



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

**EFFECTO DE DOS TIPOS DE LABRANZA SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES
FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO UTILIZANDO CULTIVO DE RÁBANO Y
ABONO TIPO BOCASHI**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN
CIENCIAS AMBIENTALES**

P R E S E N T A
ANGÉLICA GIL FLORES

ASESORES: DRA. JULIETA GERTRUDIS ESTRADA FLORES
ING. ISRAEL GUSTAVO REYES REYES



2014

DEDICATORIAS

A mi familia por su apoyo constante dentro de mi formación académica y personal.

A mis sobrinos que llenan de alegría mis días.

A todos los campesinos y agricultores mexicanos que brindan su fuerza y trabajo para seguir cultivando.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Julieta Gertrudis Estrada Flores por su apoyo y paciencia en la realización de este trabajo.

A mi madre por estar siempre conmigo, por su apoyo y colaboración.

A Karina Gómez Patiño por su apoyo en las pruebas de laboratorio y el experimento en campo.

Al Ing. Israel Reyes Reyes por permitir la realización del proyecto en su parcela.

A la M. en C. Patricia Mireles Lezama por su especial apoyo en la revisión y mejora del documento de tesis.

A la M. en C. Adriana Guadalupe Guerrero Peñuelas por la revisión del documento de tesis.

A mis amigos por los buenos y malos momentos.

ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE IMÁGENES.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
Introducción.....	1
Justificación.....	2
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
ANTECEDENTES.....	5
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL.....	9
1.1 Características del suelo.....	9
1.2 Características del abono tipo bocashi.....	10
1.3 Generalidades del cultivo de rábano.....	13
1.3.1 Clasificación taxonómica.....	14
1.4 Origen del método biointensivo.....	14
1.4.1 Características del método de biointensivo.....	15
1.4.2 Ventajas del método biointensivo.....	17
1.5 Origen del método de labranza mínima.....	18
1.5.1 Características del método de labranza mínima.....	19
1.5.2 Ventajas del método de labranza mínima.....	20
CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	22
2.1 Características del lugar.....	22
2.2 Ubicación.....	22
2.3 Clima.....	22
2.4 Suelo.....	23
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1 Herramientas.....	24

3.2 Preparación del abono tipo bocashi	25
3.3 Preparación del terreno.....	26
3.3.1 Trazo de parcelas	26
3.3.2 Método biointensivo (Doble excavación)	27
3.3.3 Método de labranza mínima.....	27
3.3.4 Siembra	28
3.3.5 Cosecha.....	28
3.4 Diseño experimental	28
3.5 Análisis de datos.....	29
3.6 Características agronómicas del rábano	30
3.6.1 Peso fresco de la planta.....	30
3.6.2 Longitud de raíces	30
3.6.3 Diámetro y longitud del bulbo.....	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1 Abono tipo bocashi	31
4.2 Textura del suelo	32
4.3 pH.....	33
4.4 Densidad aparente.....	34
4.5 Capacidad de intercambio catiónico.....	35
4.6 Humedad	36
4.7 Materia orgánica	38
4.8 Nitrógeno	41
4.9 Fósforo	42
4.10 Potasio.....	44
4.11 Calcio.....	45
4.12 Magnesio	46
5. RESULTADOS DEL RÁBANO.....	48
Conclusiones	49
Recomendaciones	51
LITERATURA CITADA	52

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Clasificación taxonómica del rábano	14
2	Evaluación de abono tipo bocashi	32
3	Evaluación de textura de suelo por tratamiento	33
4	Evaluación de pH del suelo por tratamiento	35
5	Evaluación de densidad aparente del suelo por tratamiento	36
6	Evaluación de CIC del suelo por tratamiento	37
7	Evaluación de humedad del suelo por tratamiento	38
8	Evaluación de materia orgánica del suelo por tratamiento	40
9	Características físicas del suelo por tratamiento y aplicación de bocashi	41
10	Evaluación de nitrógeno del suelo por tratamiento	43
11	Evaluación de fósforo del suelo por tratamiento	44
12	Evaluación de potasio del suelo por tratamiento	45
13	Evaluación de calcio del suelo por tratamiento	46
14	Evaluación de magnesio del suelo por tratamiento	47
15	Pruebas químicas del suelo por tratamiento y aplicación de bocashi	48
16	Resultados de rábano por tratamiento	49

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Promedios de temperatura y precipitación mensual durante el año 2012	23
2	Esquema metodológico	25
3	Arreglo de tratamientos	30
4	Triangulo de texturas propuesto por el departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA)	34

LISTA DE IMÁGENES

Imagen		Página
1	Rábanos obtenidos en la cosecha	13
2	Abono tipo bocashi	27
3	Diseño del experimento	27
4	Cama biointensiva	28

RESUMEN

Actualmente existe en el ámbito ambiental propuestas dentro de la agricultura, la conservación del suelo y diferentes tipos de labranza.

En este trabajo se planteó como objetivo evaluar el cultivo de rábano con dos métodos, el biointensivo y el de labranza mínima para evaluar algunas propiedades físicas y químicas del suelo, y determinar cuál es el más eficiente, dentro del experimento realizado en el Barrio de la Veracruz en la localidad de San Miguel, la cual pertenece al municipio de Zinacantepec; así como la evaluación del rendimiento del rábano aplicando ambos métodos de labranza.

Si bien es cierto que la labranza biointensiva ha demostrado rendimientos significativos en los cultivos, es importante considerar que a través del tiempo pueda provocar erosión en los suelos, en cuanto a la labranza de conservación se presenta como una alternativa difícil de considerar dentro de las costumbres de las personas que cada día más dependen de herbicidas, plaguicidas etc. La degradación que mantiene el suelo dentro del territorio mexicano es muy amplia, presenta un mal manejo y grados de erosión significativos. Es fundamental el desarrollo de labranza de conservación así como el uso de abonos orgánicos y considerar el método biointensivo bajo los principios que este implica.

Palabras clave: labranza, agricultura, conservación.

ABSTRACT

Currently exists in the environmental proposals in sustainable agriculture, soil conservation and several farm types.

The objective of this work was evaluate the radish crop in two method, the bio-intensive and minimum tillage and determine which is more efficient, in the experiment conducted in the Barrio de la Veracruz in the town of San Miguel, which belongs the municipality of Zinacantepec; also the field assessment radish applying both tillage methods.

While it is true that bio-intensive farming has shown significant returns on crops, it is important to consider that over time could cause soil erosion, in terms of conservation tillage, this is an alternative which is difficult to adopt for people customs because every day dependent of herbicides, pesticides and so on. The soil degradation that keeps within Mexican territory is wide; it has a degree of mismanagement and significant erosion. Is essential to develop conservation tillage and the use of organic fertilizers and considers the bio-intensive method under the principles that this implies.

Keywords: *tillage, agriculture, conservation.*

Introducción

Cuando el hombre comenzó a practicar la agricultura lo hacía en función de satisfacer sus necesidades básicas de supervivencia, en su manifestación de todo desarrollo civilizatorio implicaron la invención de una tecnología que, en función de una mayor productividad, se volvió cada vez más compleja. Esta capacidad de obtener más y más recursos se incrementó a lo largo de la historia. El ser humano dejó de explotar la naturaleza en función de las necesidades básicas para hacerlo en función de necesidades de nuevo tipo.

En la evolución generalizada hacia una agricultura de mercado produjo una mayor dependencia de los plaguicidas y el abonado intensivo, con graves problemas medioambientales como la contaminación, compactación y erosión de suelos, contaminación de acuíferos y una drástica reducción de la biodiversidad, a lo que se ha pretendido responder para contrarrestar tales efectos con el planteamiento de una denominada agricultura de conservación.

En este sentido existen varias alternativas para intentar el cambio de la llamada agricultura convencional o industrial, por otras técnicas de producción que respeten el ciclo natural del suelo, como se pretende en el siguiente trabajo, en el capítulo I se explica las características del método biointensivo el cual es viable para la producción orgánica e intensa de alimentos, lo que permite que sea fácilmente adoptado por pequeñas comunidades y con los recursos naturalmente existentes, además por la preparación especial que se le hace al suelo (Jeavons, 1991). Otro método de cultivo a implementar es el de labranza mínima, que consiste en un sistema de producción agrícola en el cual la semilla es depositada directamente en un suelo no labrado donde se han mantenido los residuos del cultivo anterior en la superficie (FAO, 2000). El hecho de que el suelo no es labrado y que permanece cubierto con residuos vegetales permite que el suelo se proteja y se evite su pérdida el secuestro del carbono atmosférico en el suelo, un aumento de la actividad biológica, una mejor conservación del agua y mayores retornos económicos a través del tiempo (FAO, 2000).

Este trabajo muestra que existe la diferencia de estos métodos particularmente en la labranza, como un factor determinante en la erosión de suelos.

En el capítulo II se describe de manera breve la zona de estudio donde se llevó a cabo el proyecto. En cuanto al capítulo III, se explica cómo se realizó el experimento en campo y por último en el capítulo IV se llevó a cabo la discusión de resultados sobre las propiedades del suelo, del abono tipo bocashi y del rendimiento del cultivo de rábano.

Justificación

En la actualidad el uso agrícola de la tierra está causando graves pérdidas de suelo, debido a varios fenómenos como el uso intensivo y mecanizado en los terrenos de cultivo y a la falta de técnicas adecuadas que prevengan la pérdida de suelo como barreras verdes, construcción de terrazas, surcado al contorno. Sin embargo, éstas medidas deben ser complementadas con el manejo de la labranza que se utiliza, así como de los abonos, herbicidas y demás técnicas enfocadas a la conservación de suelos; como por ejemplo la labranza mínima, la cual pretende reducir la erosión del suelo debido a que mantiene una cobertura vegetal y reduce los efectos del goteo y del viento. Por otro lado el método de labranza intensiva pretende bajo una doble excavación, producir alimentos en corto tiempo, aunque con esta técnica se rompe la estructura del suelo.

En el presente trabajo se hace una comparación de métodos de labranza, con la finalidad de conocer cuál de ellos permite obtener las mejores características del suelo con finalidades de conservación del mismo, la cual es una de las prioridades en las Ciencias Ambientales. El papel que ocupa el suelo dentro de los ecosistemas es muy importante debido a que propicia el medio para obtener alimentos, así como de mantener los recursos naturales. Los problemas ambientales que enfrenta en su degradación requieren medidas dentro del ámbito agrícola; es decir, llevar a cabo medidas adecuadas de conservación, gestión y aprovechamiento, de modo que los cultivos requieran menos insumos y el suelo menores efectos a sus atributos ecológicos, y por otro lado permita a la población el consumo de alimentos sin efectos negativos a la salud. Desde el punto de vista de la conservación de recursos, este tipo de labranza también da la oportunidad de mantener la variabilidad genética, además de acceder al consumo local.

