

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE BOCASHI Y
LOMBRIABONO EN EL RENDIMIENTO DE CALABACÍN
(*Cucurbita pepo* L.), ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.), LECHUGA
(*Lactuca sativa* L.) Y REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.), BAJO EL
MÉTODO DE CULTIVO BIOINTENSIVO, SAN IGNACIO,
CHALATENANGO.

POR:

CAROLINA EMPERATRIZ GIRÓN CARRILLO

CARLA EVELIN FUENCISLA MARTÍNEZ OLMEDO

MARIO PABLO MONTERROZA DOMÍNGUEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2012.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE BOCASHI Y
LOMBRIABONO EN EL RENDIMIENTO DE CALABACÍN
(*Cucurbita pepo* L.), ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.), LECHUGA
(*Lactuca sativa* L.) Y REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.), BAJO EL
MÉTODO DE CULTIVO BIOINTENSIVO, SAN IGNACIO,
CHALATENANGO.

POR:

CAROLINA EMPERATRIZ GIRÓN CARRILLO

CARLA EVELIN FUENCISLA MARTÍNEZ OLMEDO

MARIO PABLO MONTERROZA DOMÍNGUEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2012.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE



INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE BOCASHI Y
LOMBRIABONO EN EL RENDIMIENTO DE CALABACÍN
(*Cucurbita pepo* L.), ESPINACA (*Spinacia oleracea* L.), LECHUGA
(*Lactuca sativa* L.) Y REMOLACHA (*Beta vulgaris* L.), BAJO EL
MÉTODO DE CULTIVO BIOINTENSIVO, SAN IGNACIO,
CHALATENANGO.

POR:

CAROLINA EMPERATRIZ GIRÓN CARRILLO

CARLA EVELIN FUENCISLA MARTÍNEZ OLMEDO

MARIO PABLO MONTERROZA DOMÍNGUEZ

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO(A) AGRÓNOMO(A)

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2012

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

Ing. Mario Roberto Nieto Lovo

SECRETARIA GENERAL

Dra. Ana Leticia Zavaleta de Amaya

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla

SECRETARIO

Ing. Agr. M.Sc. Luis Fernando Castaneda Romero

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

Ing. Agr. Antonio Salomón Rivas Martínez

DOCENTES DIRECTORES

Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre Castro

Ing. Agr. Manuel de Jesús Hernández Juárez

Dr. Francisco Lara Ascencio

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

Ing. Agr. Sabas Alberto Argueta Palacios

RESUMEN

El objetivo de la investigación, consistió en evaluar el efecto complementario del bocashi y lombriabono en el rendimiento de los cultivos calabacín (*Cucurbita pepo* L.), espinaca (*Spinacia oleracea* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), remolacha (*Beta vulgaris* L.), manejándolos con el método de cultivo biointensivo, que es una forma de agricultura orgánica a pequeña escala, cuyo propósito es desarrollar una agricultura integral y armónica con la naturaleza, en la que se aplicaron los principios: de doble excavación del suelo, uso de composta, siembra cercana y asociación de cultivos, que buscan desarrollar condiciones de suelos favorables para el crecimiento y desarrollo de las plantas, el reciclaje de nutrientes, aprovechamiento del espacio de siembra y la diversificación de cultivos, para contribuir a la seguridad alimentaria de los pequeños productores de las zonas rurales. La metodología estadística que se aplicó a la investigación fue bloques completamente al azar donde el diseño estadístico constó de 3 tratamientos, 3 bloques y 9 camas. Se tomó datos del largo, peso, diámetro y número de frutos por planta, altura de plantas, diámetro de cobertura foliar, peso de follaje y planta. Mediante el análisis químico, biológico y cromatográfico del suelo se determinó el estado de salud y fertilidad, que mostró una alta disponibilidad de nutrientes, buena actividad biológica, manifestado por presencia de nitrógeno y actividad enzimática, y la densidad del suelo que mejoró la porosidad y está contribuyó al crecimiento y desarrollo de la planta, como producto de la aplicación de composta + bocashi y composta + lombriabono, y en menor grado por la composta que se encontraba en un proceso de transformación de la materia orgánica.

