas se procede de la siguiente manera:

- a) Pesar (P<sub>c</sub>) y medir el volumen (V) del cilindro de prueba ( $\pm$  680 mL).
- b) Humedecer el sustrato que será evaluado hasta lograr un contenido de humedad similar a la condición que se debe tener para producción en maceta (50 – 60 % de humedad). Si las muestras de sustrato están secas, estas deberán ser humedecidas al menos 24 h antes de ser evaluadas.
- c) Llenar completamente el cilindro con sustrato húmedo (ligeramente por arriba del nivel del cilindro).
- d) Asegurarse que el sustrato queda completamente acomodado dentro del cilindro de prueba. Para ello, sostener el cilindro a una altura de 5 cm y dejarlo caer (caída libre) 5 veces. Al final el cilindro deberá quedar completamente lleno.
- e) Colocar el cilindro dentro de un contenedor (4 - 9 L) con mayor altura que el cilindro y lentamente adicionar agua dentro del contenedor (no sobre la muestra del sustrato) hasta que el nivel del agua este ligeramente por debajo de la altura de la superficie del sustrato.
- f) Permitir que el agua penetre (por capilaridad) al sustrato durante 30 minutos.
- g) Remover lentamente el cilindro (en posición vertical) del agua en el contenedor y permitir que drene por unos cuantos minutos.
- h) Repetir el remojo y drenaje dos veces más, dejando 10 minutos cada periodo de remojo.
- i) Al finalizar el tercer ciclo de remojo-drenaje, remover el exceso de sustrato en la parte superior del cilindro, cortando el exceso de sustrato con un cuchillo, sin ejercer presión sobre el sustrato.

- j) Cubrir la parte superior del cilindro con una malla fina (podría usarse una pieza de pantimedia) ó tela, que no adsorban agua, con 30 a 50 % de sombra y asegurar con una liga sobre el cilindro. La abertura de malla debe permitir el flujo libre de aire durante la saturación.
- k) Colocar nuevamente el cilindro sobre la charola con agua y permitir la saturación por 10 minutos.
- l) Tomar el cilindro con las dos manos dentro del agua y cubrir los 4 hoyos en el fondo de la base con 4 dedos, dos de cada mano.
- m) Sacar el sustrato saturado con agua. Permitir que el agua salga de las manos y de la base del cilindro (exceso de agua adherida).
- n) Mover el cilindro a otro contenedor de 4 litros. Ponerlo encima de un objeto de 1.5 cm de altura y dejar drenar por 30 minutos o mas (libre drenaje) hasta que pare el drenaje.
- o) Quitar el cilindro del contenedor y medir el agua drenada (Vad).
- p) Quitar la malla fina y pesar el cilindro con el sustrato mojado inmediatamente después de terminar el drenaje (Pcsd). Considerando que la densidad del agua es  $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , se puede estimar el peso del contenedor con sustrato saturado (Pcss).  

$$P_{css} = P_{csd} + V_{ad}$$
- q) Secar ( $105 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) el cilindro y el sustrato hasta peso constante y pesar (Pcssd). El peso de sustrato seco ( $P_1$ ) se obtiene con la expresión:  $P_1 = P_{cssd} - P_c$

**Nota:** Durante el ciclo final de saturación-drenaje del sustrato, si se presenta un aumento o disminución mayor a 3 mm sobre la superficie plana del cilindro, la determinación no es válida, por lo que será necesario llevarla cabo nuevamente (Fonteno and Bilderback, 1993).

### 5.1.1. Granulometría

#### Definición

Se refiere al conjunto de fracciones de partículas (porcentaje, peso/peso) de un sustrato con diámetro mayor que el límite inferior dado y diámetro menor que el límite superior dado (Blok *et al.*, 2008).

Existe variación en la abertura de malla para evaluar la distribución del tamaño de partículas de los sustratos. Las series de tamices más usadas se reportan en el Cuadro 2.1, las cuales se emplean para caracterizar sustratos finos, medios y gruesos.

#### Importancia

La importancia de conocer el tamaño de las partículas reside en que éstas definen a su vez el tamaño de los poros situados entre ellas, los que a su vez determinarán el balance entre agua y aire del sustrato durante el crecimiento de las plantas (Abad *et al.*, 2005; Burés, 1997).

Raviv *et al.*, (1999) y Puustjärvi (1994), establecieron que las mejores características de un material se obtienen cuando éste tiene una distribución del tamaño de las partículas entre 0.25 a 2.5 mm, formando un tamaño de poros entre 30 y 300  $\mu\text{m}$ , los cuales retuvieron suficiente agua fácilmente disponible y presentaron un adecuado contenido de aire.

Cuadro 2.1. Series de tamices y su equivalencia en diámetro de malla para evaluar granulometría en sustratos.

Burés (1997) y Blok (2008)		American Society for Testing and Materials	
Pulgada o número de tamiz	Diámetro de malla (mm)	Pulgada o número de tamiz	Diámetro de malla (mm)
5/8 "	16	1/2 "	12.7
5/16 "	8	3/8 "	9.52
5	4	1/4 "	6.35
10	2	4	4.76
18	1	8	2.38
35	0.500	10	2
60	0.250	18	1
120	0.125	20	0.84
230	0.063	30	0.60
		40	0.42
		50	0.297

		100	0.149
		200	0.074

Muchos sustratos están constituidos por una mezcla de partículas con tamaños diferentes. Las características físicas de estos sustratos variarán en función de la distribución del tamaño de sus partículas, por lo que es fundamental la caracterización granulométrica de los materiales. El tamaño de las partículas afecta el crecimiento de las plantas a través del tamaño de los poros. La distribución del tamaño de las partículas y de los poros determinan el balance entre el contenido de agua y aire del sustrato a cualquier nivel de humedad (Abad y Noguera, 2005).

### **Procedimiento para medir la granulometría**

La distribución de tamaños de partículas que componen un material se expresa mediante la granulometría, que puede caracterizarse fácilmente mediante tamizado, siendo el tamaño absoluto de las partículas un concepto de difícil cuantificación con métodos convencionales. Normalmente se determina por tamizado de muestras secas al aire o en estufa, utilizando una batería de tamices ordenados sucesivamente en función del tamaño de la abertura de malla. Se colocan 100 g de sustrato en el tamiz superior (el de mayor abertura de malla) del juego de tamices y se someten a un movimiento de agitación intermitente durante 10 min. Pasado este tiempo se recogen las fracciones de partículas que quedan en cada tamiz y se determina el peso de cada fracción considerando una precisión de 0.01 g (Ansorena, 1994).

Considerando 100 g de muestra, los resultados se expresan como porcentaje en peso de cada fracción separada por los tamices.

Con los valores de cada fracción de partículas se obtiene el índice de grosor o distribución del tamaño de partículas del sustrato. El índice de grosor indica el porcentaje acumulado, en peso o volumen de partículas, con diámetro superior a 1 mm (Urrestarazu, 2004).