Objetivos

General

Comparar dos métodos de labranza, el método biointensivo y el método de labranza mínima, para evaluar algunas propiedades físicas y químicas del suelo, así como el efecto en la aplicación del abono tipo bocashi y determinar cuál es el más eficiente.

Específicos

- Consultar las bases teóricas para identificar las características del método biointensivo y de labranza
- Evaluar algunas propiedades físicas y químicas del suelo, antes y después de aplicar los métodos de labranza, para determinar cuál es el más eficiente
- Implementar como fertilizante el abono tipo bocashi y evaluar sus efectos bajo ambos métodos de labranza
- Evaluar la eficiencia de los métodos tomando como referencia la productividad del rábano
- Determinar el método de labranza más eficiente y que mejore las condiciones ambientales de los suelos agrícolas

Hipótesis

Al implementar el método de labranza mínima, utilizando un laboreo reducido permitirá la conservación y fertilidad del suelo, así como la retención de agua y un efecto favorable en la aplicación del abono tipo bocashi.

ANTECEDENTES

Dentro de los avances de la agricultura y los modos de producción que pretenden obtener más alimento, trae consigo daños colaterales no solo a la salud de la población sino de problemas ambientales los cuales son cada vez más difíciles de contrarrestar; sin embargo, existe hoy en día gente preocupada en recuperar o mantener modos de producción enfocados a la conservación.

Cultivos biointensivos en el mundo y en México

Si bien se sabe que el método biointensivo ha manifestado huertas exitosas en los pocos lugares donde se llevan a cabo, aún falta más divulgación y con ello trabajos de este método, debido a que es prácticamente nuevo en el ámbito agrícola, así mismo, existen fundaciones que imparten cursos como un método sustentable, pero de manera local o familiar ya que el enfoque de este método es cultivar en poco espacio y obtener más alimentos.

A continuación se presentan algunos artículos sobre ello.

En América Latina, en Ecuador uno de los proyectos biointensivos más exitosos y de más rápido crecimiento se encuentra en Lago Agrio Sucumbíos en la Amazonia ecuatoriana, en Nueva Loja. Torres (2006) realizó un estudio para identificar los impactos causados por la aplicación de este proyecto, encontró que las especies cultivadas con gran potencial nutricional de mayor aceptación en la dieta de los participantes fueron: nabos, rábano, repollo, camote, cilantro, frijol, soya, pepinillo, tomate riñón y pimiento.

En el estudio de impactos ambientales se identificó un mejoramiento de los suelos cultivados obteniendo efectos positivos en el incremento de los niveles de materia

orgánica en suelos donde se realizó el proyecto, así como un incremento significativo en la diversidad vegetal (Torres, 2006).

En México, en el rancho “Las Cañadas” localizado en el estado de Veracruz, tiene como objetivo el llevar a cabo el manejo de huertas orgánicas utilizando el método biointensivo con enfoque sustentable viable para la alimentación de familias rurales de la zona, así como el fomento a la conservación de los recursos naturales. El huerto de Las Cañadas cuenta con 150 camas doble excavadas, de las cuales 23 están dedicadas a la investigación, el huerto es capaz de producir toda la composta necesaria para producir hortalizas durante todo el año. Los materiales utilizados son: gigantón, sauco, san nicolás, rastrojo de maíz y sorgo, así como materia verde: desperdicios de cosecha, consuelda y hierbas. Buscando la sustentabilidad del huerto (Arroyo, 2004).

En el trópico húmedo de Tabasco, dos experimentos fueron realizados, uno para el cultivo de rábano y otro para el frijol, en huertos orgánicos biointensivos los rendimientos se incrementaron significativamente con los tratamientos de fertilización orgánica, tomando indicadores de crecimiento en ambos cultivos, se demostró que el suelo mejoró sus propiedades químicas cuando fue fertilizado con composta (Gómez et al., 2008).

Cultivos de labranza mínima en el mundo y en México

Es necesario desarrollar sistemas de manejo de la tierra que permitan la conservación del suelo, hoy en día existen diferentes tipos de labranza que aportan estos principios, a continuación se mencionan varios trabajos sobre labranza mínima.

En las provincias de Pichincha y Chimborazo, Ecuador, se evaluó el efecto de los sistemas de labranza convencional, mínima y cero, sobre la asociación

maíz- frijol voluble, así como la respuesta del cultivo a la fertilización edáfica sola y complementada con foliares. Entre los resultados más importantes se encontró que en Chimborazo, con una capa de mulch o acolchonado orgánico más abundante sobre el suelo, las labranzas de conservación alcanzaron niveles mayores de humedad en el suelo en todas las evaluaciones realizadas, mientras que en Pichincha, donde la cubierta vegetal de rastrojos fue escasa, no hubo diferencias entre los sistemas de labranza. En el aspecto económico, la labranza mínima junto con la fertilización edáfica fue el mejor tratamiento en las dos localidades, tanto en condiciones de buena fertilidad del suelo y escasez de lluvias en Chimborazo, como de baja fertilidad y compactación del suelo en Pichincha (Estrada, 2003).

En el proyecto de investigación de mejoramiento de pasturas con incorporación de alfalfa mediante labranza mínima en el “Rebozo”, Cajamarca, la principal fuente de alimentación del ganado vacuno en la cuenca ganadera de este lugar lo constituye la asociación Rye grass (*Lolium multiflorum*) Ecotipo Cajamarquino + Trébol Blanco (*Trifolium repens*), que manifiestan un bajo rendimiento de forraje y un franco deterioro, debido a que tienen aproximadamente 50 años de haber sido instalados, al sobre pastoreo, manejo inadecuado, escasa o nula fertilización y falta de renovación o resiembra; factores que han llevado progresivamente a la disminución de la proporción sobre todo de leguminosas han favorecido el incremento de especies poco deseables y no deseables para la alimentación animal, repercutiendo en la disminución del rendimiento de forraje y valor nutritivo. Con la incorporación de semilla de alfalfa en una pastura de Rye grass + Trébol Blanco se logra el mejoramiento de la misma ya que se incrementa significativamente el porcentaje de leguminosas y se disminuye el porcentaje de malezas. Es preferible realizar la labranza mínima del suelo antes de incorporar la semilla de alfalfa por que se obtiene mayor velocidad de crecimiento al inicio del establecimiento, mayor número de plantas/m² y mayor rendimiento de forraje verde y materia seca (Florián et al., 2007).

En el proyecto de impacto de diferentes intensidades de labranza en el comportamiento agronómico de maíz de temporal en Nayarit, los resultados obtenidos detectaron diferentes estadísticas significativas entre genotipos (parcela chica), es decir, que cada uno mostró su propia capacidad productiva. Se observó una superioridad de las variedades p-3288, REMACO-1, B-840, REMACO-12 y REMACO-17, a nivel de tratamiento de labranza (parcela grande), se encontró una diferencia altamente significativa, lo cual indica que el rendimiento estuvo determinado por la intensidad de labranza. En lo que respecta a la producción de materia seca, se manifestó una diferencia altamente significativa en todas las fuentes de variación en estudio, es decir, a nivel de genotipo, tipo de labranza y la interacción de ambas. Prácticamente la mayoría de los genotipos estudiados alcanzaron a formar un mantillo equivalente a un 50% de cobertura de terreno, suficiente para iniciar un trabajo de conservación (Cruz, 1994).

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

En este capítulo se explica de manera breve algunas de las características del suelo, del abono tipo bocashi y del cultivo de rábano, así como los orígenes y características del método biointensivo y el método de labranza mínima.

1.1 Características del suelo

Desde el punto de vista de su composición el suelo es una mezcla de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire, que constituye el material de soporte de los organismos vivos. Desde el punto de vista ecológico, deben considerarse tres características fundamentales de él: su complejidad, consecuencia de su composición, su dinamismo, no solo porque nacen y mueren los organismos vivos que lo habitan, sino porque la materia mineral y la orgánica está en constante evolución; su permeabilidad porque es un medio abierto, con entradas y salidas (Vega de Kuyper, 2007).

El suelo como un cuerpo natural involucrando en interacciones dinámicas con la atmósfera que está encima y con los estratos que están debajo, que influye el clima y el ciclo hidrológico del planeta y que sirve como medio de crecimiento para una variada comunidad de organismos vivos. Además, él juega un papel ambiental preponderante como reactor bio-físico-químico que descompone materiales y recicla dentro de él nutrientes para la regeneración continua de la vida en la tierra (Hillel, 1998).

El suelo es un sistema abierto, dinámico, constituido por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida está formada por componentes inorgánicos y orgánicos, que dejan un espacio de huecos (poros, cámaras, galerías, grietas y otros) en el que se hallan las fases líquida y gaseosa. El volumen de huecos está ocupado parcialmente por agua, como componente principal de la fase líquida, que puede

llevar iones y sustancias en solución o en suspensión; por aire, que constituye la fase gaseosa o atmósfera del suelo y por las raíces y organismos que viven en el suelo (Porta et al., 1999). La fase sólida es muy heterogénea, por constituirse de una mezcla de materiales minerales y orgánicos, pero posee mayor estabilidad y, debido a esta propiedad, se utiliza para la caracterización del suelo (Ortiz y Ortiz, 1980).

En cuanto a los minerales, son sustancias inorgánicas que tienen composición química y propiedades físicas definidas, son partículas unitarias (primarias) y se clasifican en arcillas, limos y arenas (Aguilera y Martínez, 1996). La materia orgánica procede directa o indirectamente de las plantas superiores y, en pequeña proporción, de otros organismos algas y bacterias capaces de sintetizar productos orgánicos a partir de elementos inorgánicos y compuestos simples. De acuerdo con su estado de descomposición, la materia orgánica del suelo puede clasificarse en tres categorías: seres vivos, hojarasca y humus (Narro, 1994).

Las fases líquida y gaseosa son extremadamente inestables (Ortiz y Ortiz, 1980); se presentan en constante movimiento debido a la evaporación y a la absorción del agua por las plantas, a la reposición periódica del agua por medio de la lluvia o el riego, a la difusión de gases y al desplazamiento masivo del aire del suelo, que puede renovarse de los poros varias veces al día (Narro, 1994).

1.2 Características del abono tipo bocashi

La palabra bocashi es de origen Japonés y significa “materia orgánica fermentada” o literalmente “suavización”. El bocashi es un tipo de abono el cual se caracteriza por conservar mucha energía en forma de vitaminas, azúcares, ácidos orgánicos y aminoácidos, los cuales a su vez, son una fuente de alimento para organismos benéficos que aumenta la biodiversidad de este. El objetivo principal del bocashi

es activar y aumentar los microorganismos benéficos que se encuentran en el medio ambiente (Shintani y Tabora, 1998).