En los resultados obtenidos se observó que el T2 (composta + bocashi) produjo los mayores rendimientos ($p \leq 0.01$) en peso de bulbo de remolacha, planta de lechuga, cantidad de frutos de calabacín y peso de follaje en espinaca. Al tratamiento anterior le siguió el T3 (composta + lombriabono) para los indicadores mencionados, sin embargo este tratamiento produjo el mayor peso de frutos en calabacín pero no fue significativo estadísticamente. En relación con el T1 (Composta), este produjo los menores rendimientos, excepto en el caso de largo de fruto de calabacín que fue mayor a los otros 2 tratamientos, pero no fue significativo ($p \leq 0.01$). De los 3 tratamientos la mayor relación beneficio-costos se obtendría con la composta+ bocashi, con una relación de \$2.09 lo que significa que por cada dólar invertido hay una ganancia \$ 1.09 de dólar, percibiendo más del 100% de ganancias por la venta de los cultivos de calabacín, lechuga, espinaca y remolacha.

Palabras claves: Biointensivo, composta, bocashi, lombriabono, rendimiento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por habernos dado la vida y la oportunidad de formarnos como profesional.

A nuestra querida Alma Mater, en especial a la facultad de Ciencias Agronómicas, por haber sido un hogar, por proporcionarnos momentos únicos que marcaron nuestras vidas, y facilitarnos las herramientas para ser excelentes profesionales.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), El Salvador por brindarnos su apoyo en nuestra investigación.

A nuestros asesores Ing. Agr. Carlos Alberto Aguirre Castro, Ing. Agr. Manuel de Jesús Hernández Juárez y Dr. Francisco Lara; por compartir sus conocimientos, por ser tolerantes y por sus sabios consejos.

A Don Agustín y su querida familia, por habernos permitido llevar a cabo nuestra investigación en su parcela.

Carla Evelin Fuencisla Martínez Olmedo

Carolina Emperatriz Girón Carrillo

Mario Pablo Monterroza Domínguez

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por haberme dado la oportunidad de formarme como una profesional.

A mi padre Armando Girón que desde el cielo me apoyó y me dio fuerzas para salir adelante con mis estudios.

A mi madre Luz de María Carrillo de todo corazón por sus consejos y esfuerzos, gracias madrecita.

A mis amigos por darme ese apoyo y fuerza en todo momento.

A mis compañeros de tesis Fuen y Mario por salir adelante contra viento y marea.

A un gran amigo el Ing. Horacio Zambrana por su apoyo incondicional en todo momento.

Carolina Girón.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por haberme brindado la oportunidad de realizar mi carrera universitaria.

A mi Morenita, mi Virgencita de Guadalupe, porque no me desamparó en ningún momento de este camino.

A mí amado papi Carlos Martínez y a mí amada mami Nora Evelyn de Martínez por su apoyo incondicional, por brindarme el mejor legado que los padres pueden heredar a sus hijos, porque con ello me prepararon para la vida.

A mí amada mamá Julita (Q.D.D.G.), por creer en mí, por su completo apoyo.

.

A mis hermanos, Christopher Martínez y Gracia Martínez por ser mi soporte y fuerzas en momentos felices y difíciles.

A mi tío Waldy, por su apoyo y confianza.

A mis compañeros de tesis Caro y Mario, por convidar este arduo camino.

A los elementos honorarios de esta investigación: Paty, Luis y Víctor, por su colaboración en este trabajo

.

Al Ing. Agr. Horacio Zambrana por ser un amigo, por su incondicional colaboración, por sus aportaciones y apoyo.

A mis amigos por darme ánimos y por ser apoyo incondicional.

Carla Martínez Olmedo

DEDICATORIA

A Dios y a su hijo Jesucristo por darme la vida, por protegerme y ayudarme durante todo mi proceso de formación.

A mi madre, Mercedes Imelda Domínguez y a mi hermano Rubén Alonso Monterroza, quienes me mostraron su amor y comprensión en todo mi proceso de formación.

A mi abuela, Ester Monterroza (Q.D.D.G) porque siempre recibí su apoyo mientras Dios la mantuvo con vida a mi lado.

A Marta Córdova, quien fue mi consejera espiritual.

A Marta Lilian Alfaro, por creer en la juventud de Jerusalén.

A Víctor Alfonso González, quien estuvo conmigo apoyándome al final de mi carrera.

A mis compañeras de tesis, quienes fueron de mucho apoyo durante este trabajo.