Ventajas de los abonos orgánicos

Según Obrego (2001) los abonos orgánicos ofrecen ventajas como las siguientes:

- Fácil de usar.
- Eliminan factores de riesgo para la salud de los campesinos y consumidores.
- Protegen el medio ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad.
- Aumenta la infiltración del agua.
- Se mejora la calidad de los productos.
- Se mejoran los rendimientos de las cosechas.

Principales aportes de los ingredientes utilizados para elaborar abono tipo bocashi

Carbón: Mejora las características físicas del suelo, pues facilita la aireación de absorción de humedad y calor, por su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica del suelo, al mismo tiempo que funciona con el efecto tipo "esponja sólida", que consiste en retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes a las plantas, disminuyendo la pérdida y lavado de éstos en el suelo.

Estiércol: Es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Su aporte básico consiste en mejorar las características vitales y la fermentación de la tierra con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros elementos. Dependiendo de su origen, puede aportar inóculo microbiológico

y otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejorarán las condiciones biológicas, químicas y físicas del terreno donde se aplicarán los abonos.

Cascarilla de arroz: Este ingrediente mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilita la aireación, la absorción de humedad y filtrado de nutrientes, también beneficia el incremento de la actividad macro y microbológica de la tierra.

Melaza de caña: Es la principal fuente energética para la fermentación, favorece y multiplica la actividad microbológica, es rica en potasio, calcio y magnesio, contiene gran cantidad de boro.

Levadura: Este ingrediente constituye la principal fuente de inoculación microbológica, para la fabricación de abonos orgánicos.

Agua: Su principal objetivo es homogenizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono (Restrepo, 2007).

Recomendaciones para el manejo del abono tipo bocashi: Protegerlo del sol, el viento y las lluvias, almacenarlo bajo techo en un lugar fresco, envasarlo en sacos de polipropileno, no guardarla más de dos meses (Serna 2003).

1.3 Generalidades del cultivo de rábano

El rábano es una hortaliza cuyos orígenes se cree se encuentran en China y cuya principal característica nutricional es que cuenta con un bajo aporte calórico gracias a su alto contenido en agua y sales minerales, principalmente azufre, hierro y yodo. Y además es esencialmente rico en vitamina C.

Los rábanos se cultivan al aire libre en primavera y verano, mientras que en otoño su cultivo se lleva a cabo en invernaderos. De esta forma se puede disponer de ellos todo el año. Sin embargo, su mejor época es en los meses de mayo, junio y julio, periodo en el que tienen mayor presencia en los mercados y tiendas de alimentación. Se eligió el rábano rojo (*Raphanus sativus*, L.) como una especie idónea para este tipo de evaluación por ser una planta de ciclo muy corto (Compendio de Agronomía Tropical, 2006).

Para efectos de este trabajo se compraron las semillas de rábano denominadas “Crimson Giant” en un establecimiento en la ciudad de Toluca.

Para la realización del proyecto se implementaron tres camas biointensivas y tres parcelas con labranza mínima donde se sembraron por cada parcela 32 semillas de rábano.

Imagen 1. Rábanos obtenidos en la cosecha



Fuente: Tomadas por: Angélica Gil Flores, junio-2012.

1.3.1 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del rábano se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del rábano (*Raphanus sativus*)

Dominio	Vegetal
Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Clase	Angiospermae
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	<i>Raphanus</i>
Especie	<i>Raphanus sativus</i>

Fuente: Conabio (2013). <http://siit.conabio.gob.mx>

1.4 Origen del método biointensivo

La palabra biointensivo se refiere al desarrollo biológico potente del suelo, mientras que el método biointensivo es un tipo de agricultura viable para la producción orgánica e intensa de alimentos, lo que permite que sea fácilmente adoptado por pequeñas comunidades, con los recursos naturalmente existentes, además por la preparación especial que se le hace al suelo (Jeavons, 1991).

El método biointensivo se basa en la agricultura ancestral de Mesoamérica, China, Grecia y Francia se practicaba antes de la gran industrialización de la agricultura. La técnica combina principios de la agricultura biodinámica y el cultivo intensivo francés. El huerto biointensivo tiene sus orígenes en el grupo Ecology Action, de John Jeavons, en California, Estados Unidos, hace más de 30 años. En 1972 se iniciaron los trabajos en el huerto Common Ground con el fin de desarrollar técnicas agrícolas para hacer más eficiente la producción de alimentos a escala doméstica (Martínez, 1996).

Después de diez años de experimentación, el método ha demostrado una sorprendente eficiencia, y aún hay mucho trabajo por hacer. Los rendimientos son en promedio cuatro o seis veces superiores a los de la agricultura comercial estadounidense y se han registrado rendimientos hasta 31 veces superiores (Martínez, 1996).

1.4.1 Características del método de biointensivo

Semarnat (2010) explica que el método biointensivo replica a la naturaleza, lo que implica que el huerto siempre esté cultivado. Las plantas deben colocarse juntas para que se cubran, protejan y se den sombra, favorecer la retención de agua en el suelo y que no crezca la maleza. El huerto debe estar cerca de fuentes de agua, protegido de animales, vientos, corrientes de agua, y recibir luz abundante. El tamaño depende de las necesidades familiares y/o del terreno libre: desde 2 hasta 100 metros cuadrados, o incluso más. Para tener un huerto con el método biointensivo se debe cumplir escrupulosamente los siguientes principios o fundamentos:

- Doble excavación
- Uso de composta
- Siembra cercana
- Asociación y rotación de cultivos
- Uso de semillas de polinización abierta
- Cultivo para la producción de composta y generación de carbono y calorías
- Cuidado integral

La doble excavación es una técnica en la que se afloja el suelo a 60 centímetros de profundidad, dando a las plantas la oportunidad de un mayor desarrollo sin el gasto extra de energía para perforar el suelo, y que en cambio usan para nutrirse y crecer sanas, con mayor resistencia a los insectos y plagas.

Con la doble excavación se incorpora aire al suelo y lo deja “flojo”, ideal para que las raíces de las plantas lo penetren sin mayor esfuerzo (Jeavons, 1991; Arroyo, 2004).

La composta significa abono compuesto de una gran variedad de materiales orgánicos, que sufriendo un proceso de fermentación se obtiene como producto final humus. Esos materiales pueden ser: pajas de cereales, pastos verdes, abonos animales, residuos de industrias alimenticias, aserrín, hojas de árboles y residuos de cocina (Pía, 2005).

Es la forma más práctica y sencilla de preparar el abono y para tener un suelo fuerte y unas plantas más grandes y resistentes a los ataques de plagas y enfermedades (Rincón, 2009).

Arroyo (2004) menciona que el uso de la composta mejora la estructura del suelo, retiene la humedad, previene la erosión y el lavado de los nutrientes, contiene micro y macro nutrientes, estabiliza el pH del suelo, neutraliza las toxinas del suelo, sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles, propicia, alimenta y sostiene la vida microbiana, no contamina ni el suelo, ni el aire, ni el agua, ni los cultivos.

Asociación de cultivos es el arreglo en el espacio de dos o más cultivos para beneficiarse entre sí. Una buena asociación puede aumentar la producción, mejorar la salud, sabor y nutrición de los cultivos (Jeavons, 1991).

La siembra cercana en el método biointensivo se hace aplicando el arreglo al tresbolillo y la distancia entre plantas dependerá de la altura y el diámetro de cobertura del follaje que alcancen éstas cuando se encuentren en estado adulto. Este arreglo permite que las hojas de las plantas se acerquen hasta entrar en contacto cuando son adultas, sin dejar ningún espacio de la cama descubierto, reduciendo el crecimiento de hierbas espontáneas y manteniendo un microclima

con mayor humedad (Martínez, 2005). En las primeras etapas del cultivo se puede aplicar un acolchado o cobertura de paja la cual reduce considerablemente las necesidades de riego, manteniendo el suelo húmedo y evitando la profusión de malas hierbas (Molledo, 2002).

La siembra cercana tiene algunas ventajas como limitar la evaporación del agua, la producción por metro cuadrado es mayor y el crecimiento de las hierbas indeseables se limita, se crea un microclima bajo las plantas, manteniendo la humedad del suelo, se reducen los ataques de insectos y las raíces aprovechan mejor los nutrientes, entre otros (Arroyo, 2004).

Rotación de cultivos. Una de las causas principales del agotamiento del suelo, es sin duda la práctica del monocultivo, es decir el cultivo de un solo tipo de plantas. Las camas biointensivas bien preparadas permiten hasta dos veces continuas la siembra de un mismo cultivo; sin embargo, es mejor hacer rotaciones para no agotar o cansar el suelo y para romper el ciclo biológico de plagas específicas (Jeavons, 1991).

1.4.2 Ventajas del método biointensivo

Las ventajas del método biointensivo según Martínez (2005) se presentan a continuación:

- No requiere de maquinaria o fertilizantes y plaguicidas químicos
- La energía mecánica o humana invertida representa solo el 1% por unidad de alimento producida
- Propicia la autosuficiencia
- Usado adecuadamente restituye la fertilidad al suelo, al mismo tiempo que produce alimentos

1.5 Origen del método de labranza mínima

La labranza mínima o reducida puede definirse como un “laboreo” reducido, solo a aquellas operaciones oportunas y necesarias para producir un cultivo, evitando perjudicar el suelo (Jiménez et al., 2004).

Es en Norteamérica, donde tuvieron origen los primeros trabajos de labranza de conservación. Los resultados mostraron que los únicos beneficios derivados de la labranza convencional, son el control de malezas y la reducción del contenido de humedad del suelo tiene origen en la década de los treinta (Duley y Russell, 1942).

La labranza cero como una forma de labranza conservacionista, se empezó a aplicar a inicios de las décadas de 1960 y 1970, en los Estados Unidos de América y en Brasil, respectivamente. La adopción fue inicialmente lenta pero a partir de mediados de la década de 1980 su difusión ha sido rápida, especialmente en América y en Australia (FAO, 2000).

En las décadas de los 70's y 80's, en México, varias instituciones empiezan a promover la labranza de conservación, como un método alternativo que incorporara residuos de cosecha, previene la erosión y mejora la fertilidad de los suelos; como en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), tiene proyectos sobre agricultura de conservación como cultivos de trigo y maíz en el norte de México, así como en el sur de Asia, en China, Asia central, Turquía y otras partes del mundo. En el fomento de nuevas técnicas de labranza y el uso de maquinaria apropiada para cada suelo y cultivo se tienen beneficios comprobados, como el ahorro considerable en costos y tiempo, el incremento en los rendimientos y la estabilidad de estos a mediano y largo plazo, que se puede conservar o mejorar la estructura y la salud de los suelos. El Fideicomiso Instituido en Relación con la Agricultura (FIRA), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Colegio de Postgraduados (CP), la antigua Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, hoy SAGARPA, así como organismos gubernamentales de los estados y

Universidades del país han dedicado recursos al impulso de esta práctica de producción (Jiménez et al., 2004).

Benites et al., (1999) reporta que a partir de 1999, en México se tienen 650 000 hectáreas bajo no labranza. Actualmente se siembra bajo este tipo de labranza de conservación cerca de un millón de hectáreas ubicadas principalmente en los estados de Guanajuato, Chiapas, Sonora, Jalisco y Tamaulipas, donde los principales cultivos establecidos en dichas áreas son el sorgo, maíz, trigo y otros (Jiménez et al., 2004).

1.5.1 Características del método de labranza mínima

La labranza mínima es todo un sistema que presenta ventajas y desventajas, que puede mejorar significativamente la conservación y la fertilidad del suelo, la retención de agua de lluvia y reducir costos de producción (Jiménez et al., 2004).

La labranza tiene efectos directos sobre los procesos y propiedades físicas del suelo, e indirectos sobre el crecimiento de los cultivos. A pesar de que los principios en los que se sustentan los diferentes sistemas de labranza son los mismos independientemente de otros factores, los sistemas apropiados para cada situación son específicos para suelos y cultivos, y su adaptación depende de factores biofísicos y socioeconómicos (Karwasra, 1991). Un adecuado conocimiento de los suelos, clima y sistemas de cultivo utilizados por el agricultor, es indispensable para el desarrollo y selección de sistemas de labranza para cada situación (Boone, 1988).

La labranza de conservación incluye en su definición a un conjunto de prácticas como:

- Arado y siembra en una sola operación
- Arado y siembra en dos operaciones
- Siembra en la huella de la rueda en el suelo arado o en suelo arado y rastreado

- Siembra con sistema Lister o Lister modificado
- Siembra con arado de cincel

Tiene como objetivos reducir pasos de maquinaria, costos y erosión.

1.5.2 Ventajas del método de labranza mínima

Las ventajas del método de labranza mínima según Phillips y Young (s.f.) y Pitty (1997) se presentan a continuación:

- Reducción de la erosión hídrica y eólica del suelo
- Aumento en la intensidad del uso de la tierra
- Mayor facilidad de siembra y de cosecha
- Mayor retención de humedad
- Menor compactación del suelo
- Menor consumo energético
- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo
- Puede disminuir la incidencia de malezas anuales
- Evita la introducción de nuevas malezas
- El comportamiento de plagas y enfermedades es variable

Dentro de los beneficios de la labranza de conservación caen dentro de tres grandes rubros: conservación del suelo, ahorro energético y ahorro de tiempo y mano de obra.

1. **Conservación del suelo.** La labranza de conservación reduce la erosión del suelo, esto debido fundamentalmente a la cobertura vegetal que la acompaña y que mantiene al suelo protegido del golpeteo directo de la lluvia y del secado abrupto, evitando así la pérdida de estabilidad e identidad de las unidades estructurales del suelo superficial, la erosión del suelo se incrementa conforme se disminuye la cobertura vegetal (Figuroa, 1975).

2. **Ahorros en energía utilizada.** El uso de combustibles por la maquinaria agrícola constituyen el uso energético más grande en la producción de cultivos, cuando se utiliza maquinaria. La labranza de conservación se traduce en reducciones en el uso de combustibles sencillamente porque se evitan pasos del equipo agrícola durante el proceso de producción. La cantidad de combustible ahorrado varía entre áreas geográficas y entre explotaciones. Esto se debe a diferencias en el tipo de suelo, tamaño y tipo de herramientas de labranza utilizadas, profundidad de laboreo, tamaño y forma del terreno (Pimentel y Burgess, 1980).

3. **Ahorros en tiempo y mano de obra.** La eliminación de la labranza trae como consecuencia disminuciones en el tiempo necesario para la producción de cultivo. El tiempo que se ahorra en laboreo es mayor, pero se ve disminuido por el hecho de que la labranza de conservación requiere más tiempo de manejo (en comparación con el tiempo de trabajo) y de operación de la sembradora de labranza de conservación, ya que ésta trabaja a una velocidad menor que las sembradoras convencionales.

Los ahorros en tiempo de mano de obra repercuten en forma diferente para los productores, dependiendo de factores como son: a) otras demandas de uso de tiempo, b) aspectos climáticos y estacionales, c) disponibilidad de mano de obra y d) aspectos personales (Guízar, 1987).

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1 Características del lugar

En el siguiente apartado se explica de manera breve las características que posee el lugar donde se realizó el experimento contemplando las características ambientales más relevantes para llevarlo a cabo.

2.2 Ubicación

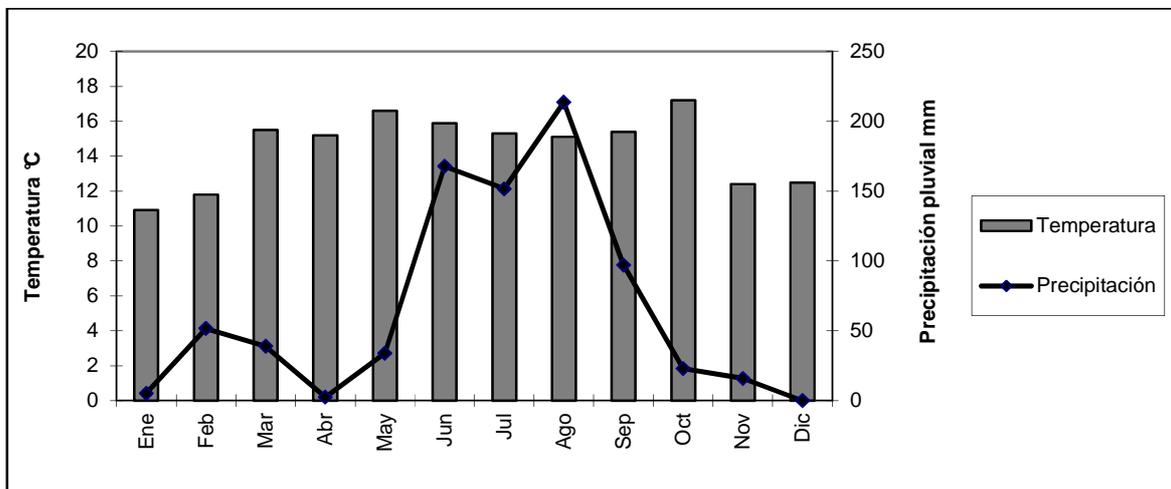
La propiedad donde se realizó el experimento está ubicada en el Barrio de la Veracruz en la localidad de San Miguel, la cual pertenece al municipio de Zinacantepec, su localización geográfica corresponde a la zona centro del Estado de México; sus coordenadas geográficas son 19°03' 47" latitud norte y 99°54' 47" latitud oeste con una altitud promedio que va de los 2,745 metros sobre el nivel del mar a los 4,200 msnm (Plan de desarrollo municipal Zinacantepec, 2013).

2.3 Clima

En el municipio de Zinacantepec, predomina el clima templado subhúmedo con lluvias en verano C (w2) (w) b (i').

El proyecto se realizó durante los meses de junio a noviembre del año 2012, donde la temperatura media anual osciló entre los 10° y 17° C, mientras que la época más calurosa se presentó en el mes de octubre. La temperatura mínima fue de 1 a 9° C. La temperatura media anual osciló entre los 12° C y presentó una precipitación media anual de 801.7 milímetros. Las precipitaciones se presentaron en los meses de junio a septiembre.

Figura 1. Promedios de temperatura y precipitación mensual durante el año 2012



Fuente: CONAGUA, Metepec. 2012. Nota: Se consideran los promedios de precipitación y temperatura en la estación meteorológica No. 89 en San Francisco Tlalcilcalpan.

2.4 Suelo

El tipo de suelo predominante son andosoles los cuales fueron formados a partir de materiales ricos en vidrios volcánicos, comúnmente tienen un horizonte superficial oscuro, son susceptibles a la erosión, se usan en la agricultura con rendimientos muy bajos, pues retienen mucho fósforo; también se usan para la ganadería pero para ella se inducen pastizales. En condiciones naturales tienen vegetación de bosque templado, predominando los de coníferas y mixtos (Plan Estatal de Desarrollo Urbano Zinacantepec, 2007).

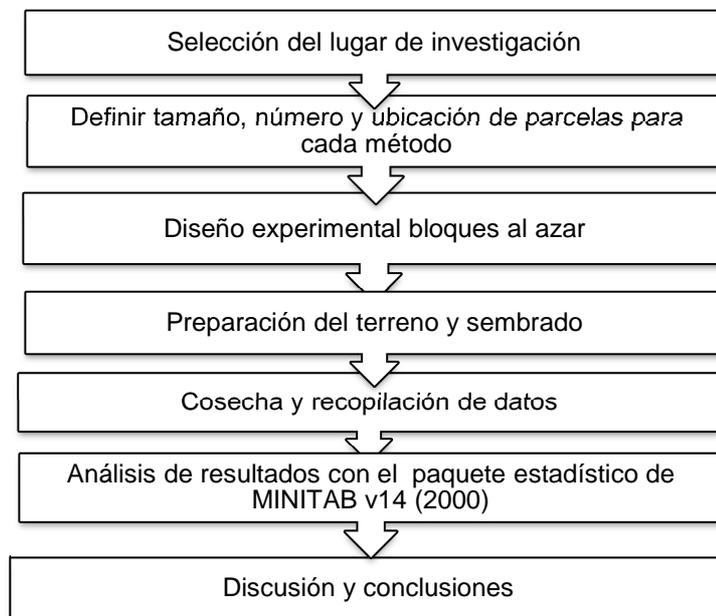
Sin embargo, debido a que en el lugar donde se realizó el proyecto se considera como un suelo antroposoil, debido a que comprenden suelos que han sido profundamente modificados a través de actividades humanas, tal como adiciones de materiales orgánicos o desechos hogareños, riego y labranza (IUSS, 2007).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se describen los pasos en la realización del proyecto así como de los materiales y métodos.

En la figura 2 se presentan los pasos que se llevaron a cabo para el desarrollo de este trabajo.

Figura 2. Esquema metodológico



3.1 Herramientas

Entre las herramientas utilizadas durante el trabajo se mencionan: pala, bioldo, azadón, regadera, rafia y estacas.

3.2 Preparación del abono tipo bocashi

Según Restrepo (2007), para la elaboración del abono tipo bocashi los materiales que se utilizaron son:

- costales de cascarilla de café (20 kg/cu)
- costales de estiércol de caballo (40 kg/cu)
- costales de ceniza (20 kg/cu)
- costales de paja (10 kg/cu)
- 1 litro de melaza
- 1 litro de leche
- 100 gramos de levadura
- Agua (se adicionó de acuerdo a la prueba del puño y en una sola aplicación)

Proceso de elaboración: Primero se mezcló la melaza, leche, levadura y el agua, después se realizó una mezcla homogénea de todos los ingredientes y se agregó poco a poco el agua hasta dejarla humedecida (de acuerdo a la prueba del puño como lo reporta Restrepo (2007)). Finalmente después de la preparación, el abono se extendió protegido del sol.