Mario Pablo Monterroza Domínguez

INDICE GENERAL

Contenido	Página
Resumen	iv
Agradecimientos	v
Dedicatoria	vi
Indice de cuadros	xi
Indice de figuras	xii
Indice de anexos	xiii
Indice de cuadros anexos	xiv
Indice de figuras anexas	xvi
1.0 Introducción	1
2.0 Revisión de literatura	3
2.1. Seguridad Alimentaria y Nutricional	3
2.2. Definición de agricultura orgánica	4
2.3. Historia de la agricultura orgánica	5
2.4. Agricultura orgánica en América Central	6
2.5. La Agricultura orgánica en El Salvador	7
2.6. Historia de los biointensivos	8
2.7. Abonamiento orgánico	11
2.7.1. Abonos orgánicos utilizados	12
2.7.1.1. Composta	15
2.7.1.2. Bocashi	16
2.7.1.3. Lombriabono	18
2.8. Cultivo de hortalizas y consumo en el país	19
2.9. Botánica de los cultivos	20
2.9.1. Cultivo: Calabacín	20
2.9.1.1. Características	20
2.9.1.2. Variedades	20
2.9.1.3. Propiedades nutricionales	21
2.9.2. Cultivo: Remolacha	21
2.9.2.1. Características	21
2.9.2.2. Propiedades nutricionales	21
2.9.3. Cultivo: Lechuga	22
2.9.3.1. Características	22
2.9.3.2. Propiedades nutricionales	22
2.9.4. Cultivo: Espinaca	22
2.9.4.1. Características	23
2.9.4.2. Propiedades nutricionales	23
3.0 Materiales y métodos	23
3.1. Ubicación geográfica del proyecto	23
3.2. Características del suelo	24
3.3. Análisis físico, químico y biológico de los abonos utilizados y del suelo	24
3.4. Tratamientos, cultivos y cantidades de abonos	25
3.5. Elaboración de semilleros	25
3.6. Preparación del terreno	26
3.7. Variedad de semilla	26
3.8. Trasplante	27
3.9. Abonamiento	27
3.10. Manejo Agronómico	27
3.11. Cosecha	27
3.12. Modelo matemático del diseño estadístico	28
3.13. Diseño estadístico	28
3.14. Toma de datos	28

3.14.1. Variables en estudio	28
3.15. Fase de procesamiento y análisis de datos	29
3.16. Análisis de beneficio – costo	29
4.0 Resultados y discusión	29
4.1. Caracterización del suelo en el sitio de la investigación	30
4.2. Análisis químico de suelo	31
4.3. Análisis químico de abonos orgánicos	32
4.4. Análisis microbiológico (hongos)	32
4.5. Presencia de insectos benéficos y no benéficos en los cultivos	33
4.6. Análisis cromatográfico	33
4.6.1. Análisis cromatográfico de los suelos de las áreas de tratamiento posterior a la cosecha	33
4.6.2. Cromas de los abonos orgánicos: bocashi, lombriabono y composta	34
4.6.2.1. Tratamiento del suelo con composta	34
4.6.2.2. Tratamiento de suelo con composta más bocashi	34
4.6.2.3. Tratamiento de suelo con composta más lombriabono	35
4.7. Análisis de las variables para cada cultivo	35
4.7.1. Cultivo de Calabacín	36
4.7.1.1. Altura de plantas	36
4.7.1.2. Diámetro de cobertura foliar	36
4.7.1.3. Cantidad de frutos	37
4.7.1.4. Largo de fruto	38
4.7.1.5. Diámetro de fruto	39
4.7.1.6. Peso de fruto	40
4.7.2. Cultivo de espinaca	41
4.7.2.1. Altura de plantas	41
4.7.2.2. Diámetro de cobertura foliar	42
4.7.2.3. Peso de follaje	43
4.7.3. Cultivo de lechuga	44
4.7.3.1. Altura de plantas	44
4.7.3.2. Diámetro de cobertura foliar	45
4.7.3.3. Peso promedio de plantas	46
4.7.4. Cultivo de remolacha	47
4.7.4.1. Altura de plantas	47
4.7.4.2. Diámetro de cobertura foliar	48
4.7.4.3. Peso de bulbo	49
4.7.4.4. Diámetro de bulbo	50
4.8. Relación beneficio - costo	51
4.9. Discusión	52
4.9.1. Análisis del efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en los cultivos	52
4.9.1.1. Cultivo de calabacín	52
4.9.1.2. Cultivo de espinaca	53
4.9.1.3. Cultivo de lechuga	55
4.9.1.4. Cultivo de remolacha	56
4.9.2. Análisis beneficio – costo	57
5.0 Conclusiones	59
6.0 Recomendaciones	60
7.0 Bibliografía	61
8.0 Anexos	67

Índice de Cuadros	Página
Cuadro 1: Tratamientos en estudio y cultivos	25
Cuadro 2: Cantidad de bocashi y lombriabono aplicado por planta	25
Cuadro 3: Características del perfil del suelo, caserío Las Aradas, Cantón Las Pilas, San Ignacio, Chalatenango.	30
Cuadro 4: Prueba de la densidad aparente, densidad real y porcentaje de poros.	31
Cuadro 5: Resultados de análisis químico en muestras de suelo	32
Cuadro 6: Resultados de análisis químico de los abonos aplicados	32
Cuadro 7: Alturas promedio de plantas de calabacín (cm)	36
Cuadro 8: Diámetro promedio de cobertura foliar de plantas de calabacín (cm)	37
Cuadro 9: Cantidad de frutos promedio de calabacín cosechados en 14 cortes por tratamiento	37
Cuadro 10: Largo promedio de fruto de calabacín (cm)	38
Cuadro 11: Diámetro promedio de fruto de calabacín (cm)	39
Cuadro 12: Peso promedio de fruto de calabacín (g)	40
Cuadro 13: Altura promedio de plantas de espinaca (cm)	41
Cuadro 14: Diámetro promedio de cobertura foliar de plantas de espinaca (cm).	42
Cuadro 15: Peso promedio de follaje por planta de espinaca (g)	43
Cuadro 16: Altura promedio de plantas de lechuga (cm)	44
Cuadro 17: Diámetro promedio de cobertura foliar de plantas de lechuga (cm)	45
Cuadro 18: Peso promedio por planta de lechuga (g)	46
Cuadro 19: Altura promedio de plantas de remolacha (cm)	47
Cuadro 20: Diámetro promedio de cobertura foliar de plantas de remolacha (cm)	48
Cuadro 21: Peso promedio de bulbo por planta de remolacha (g)	49
Cuadro 22: Diámetro promedio de bulbo por planta de remolacha (cm)	50
Cuadro 23: Promedios de las variables medidas en Calabacín	52
Cuadro 24: Promedios de las variables medidas en Espinaca	54
Cuadro 25: Promedios de las variables medidas en Lechuga	55
Cuadro 26: Promedios de las variables medidas en el cultivo de Remolacha	57

Índice de Figuras	Página
Figura 1: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable altura promedio de plantas(cm) en calabacín	36
Figura 2: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de cobertura foliar (cm) en calabacín	37
Figura 3: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable cantidad de frutos promedio cosechados por tratamiento en calabacín	38
Figura 4: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable largo promedio de fruto (cm) en calabacín	39
Figura 5: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de fruto (cm) en calabacín	40
Figura 6: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable peso promedio del fruto (g) en calabacín	41
Figura 7: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable altura promedio de plantas (cm) en espinaca	42
Figura 8: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de cobertura foliar (cm) en espinaca	43
Figura 9: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable peso de follaje por planta (g) en espinaca	44
Figura 10: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable altura promedio de planta (cm) en lechuga	45
Figura 11: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de cobertura foliar (cm) en lechuga	46
Figura 12: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable peso promedio de plantas(g) en lechuga	47
Figura 13: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable altura promedio de plantas (cm) en remolacha	48
Figura 14: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro de cobertura foliar (cm) en remolacha	49
Figura 15: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable peso promedio de bulbo (g) en remolacha	50
Figura 16: Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de bulbo (cm) en remolacha	51
Figura 17: Efecto de la composta, composta+ bocashi y composta + lombriabono sobre altura de plantas (cm), diámetro de cobertura foliar (cm), largo de fruto (cm), diámetro de fruto (cm), peso de fruto (g) y cantidad de frutos del cultivo de calabacín	53
Figura 18: Efecto de la composta, composta+ bocashi, composta + lombriabono sobre altura de plantas (cm), diámetro de cobertura foliar (cm) y peso de follaje (g) del cultivo de espinaca	54
Figura 19: Efecto de la composta, composta + bocashi y composta + lombriabono sobre altura de plantas (cm), diámetro de cobertura foliar (cm)y peso de planta (g) del cultivo de lechuga	55
Figura 20: Efecto de la composta, composta + bocashi y composta + lombriabono sobre altura de plantas (cm), diámetro de cobertura foliar (cm), peso (g), diámetro de bulbo (cm) del cultivo de remolacha	57