La altura del montículo quedó de un metro; la temperatura que alcanzó al segundo día de elaboración fue de 45°C. Se realizaron volteos cada tercer día con el fin de darle mayor aireación y enfriamiento, durante la primera semana se mantuvo una temperatura de 60 °C, y después fue bajando gradualmente hasta llegar a la temperatura ambiente (Imagen 2).

Imagen 2. Abono tipo bocashi



Fuente: Tomadas por: Angélica Gil Flores, mayo-2012.

3.3 Preparación del terreno

Dentro de las labores del terreno se realizó un deshierbe debido a que presentaba cantidades de pasto y maleza propias del lugar, se menciona que el terreno donde se llevó a cabo este proyecto no había sido ocupado para siembra en el lapso de dos años, anterior a esto se habían realizado cultivos de alfalfa y avena.

3.3.1 Trazo de parcelas

Se trazaron los límites de las parcelas con dimensiones de 2 m de ancho y 1 m de longitud correspondiendo a un área de 2 m² por cama y pasillos con un ancho aproximado de 60 cm para favorecer las labores de manejo.

Imagen 3. Diseño del experimento



Fuente: Tomadas por: Angélica Gil Flores, junio-2012.

3.3.2 Método biointensivo (Doble excavación)

Para el método biointensivo se aplicó el principio de la doble excavación, con un biello se aflojó el suelo, en seguida a partir de uno de los extremos de la cama se extrajeron 30 cm de suelo, la tierra que se extrajo se colocó a un lado de la cama. Posteriormente con el biello se aflojó suelo a una profundidad adicional de 20 cm. Una vez terminada la primera zanja se continuó a lo largo de la cama haciendo la remoción de suelo superficial y el aflojamiento de la parte inferior hasta completar los 2 m de la cama. El suelo extraído en la primera zanja de la cama se incorporó nuevamente a ésta y se efectuó su nivelación. Al finalizar se colocaron sobre la cama 4 kg de abono tipo bocashi distribuido uniformemente a 10 cm de la capa superficial (Imagen 4).

Imagen 4. Cama biointensiva



Fuente: Tomadas por: Angélica Gil Flores, junio-2012.

3.3.3 Método de labranza mínima

Para la realización de las parcelas bajo labranza mínima se colocaron las semillas de rábano en un espacio de 20 cm de distancia, sin llevar ningún efecto de labranza sólo un pequeño hoyo de un centímetro aproximadamente, el cual es adecuado para el tamaño de la semilla. Antes de sembrar se colocaron dentro

de la parcela 4 kg de abono tipo bocashi esparciéndolo uniformemente sobre la superficie.

3.3.4 Siembra

Se llevó a cabo por semilla y siembra directa, separándolas unos 20 cm aproximadamente, con el método de tresbolillo, con exposición soleada y agua proporcionada por el temporal.

3.3.5 Cosecha

La cosecha se realizó a los 70 y 80 días de edad, cuando el tamaño del bulbo se veía fresco con un diámetro aproximado de 10 cm del bulbo y con un color favorable para consumirlo, la forma de sacarlos se realizó con el uso de una pala de jardín, desde abajo para no romper la raíz y así poder obtenerla completa.

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, se consideró como bloque al antes y después de la aplicación del bocashi. Los tratamientos utilizados fueron:

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

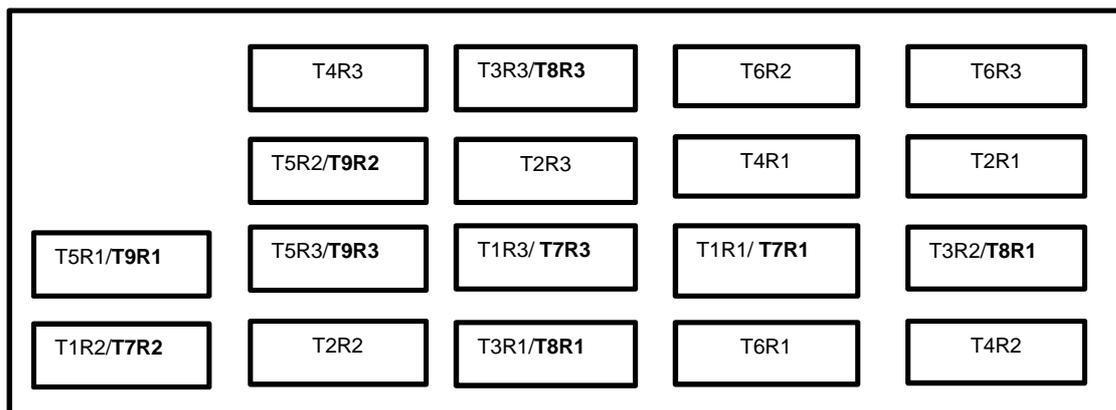
T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

Como testigo se considera solamente al uso de los métodos pero sin ninguna aplicación tanto de cultivo como de abono tipo bocashi, es decir, en el tratamiento

5 solo se realizó el método biointensivo y en el tratamiento 6 no se colocó nada. El subsuelo se considera la muestra tomada a los 60 cm de profundidad correspondiente a cada tratamiento con método biointensivo.

Figura 3. Arreglo de tratamientos



El modelo general lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y = \mu + T_i + B_j + e_{ijk}$$

Donde:

Y= Variable respuesta

μ = Media general

T_i = Efecto debido al tratamiento ($i=1, \dots, 9$)

B_j = Efecto debido al bloque ($i=1, 2$)

E_{ijk} = Error residual.

3.5 Análisis de datos

Los resultados se llevaron a cabo mediante un análisis de varianza, a través del paquete estadístico de MINITAB v14 (2000), cuando se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$), se aplicó la prueba de Tukey. Las variables analizadas fueron: textura del suelo (método Bouyoucos), humedad (por gravimetría-método

AS-05), densidad aparente (por probeta, basada en la NOM-021-RENAC-2000), nitrógeno (método Kjeldhal), pH (método AS-02), contenido de materia orgánica (método de Walkley y Black), capacidad de intercambio catiónico (técnica propuesta por el IPN, basada en la NOM-021-RECNAT-2000), calcio y magnesio (método versenato), potasio y fósforo (técnicas propuestas en el ICAMEX basada en la NOM-021-RENAC-2000). En el rábano se evaluó el diámetro y longitud del bulbo (cm), largo y ancho de la hoja (cm), tamaño de la planta completa (cm), tamaño de la raíz (cm) y rendimiento (peso fresco del bulbo en g).

3.6 Características agronómicas del rábano

Para describir las características agronómicas del rábano se evaluó el peso fresco de la planta, longitud de las raíces, diámetro y longitud del bulbo; a continuación se describe cada uno de ellos.

3.6.1 Peso fresco de la planta

La planta completa se pesó en una balanza en gramos y se registró el peso.

3.6.2 Longitud de raíces

Después de cosechados los rábanos se arrancaron desde la raíz haciendo uso de una pala para jardín para extraerlas en su totalidad. Se hizo la medición desde la punta de la raíz más larga hasta el cuello de la planta.

3.6.3 Diámetro y longitud del bulbo

Se realizó la medición en fresco después de ser cosechados los rábanos, utilizando una cinta métrica al igual que en la longitud y ancho de las hojas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se explican los resultados obtenidos en el laboratorio así como los resultados en el cultivo de rábano.

4.1 Abono tipo bocashi

En el cuadro 2 se muestran los resultados del análisis químico realizado al abono tipo bocashi. De acuerdo con la Norma Técnica Estatal Ambiental (NTEA- 006-SMA- RS-2006), que establece los requisitos para la producción de mejoradores de suelos a partir de residuos orgánicos, los parámetros que están acorde con los indicado en la norma son: materia orgánica (mayor al 15%), fósforo (mayor a 1000 ppm) y potasio (mayor a 2500 ppm).

Cuadro 2. Evaluación de abono tipo bocashi

Abono tipo bocashi								
PH	H	DA	MO	N	Ca	Mg	P	K
10	%	g/ml	%	%	Cmol/kg	Cmol/kg	ppm	ppm
	8.3	0.5	32	1.8	5.6	20.6	2501	17154

H= Humedad, Densidad Aparente, MO= Materia orgánica, N=Nitrógeno, Ca=Calcio, Mg=Magnesio, P=Fósforo y K=Potasio

Fuente: Elaboración propia

En el estudio realizado por Pérez et al. (2008) se evaluaron 6 diferentes tipos de bocashi, dentro de los resultados obtenidos en las propiedades físicas y químicas se encontraron semejanzas en los contenidos de: pH, materia orgánica, nitrógeno y fósforo (8.13, 33.2, 1.4 y 2490 respectivamente). Lo que indica que para estos parámetros el abono tipo bocashi elaborado para este experimento fue similar, ya que se utilizaron ingredientes parecidos como: cascarilla de café, ceniza, levadura, melaza y estiércol (bovino y caprino). El abono tipo bocashi tiene la ventaja de

utilizar diferentes ingredientes que se pueden conseguir fácilmente en las localidades (Restrepo, 2007).

4.2 Textura del suelo

La textura del suelo se muestra en el cuadro 3, los resultados corresponden a una clase textural de franco arenoso considerando el triángulo de las texturas propuesto por la USDA. Este tipo de clase tiene nula a mínima adhesividad (consistencia), una baja capacidad de retención de humedad y buena aireación; en cuanto a la infiltración o velocidad con que el agua penetra en la superficie, es siempre mayor en suelos de textura gruesa como en éste caso, que en suelos de textura fina (Núñez, 2000).

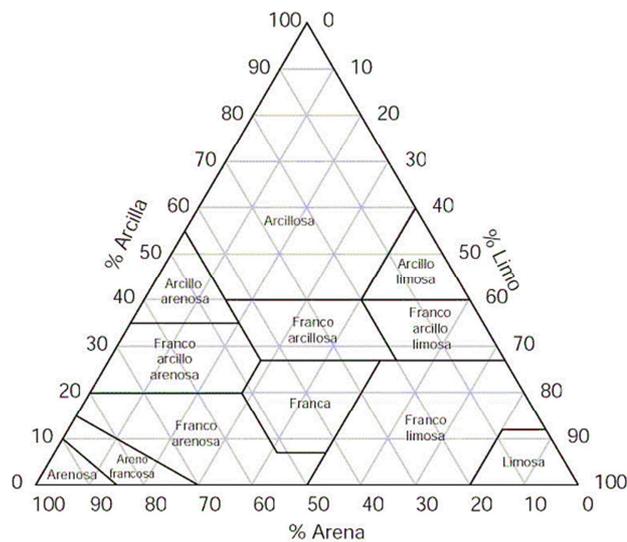
Cuadro 3. Evaluación de textura del suelo por tratamiento

Tratamiento	Arena	Limo	Arcilla
	%	%	%
T1	65.8	19.6	14.5
T2	59.6	22.6	17.7
T3	62.6	20.0	17.4
T4	64.6	22.0	13.4
T5	63.6	22.0	14.4
T6	66.6	21.0	12.4
T7	64.6	21.0	14.4
T8	65.0	23.6	11.4
T9	61.6	21.0	17.4

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi
 T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi
 T3= método biointensivo con abono tipo bocashi
 T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi
 T5= método biointensivo (testigo)
 T6= método de labranza mínima (testigo)
 T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)
 T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)
 T9= método biointensivo (subsuelo)
 I= antes de la aplicación de abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Triángulo de texturas propuesto por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).



Fuente: Herrera, 2011

4.3 pH

En el cuadro 4 se muestran los resultados de pH, donde a pesar de que estos presentan un aumento en los tratamientos con labranza y con aplicación de abono tipo bocashi en el tratamiento T3 y hasta T9; y en los tratamientos T1 y T2 donde se sembró rábano, estos aparentemente experimentan una disminución en su pH. En realidad para la NOM-021-RECNAT-2000, los rangos que se presentan pertenecen a un pH neutro. Lo cual indica que bajo las condiciones de éste experimento no hay efectos por el tipo de labranza, por la aplicación del abono tipo bocashi ni por el cultivo sembrado (ver cuadro 9).

Cuadro 4. Evaluación de pH del suelo por tratamiento

Tratamiento	pH	
	I	II
T1	7.4	6.8
T2	7.1	6.9
T3	7.1	7.3
T4	6.8	7.0
T5	6.9	7.0
T6	6.9	7.3
T7	7.0	7.3
T8	6.7	7.3
T9	6.9	7.1

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación del abono tipo bocashi

II= después del abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

4.4 Densidad aparente

Los resultados de densidad aparente se muestran en el cuadro 5, donde se presenta un aumento, debido a la aplicación del abono tipo bocashi (cuadro 9); según FAO, (2000) y Girón et al. (2012), mencionan que al aplicar abonos orgánicos provoca una disminución en la densidad aparente. Sin embargo, esa tendencia no se presenta en este experimento.

Las modificaciones de las propiedades físicas del suelo a causa de los sistemas de labranza pueden dar origen a una elevación de la densidad así como una mayor resistencia a la penetración de las raíces y compactación de los suelos requiriendo estos cada vez más y más labranza (Figuroa, 1983 y FAO, 2000).

Cuadro 5. Evaluación de densidad aparente del suelo por tratamiento

Tratamiento	Densidad Aparente g/ml	
	I	II
T1	1.0	1.0
T2	0.9	1.0
T3	0.9	1.0
T4	0.9	1.0
T5	0.9	1.0
T6	0.9	1.0
T7	0.9	1.0
T8	0.9	0.9
T9	0.9	1.0

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación del abono tipo bocashi

II= después de la aplicación del abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

4.5 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (cuadro 6), presenta una disminución donde pasaron de un rango medio a bajo, respecto a la NOM-021-RECNAT-2000 en los tratamientos T1, T2, T3 y T9, donde solo el T2 es de labranza mínima y los demás con labranza biointensiva. Los tratamientos T4, T5, T6, T7 y T8 ocurrieron un aumento donde los tratamientos T4 y T6 son de labranza mínima.

En cuanto a los suelos de textura gruesa (arenosos), como en el caso de éste experimento poseen una CIC menor, por lo tanto los cationes son retenidos sólo en una baja proporción (FAO, 2000).

A pesar de estas variaciones en el análisis estadístico (cuadro 9) no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$), lo que significa que ni la aplicación del abono

tipo bocashi ni los métodos de labranza tuvieron efecto en la capacidad de intercambio catiónico.

Cuadro 6. Evaluación de capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo por tratamiento

Tratamiento	CIC meq/100g	
	I	II
T1	24.1	13.9
T2	23.9	14.7
T3	18.9	16.0
T4	16.6	18.7
T5	13.5	19.1
T6	12.0	14.1
T7	12.9	19.5
T8	12.7	17.5
T9	18.9	15.4

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación del abono tipo bocashi

II= después de la aplicación del abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

4.6 Humedad

Los resultados de porcentaje de humedad que se muestran en el cuadro 7, se observa una variación en los tratamientos T1 y T7, que corresponden a suelo y subsuelo, respectivamente. En el resto de los tratamientos se presentan pequeñas variaciones, aunque no son significativas (cuadro 9).

En general, las actividades de labranza mínima tienen como principal aporte la retención de agua; sin embargo, los resultados obtenidos no son tan variados para poder afirmar que la labranza o la aplicación del abono tipo bocashi tienen o no efectos negativos sobre el contenido de humedad.

Cuadro 7. Evaluación de humedad del suelo por tratamiento

Tratamiento	Humedad	
	I	II
T1	1.5	1.6
T2	1.7	1.6
T3	1.9	1.6
T4	1.5	1.5
T5	2.0	1.5
T6	1.5	1.3
T7	1.2	1.5
T8	1.7	1.7
T9	1.6	1.6

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación del abono tipo bocashi

II= después de la aplicación del abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

4.7 Materia orgánica

En el cuadro 8 se muestran los resultados obtenidos del porcentaje de materia orgánica donde a pesar de que en algunos de los tratamientos se aplicó abono tipo bocashi, se obtuvieron porcentajes medios a moderadamente bajos respecto a la NOM-021-RECNAT-2000. En cuanto a los resultados de subsuelo (T7, T8 y T9) estos presentan un aumento.

Debido a la textura que presenta, los nutrimentos aplicados al suelo que puedan exceder esa cantidad pueden fácilmente ser lavados por el exceso de lluvia o por el agua de riego (FAO, 2000).

Respecto a las pérdidas directas de materia orgánica, se sabe que la sola puesta en cultivo ya implica cambios en la dinámica de la materia orgánica en el suelo y una aceleración de la mineralización, disminuyendo en forma exponencial si no hay aportes de materia orgánica (Labrador, 2001).

El tipo de labranza (Cuadro 9) no tiene efectos en el contenido de materia orgánica ($P > 0.05$), esto concuerda con lo reportado por Prieto (2010) y Mota et. al., (2001), mencionan que no encontraron efectos en el sistema de laboreo en las propiedades químicas del suelo.

Sin embargo, se observaron diferencias significativas en el suelo antes y después de la aplicación del abono tipo bocashi ($p < 0.01$). Esto se debe a que la toma de muestra se realizó a los 15 cm de profundidad. Según la FAO (2000), la labranza de conservación mantiene una mayor cantidad de materia orgánica a los 1.5 cm de profundidad; lo que significa que la materia orgánica en este caso no alcanzó a penetrar en tan poco tiempo y se quedó en la capa superficial.

Cuadro 8. Evaluación de materia orgánica del suelo por tratamiento

Tratamiento	Materia Orgánica %	
	I	II
T1	2.8	2.4
T2	3.1	2.2
T3	3.1	2.5
T4	3.5	2.6
T5	2.9	1.7
T6	3.2	2.3
T7	1.8	2.4
T8	2.2	2.2
T9	1.9	2.3

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación de abono tipo bocashi

II= después de la aplicación de abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

EFFECTO DE DOS TIPOS DE LABRANZA SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO
UTILIZANDO CULTIVO DE RÁBANO Y ABONO TIPO BOCASHI

Cuadro 9. Características físicas del suelo por tratamiento y aplicación de bocashi

	pH	Densidad aparente g/ml	CIC meq/100g	Humedad %	Materia orgánica %
Tratamiento					
T1	7.1	1.0	19.0	1.6	2.6
T2	6.9	0.95	19.3	1.7	2.7
T3	7.1	0.95	17.5	1.7	2.8
T4	6.9	0.95	17.7	1.5	3.0
T5	6.9	0.95	16.3	1.7	2.3
T6	7.1	0.95	13.1	1.4	2.8
T7	7.1	0.95	16.2	1.3	2.1
T8	7.0	0.90	15.1	1.7	2.2
T9	7.0	0.95	17.1	1.6	2.1
<i>P</i>	ns	ns	ns	ns	ns
eem	0.8	0.01	1.5	0.1	0.1
Aplicación					
sin bocashi	7.0	0.91 ^b	17.1	1.6	2.7 ^a
con bocashi	7.1	0.98 ^a	16.6	1.5	2.3 ^b
<i>P</i>	ns	**	ns	ns	**
eem	0.2	0.02	3.1	0.1	0.3
Promedio	7.0	1.0	16.8	1.6	2.5

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi
T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi
T3= método biointensivo con abono tipo bocashi
T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi
T5= método biointensivo (testigo)
T6= método de labranza mínima (testigo)
T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)
T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)
T9= método biointensivo (subsuelo)
ns= no significativo ($P>0.05$); ***= $P<0.001$; **= $P<0.01$

Fuente: Elaboración propia

4.8 Nitrógeno

En el cuadro 10 se muestran los resultados del contenido de nitrógeno, donde en dos de los tratamientos T1 y T3 no se presentaron cambios; sin embargo, en los demás incluso en los tratamientos de subsuelo hubo un incremento. Los contenidos de N son bajos respecto a la NOM-021-RENAC-2000. La aplicación de abono tipo bocashi (cuadro 15) tuvo efectos significativos ($P < 0.001$) en el contenido de nitrógeno, ya que se incrementó en aproximadamente el 60%, debido a la aplicación del abono tipo bocashi.

Agila y Enríquez (1999) concluyeron que luego de los análisis de suelo antes y después de la aplicación de las dosis máximas de bocashi en un cultivo de brócoli, se observó un incremento en la fertilidad natural del mismo especialmente en nitrógeno, como lo expresado en este proyecto en el que ocurrió un aumento en el contenido de este elemento.

Cuadro 10. Evaluación de nitrógeno del suelo por tratamiento

Tratamiento	Nitrógeno %	
	I	II
T1	0.1	0.1
T2	0.1	0.2
T3	0.1	0.1
T4	0.2	0.2
T5	0.1	0.2
T6	0.1	0.2
T7	0.1	0.2
T8	0.1	0.2
T9	0.1	0.2

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación de abono tipo bocashi

II= después de la aplicación de abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

4.9 Fósforo

En la mayoría de los tratamientos que se muestran en el cuadro 11 se manifiesta una aparente disminución en la cantidad de fósforo. Al comparar los resultados obtenidos con lo reportado en la norma se observa que los resultados son mayores a los de la NOM-021-RENAC-2000. En los tratamientos T1 y T9 donde se aplicó labranza intensiva los contenidos de fósforo fueron más altos después de la aplicación de bocashi.

El método biointensivo con rábano y aplicación de bocashi (Cuadro 15) fue diferente en comparación con el resto de los métodos empleados en este experimento ($P < 0.05$). A pesar de que Motta et al. (2001) y Prieto et al. (2010) no

encontraron efectos significativos por el laboreo del suelo, en este caso se demuestra que la labranza si tiene efectos en el contenido de fósforo ya que los valores más altos se obtuvieron en los tratamientos T7 y T9 (método de labranza biointensiva en el subsuelo), esto se debe a que dentro de los nutrientes poco móviles se consideran las formas adsorbidas del fósforo (Thomas et al., 1980). Además, Wyngaard (2010) registró un aumento en los primeros 5 cm del suelo con interacción entre el sistema de labranza y el tratamiento de fertilización, con una concentración superior de 2.7 veces comparadas al testigo. En este proyecto las muestras se tomaron a los 15 cm de la capa superficial. En cuanto a la aplicación del abono tipo bocashi no tuvo efectos en este nutriente ($P>0.05$).

Cuadro 11. Evaluación de fósforo del suelo por tratamiento

Tratamiento	Fósforo ppm	
	I	II
T1	166.6	197.2
T2	259.6	238.5
T3	248.7	244.7
T4	229.3	225.5
T5	248.2	236.1
T6	265.6	240.0
T7	277.3	272.8
T8	261.2	247.8
T9	267.6	273.1

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación de abono tipo bocashi

II= después de la aplicación de abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

4.10 Potasio

Los resultados obtenidos en el contenido de potasio que se muestran en el cuadro 12, existe un aumento aparente en los tratamientos T1, T5, T7, T8 y T9, todos con método biointensivo, manteniendo un rango moderadamente alto según la NOM-021-RENAC-2000. Esto debido a que también es un nutriente poco móvil (Thomas et al., 1980); sin embargo, en el análisis estadístico realizado (Cuadro 15) se observa que no existen diferencias significativas ni por tratamiento ni por aplicación de bocashi ($P > 0.05$).

Cuadro 12. Evaluación de potasio del suelo por tratamiento

Tratamiento	Potasio ppm	
	I	II
T1	457.0	957.3
T2	428.0	413.7
T3	530.3	502.3
T4	585.0	487.0
T5	434.7	442.7
T6	455.7	349.7
T7	284.0	381.7
T8	449.7	462.3
T9	386.7	472.3

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación de abono tipo bocashi

II= después de la aplicación de abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

4.11 Calcio

Los resultados en el contenido de calcio que se muestran en el cuadro 13 manifiesta un aparente incremento manteniendo un rango bajo respecto a la NOM-021-RECNAT-2000, en ocho de los nueve tratamientos; solo en el tratamiento T1 hubo una disminución. Lo que demuestra que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$), ni por efecto de la labranza ni por la aplicación abono tipo bocashi (cuadro 15).

Cuadro 13. Evaluación de calcio del suelo por tratamiento

Tratamiento	Calcio Cmol/kg	
	I	II
T1	3.9	3.4
T2	3.7	4.0
T3	3.6	3.9
T4	3.5	4.7
T5	3.8	4.7
T6	3.5	4.7
T7	3.9	4.3
T8	3.7	4.2
T9	3.4	4.1

- T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi
- T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi
- T3= método biointensivo con abono tipo bocashi
- T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi
- T5= método biointensivo (testigo)
- T6= método de labranza mínima (testigo)
- T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)
- T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)
- T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación de abono tipo bocashi
 II= después de la aplicación de abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

4.12 Magnesio

Dentro de los resultados en el contenido de magnesio que se muestran en el cuadro 14 se observa un aparente incremento en cinco de los nueve tratamientos (T1, T3, T5, T6 y T7); en tres se mantuvo igual (T2, T8 y T9), y solo el tratamiento T4 tuvo una disminución; todos en un rango bajo respecto a la NOM-021-RECNAT-2000. El magnesio intercambiable retenido por la materia orgánica o las arcillas con propiedades de intercambio iónico, es considerado disponible para las plantas y depende de la proporción calcio/magnesio (Manahan, 2007). Sin embargo, los datos son similares ($P>0.05$), ya que no se observaron diferencias significativas ni por la aplicación del abono tipo bocashi ni por efectos de labranza.

Cuadro 14. Evaluación de magnesio del suelo por tratamiento

Tratamiento	Magnesio Cmol/kg	
	I	II
T1	0.7	1.0
T2	0.9	0.9
T3	0.9	1.1
T4	1.1	1.0
T5	1.1	1.2
T6	0.8	1.2
T7	0.6	0.9
T8	1.1	1.1
T9	0.9	0.9

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

I= antes de la aplicación de abono tipo bocashi

II= después de la aplicación de abono tipo bocashi

Fuente: Elaboración propia

EFFECTO DE DOS TIPOS DE LABRANZA SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO
UTILIZANDO CULTIVO DE RÁBANO Y ABONO TIPO BOCASHI

Cuadro 15. Pruebas químicas del suelo por tratamiento y aplicación de bocashi

	Nitrógeno %	Fósforo ppm	Potasio ppm	Calcio Cmol/kg	Magnesio Cmol/kg
Tratamiento					
T1	0.1	181.9 ^a	707.2	3.7	0.8
T2	0.15	249.0 ^b	420.8	3.8	0.9
T3	0.1	246.7 ^b	516.3	3.7	1.0
T4	0.2	227.4 ^b	536.0	4.1	1.1
T5	0.2	242.2 ^b	438.7	4.2	1.2
T6	0.15	252.8 ^b	402.7	4.1	0.9
T7	0.15	275.0 ^b	332.8	4.1	0.8
T8	0.15	254.5 ^b	429.5	3.9	1.0
T9	0.15	270.3 ^b	456.0	2.8	0.9
<i>P</i>	ns	***	ns	ns	ns
Eem	0.01	3.9	43.0	0.2	0.04
Aplicación					
Sin Bocashi	0.111 ^b	247.1	445.7	3.7	0.9
Con Bocashi	0.177 ^a	241.7	496.6	3.9	1.0
<i>P</i>	**	ns	ns	ns	ns
Eem	0.02	8.3	91.2	0.4	0.1
Promedio	0.14	244.4	471.1	3.8	0.9

T1= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi

T2= método de labranza mínima con rábano y abono tipo bocashi

T3= método biointensivo con abono tipo bocashi

T4= método de labranza mínima con abono tipo bocashi

T5= método biointensivo (testigo)

T6= método de labranza mínima (testigo)

T7= método biointensivo con rábano y abono tipo bocashi (subsuelo)

T8= método biointensivo con abono tipo bocashi (subsuelo)

T9= método biointensivo (subsuelo)

ns= no significativo ($P>0.05$); ***= $P<0.001$; **= $P<0.01$

Fuente: Elaboración propia

5. RESULTADOS DEL RÁBANO

Como se puede observar en el cuadro 16 existen mayores rendimientos en los resultados en el tratamiento biointensivo, como un factor determinante en su pronta cosecha que duró 72 días. En este tratamiento se obtuvieron la mayor cantidad de bulbos (60 productos de 96 semillas cultivadas). Esto corresponde a una viabilidad del 62 % en las tres camas biointensivas. En cuanto a los resultados en el tratamiento de labranza mínima se obtuvieron 25 rábanos de 96 semillas sembradas con una viabilidad del 26%. En este caso, se cosechó a los 74 días, dos días después que en las camas biointensivas.

Las variables donde se encuentran diferencias significativas ($P < 0.05$) son: peso total, diámetro del bulbo, tamaño de raíz y tamaño de la planta, confirmando que el método biointensivo muestra mejores condiciones para este tipo de cultivo, debido a las características que presenta el uso de la doble excavación, permite un ambiente propicio para que las raíces de las plantas penetren el suelo sin mayor esfuerzo (Jeavons, 1991; Arroyo, 2004).

Cuadro 16. Resultados del rábano por tratamiento

	Peso total gr	Diámetro bulbo cm	Longitud bulbo cm	Largo hoja cm	Ancho hoja cm	Tamaño raíz cm	Tamaño planta cm
Tratamiento							
T1	43.8	12.2	5.9	17.1	6.7	8.3	30.2
T2	20.0	8.9	4.8	13.6	5.4	5.5	22.8
<i>P</i>	**	**	ns	ns	ns	*	*
eem	2.9	0.28	0.40	1.19	0.47	0.46	1.25
Promedio	29.5	10.2	5.3	15.0	5.9	6.6	25.8

T1= tratamiento biointensivo, T2= tratamiento labranza mínima, ns= no significativo ($P > 0.05$); *= $P < 0.05$

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

De acuerdo a los resultados, el método biointensivo demostró mejores rendimientos en cuestiones agronómicas tanto en calidad y cantidad de rábano; diferente a lo ocurrido con el método de labranza mínima, donde una limitante de la labranza de conservación es que produce rendimientos menores. En cuanto a los efectos de la labranza biointensiva se observó que se obtienen buenos rendimientos en el cultivo de rábano; sin embargo, con el tiempo este tipo de labranza según la literatura y el tipo de clase textural de franco arenoso que presenta es más propenso a la erosión.

En cuanto a las propiedades analizadas no se observaron diferencias significativas en la mayoría de ellas; sin embargo, hubo una disminución en el contenido de fósforo en los tratamientos con método biointensivo por efecto de la labranza. En cambio en los resultados de contenido de nitrógeno y en la densidad aparente hubo un incremento por efectos en la aplicación del abono tipo bocashi. En cuanto al contenido de materia orgánica hubo una disminución a pesar de la aplicación del abono tipo bocashi debido a que la muestra se tomó a los 15 cm.

La aplicación del abono tipo bocashi tuvo efecto en tres propiedades (contenido de nitrógeno, fósforo y densidad aparente), lo que significa que el uso de este tipo de abono orgánico es una alternativa viable para el cultivo de rábano y utilizando ambos métodos de labranza.

El método de labranza mínima mostro bajos rendimientos en el cultivo de rábano, sin embargo ha demostrado tener mejores efectos en otros cultivos como avena y maíz dentro del territorio mexicano. En cuanto a las propiedades analizadas la labranza mínima no mostro tener efectos significativos, debido a que este tipo de cultivo es de rápido crecimiento y presenta baja demanda de nutrientes, además como el suelo no fue labrado no presentó cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo. Las ventajas que presenta es que permite a través del tiempo

la conservación de suelos y propiciar las mejores condiciones para cultivos y zonas aptas.

Recomendaciones

La tendencia actual en el laboreo de suelos debe ser hacia el uso de sistemas de labranza de conservación que permita un ahorro de energía y además un mejoramiento en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Esto implica seleccionar, adaptar o desarrollar sistemas de labranza adecuados para condiciones específicas de suelo, clima, relieve, nivel de fertilización, grado de mecanización y tipo de cultivo.

Tanto el método biointensivo y de labranza mínima han demostrado ser eficientes bajo ciertas condiciones, es importante llevarlos a cabo bajo esos mismos términos, es decir, manejar estudios previos en las propiedades del suelo así como de los factores ambientales y sociales. Procurando siempre la conservación de los recursos naturales y del mismo suelo.

El método biointensivo se recomienda para el cultivo de hortalizas en huertos familiares o agricultura de traspatio para obtener alimentos con bajos insumos.

El uso del abono tipo bocashi se recomienda para este tipo de cultivos (hortalizas), igualmente para ambos métodos de labranza, debido a las características que presenta en el uso de ingredientes de fácil acceso y de origen orgánico, además de que no implica un efecto significativo al ambiente en el proceso de fermentación al ambiente, así como mejora la calidad de los productos y las propiedades del suelo.

LITERATURA CITADA

- Aguilera C. M. y R. Martínez. 1996. Relaciones agua suelo planta atmósfera. 4ª ed. UACH, Chapingo, México. p 67-80.
- Agila, N., C. Enríquez. 1999. Elaboración de bioabonos y su evaluación en un cultivar de brócoli Brassica olerácea L. var. Botrytis en San Pedro de Vilcambamba. Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas p 83.
- Arroyo, R.K. 2004. Cultivo de hortalizas orgánicas utilizando el Método Biointensivo. Experiencia en Las Cañadas, Huatusco. ECOPOL. Veracruz, México. p 2-4.
- Benites, J., Dudal, R. y Koohafkan, P. 1999. Land, the platform for local food security and global environmental protection. In: FAO. Prevention of land degradation, enhancement of carbon sequestration and conservation of biodiversity through land use change and sustainable land management with a focus on Latin America and the Caribbean. Proceedings of the IFAD/FAO Expert Consultation. Rome 15 April 1999. pp 37-42.
- Boone, F.R. 1988. Weather and other environmental factors influencing crop responses to tillage and traffic. Soil & Till. Res. 11: pp 285–324.
- Compendio de Agronomía Tropical. 2006. Editado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y el Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. San José de Costa Rica. Pudue University (USA). p 207-209.
- Conabio. 2013. Disponible en: <http://siit.conabio.gob.mx>. Fecha de consulta: septiembre de 2013.

- Cruz, A.T. 1994. Impacto de diferentes intensidades de labranza en el comportamiento agronómico de maíz de temporal en Nayarit. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Duley, E.L. y J.C. Russell. 1942. Effect of stubble mulching on soil erosion and runoff. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 7: 77-81.
- Estrada, S.E. 2003. Evaluación de sistemas de labranza de conservación de suelos y fertilización edáfica y foliar en la asociación maíz-frejol voluble. Ecuador. Disponible:http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Sistemas_de_labranza_en_cultvo_asociados_maiz_y_frejol.pdf. Fecha de consulta: septiembre de 2013.
- FAO. 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. FAO, Instituto Internacional de Agricultura Tropical. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO No. 8 Roma. pp 7, 9, 10, 11,12.
- Figuroa, S.B. 1983. Análisis de los sistemas de labranza en México. Memoria del XVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Oaxaca. Oax.
- Figuroa, S.B. 1975. Pérdidas de suelo y nutrientes y su relación con el uso del suelo en la cuenca del río Texcoco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. ENA. Chapingo, Méx. p 209
- Florián, R., Oblitas, A. y Rejas, S. 2007. Mejoramiento de pasturas con incorporación de alfalfa mediante labranza mínima en el fundo "El Rebozo", Cajamarca. Cusco, Perú. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional de Cajamarca. p 1-4.
- Girón, C.C.E., Martínez, O.C.E.F., Monterroza, D.M.P. 2012. Influencia de la aplicación de bocashi y lombriabono en el rendimiento de calabacín, espinaca, lechuga y remolacha, bajo el método biointensivo, San Ignacio Chalatenango. Universidad de el Salvador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

- Gómez, A. R., Lázaro, J.G. y León, N. JA. 2008. Producción de frijol y rábano en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. *Universidad y Ciencia*. 24(1): 11-20.
- Guízar, F.M. 1987. Labranza cero, una alternativa para reducir costos de producción y ajustar calendarios de siembra en Guanajuato. Mimeografiado. SARH-Guanajuato.
- Herrera, B.J. 2011. Propiedades del suelo. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos65/propiedades-suelo/propiedadesuelo.shtml>. Fecha de consulta: mayo 2013.
- Hillel, D. 1998. *Environmental soil physics*. Academic Press. San Diego. p 771.
- Jiménez G., C.A., Maciel-Pérez, L.H., Peña-Ramos, A., Castillo Robles, A. INIFAP. 2004. Principios y fundamentos de labranza de conservación: guía para su implementación. Folleto técnico 24: 2-31.
- IUSS Grupo de trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos. No. 103. FAO. Roma. p.70.
- Jeavons, J. 1991. Cultivo biointensivo de alimentos, más alimentos en menos espacio. *Ecology Action*. pp. 3, 31,146 y 147.
- Karwasra, S.P.S. 1991. Socioeconomic considerations in tillage. Proc. 12th Conference of ISTRO "Soil Tillage for Agricultural Sustainability". IITA, Ibadan. pp. 536-545.
- Labrador, M.J. 2001. Gestión de la materia orgánica en los agroecosistemas. En: *La materia orgánica en los agroecosistemas*. 2^a edición. Ed. Mundi -Prensa. España. p 210.
- Manahan, S.E. 2007. *Introducción a la química ambiental*. Ed. Reverté. México. p 320.

Martínez, V. J. 1996. El método biointensivo de cultivo. Coloquio sobre agricultura orgánica: una opción sustentable para el agro mexicano. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), Chapingo, México.

Martínez, V. J.M., 2005. El Método Biointensivo de Cultivo, Filosofía y principios. Veracruz, México. ECOPOL. p 15.

Minitab., 2000. V 14 Statistical software. User's guide II: Data analysis and quality tools, graphics, and Macros. USA. 138 p.

Molledo, J. 2002. El huerto escolar ecológico: un proyecto para la atención a la diversidad. Zaragoza, España. Coordinado por Cea, IES. p 19.

Motta, A. C. V., Reeves, D. W., Feng, Y., Burmester, C., and Raper, R.L. 2001. Management systems to improve soil quality for cotton production in a degraded silt loam soil in Alabama (USA) In: I World Congress on Conservation Agriculture. p 219-222.

Narro, F. E. 1994. Física de suelos con enfoque agrícola. Ed. Trillas, D.F., México. p 15-72.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis.

Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA- 006- SMA- RS-2006, que establece los requisitos para la producción de los mejoradores de suelos elaborados a partir de residuos orgánicos.

Núñez, S.J. 2000. Fundamentos de edafología. San José, Costa Rica. EUNED. p 63.

- Obrego, P. 2001. Preparación de Fertilizantes a partir de Residuos Orgánicos. Ventajas del uso del abono. Disponible en: [http:// bpa.peru-v.com/abono_organico.htm](http://bpa.peru-v.com/abono_organico.htm). Fecha de consulta: marzo 2014.
- Ortiz, V.B. y C.A. Ortiz S. 1980. Edafología. 3ª ed. UACH, Chapingo, México. pp 22, 30, 66 y 73-75.
- Pérez, A., C. Céspedes., P. Núñez. 2008. Physical, caracterización física, química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. J. Soil. Sc. Plant Nutr 8 (4):10-29.
- Phillips, S. H. y Young, H. M. s.f. Agricultura sin laboreo: labranza cero. Trad. por Enrique Marchesi. Montevideo, Uruguay, Agropecuario Hemisferio Sur. p 223
- Pía, F. 2005. Huerta orgánica Biointensiva. El Trasplante. CIESA- INFOAM B Provincia del Chubut Argentina. pp 104, 105.
- Pimentel, D. and M. Burgess. 1980. Energy inputs & corn production. In: Pimentel D. (ed.) 1980. Handbook of energy utilization in Agriculture CRC Press Inc. Boca Ratón, FLA. pp 67-84
- Pitty, A. 1997. Introducción a la biología, ecología y manejo de las malezas. Tegucigalpa, Honduras, Zamorano. p 300.
- Plan de desarrollo municipal Zinacantepec. 2013-2015.
- Plan estatal de desarrollo urbano Zinacantepec. 2007.
- Porta C., J., M. López-Acevedo R. y C. Roquero de L. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2ª ed. Mundi-Prensa, Bilbao, España. pp 83, 237-240, 507-540.

- Prieto, B., J.A. Peroza, G. Grandet. 2010. Efecto de labranza y manejo de materiales orgánicos sobre algunas propiedades físicas y químicas de un vertic endoaquept del valle de Sinú, Colombia. *Temas Agrarios* 15(2):27-36.
- Restrepo, R.J. 2007. Manual práctico ABC de la agricultura orgánica y panes de piedra/ vol. 1 abonos orgánicos fermentados. Cali, Colombia.
- Rincón, G.E.F. 2009. Huertos biointensivos. Universidad Veracruzana Intercultural. Jalapa, Veracruz. p 8.
- SEMARNAT. 2010. Introducción al método de cultivo biointensivo, alternativa para cultivar más alimentos en poco espacio y mejorar el suelo. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. pp 7, 8, 12.
- Serna, C. 2003. Sistemas agrosostenibles. Disponible en: http://www.proexant.org.ec/Abonos_Org%C3%A1nicos.html. Fecha de consulta: marzo 2014.
- Shintani, M. y Tabora, P. 1998. Producción de Bokashi para agricultura Orgánica en los Trópicos. EARTH. Costa Rica. 14
- Torres, R. P. 2006. Estudio de los impactos causados por la aplicación de un proyecto de Agricultura Biointensiva orientado hacia la Seguridad Alimentaria en Nueva Loja, Lago Agrio Sucumbíos. Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/161>. Fecha de consulta: mayo 2013.
- Thomas G.W., K.L. Wells and L. Murdock. 1980. Fertilization and liming. In: R.E. Phillip, G.W. Thomas, R.L. Blevins (ed.) No- tillage research: Research Reports and Reviews. University of Kentucky, College of Agriculture and Agricultural Experiment Station. Lexington, Kentucky. p 43-54.

Vega de Kuyper, J.C. 2007. Química del suelo. En: Química del medio ambiente. Ed. Alfaomega. México. pp 131 y 145.

Wyngaard, N. 2010. Efecto a largo plazo de la fertilización y los sistemas de labranza sobre las propiedades de un argiudol y el rendimiento de maíz. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrícolas. Argentina.