Índice de anexos

	Página
Anexo 1: Guía de cromatografía de suelos	66
Anexo 2: Resultados de análisis químico de suelos y abonos utilizados en el proyecto	87
Anexo 3: Tabla de interpretación de análisis de suelo	89

Índice de cuadros anexos

	Página
Cuadro anexo 1: Repelentes utilizados en el proyecto y sus respectivas dosis	72
Cuadro anexo 2: ANVA de la variable altura de planta de calabacín	72
Cuadro anexo 3: ANVA de la variable diámetro de cobertura foliar del cultivo de calabacín	72
Cuadro anexo 4: ANVA de la variable cantidad de frutos del cultivo de calabacín	72
Cuadro anexo 5: ANVA de la variable largo de fruto de calabacín	73
Cuadro anexo 6: ANVA de la variable diámetro de fruto de calabacín	73
Cuadro anexo 7: ANVA de la variable peso de fruto de calabacín	73
Cuadro anexo 8: ANVA de la variable altura en el cultivo de espinaca	73
Cuadro anexo 9: ANVA de la variable diámetro de cobertura foliar de espinaca	73
Cuadro anexo 10: ANVA del Peso de follaje del cultivo de espinaca	74
Cuadro anexo 11: ANVA de la variable altura del cultivo de lechuga	74
Cuadro anexo 12: ANVA de la variable diámetro de cobertura foliar del cultivo de lechuga	74
Cuadro anexo 13: ANVA de la variable peso de planta del cultivo de Lechuga	74
Cuadro anexo 14: ANVA de la variable altura de planta del cultivo de remolacha	74
Cuadro anexo 15: ANVA de la variable diámetro cobertura foliar del cultivo de remolacha	75
Cuadro anexo 16: ANVA de la variable peso de bulbo del cultivo de remolacha	75
Cuadro anexo 17: ANVA de la variable diámetro de bulbo del cultivo de remolacha	75
Cuadro anexo 18: Contrastes ortogonales para la variable altura de espinaca	75
Cuadro anexo 19: Contrastes ortogonales para la variable diámetro de cobertura foliar de espinaca.	75
Cuadro anexo 20: Contrastes ortogonales de la variable peso de follaje del cultivo de espinaca	76
Cuadro anexo 21: Contrastes ortogonales de la variable altura de plantas de lechuga	76
Cuadro anexo 22: Contrastes ortogonales de la variable peso de planta de lechuga	76
Cuadro anexo 23: Contrastes ortogonales de la variable altura de planta de remolacha	76
Cuadro anexo 24: Contrastes ortogonales de la variable diámetro de cobertura foliar de remolacha	76
Cuadro anexo 25: Contrastes ortogonales de la variable peso de bulbo de remolacha	76
Cuadro anexo 26: Costos de una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta	77
Cuadro anexo 27: Costos de una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta + bocashi	78
Cuadro anexo 28: Costos de una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta + lombriabono	79

Cuadro anexo 29: Ingresos de la venta de producto cosechado en una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta	80
Cuadro anexo 30: Ingresos de la venta de producto cosechado en una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta + bocashi	80
Cuadro anexo 31: Ingresos de la venta de producto cosechado en una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta + lombriabono	80

Índice de figuras anexas

	Página
Figura anexa 1: Diagrama de las camas de siembra con asociación de cultivos y tratamientos	80
Figura anexa 2: Proyecto de Investigación	81
Figura anexa 3: Principio de la doble excavación	81
Figura anexa 4: Cama de siembra terminada	81
Figura anexa 5: Distanciamiento al tres bolillo	81
Figura anexa 6: Plantín de lechuga	81
Figura anexa 7: Siembra al tres bolillo	81
Figura anexa 8: Siembra de calabacín	81
Figura anexa 9: Camas de siembra	81
Figura anexa 10: Cultivo de lechuga	82
Figura anexa 11: Bulbo de remolacha	82
Figura anexa 12: Comparación de lechuga por tratamientos	82
Figura anexa 13: Comparación de frutos de calabacín por tratamientos	82
Figura anexa 14: Comparación de bulbos de remolacha por tratamientos	82
Figura anexa 15: Cultivo de espinaca tratado con composta+lombriabono	82
Figura anexa 16: Comparación de follaje de espinaca por tratamientos	83
Figura anexa 17: Perfil del suelo donde se realizó el proyecto.	83
Figura anexa 18: Cromatogramas de suelo	83
Figura anexa 19: Cromatogramas de suelo tratado con composta.	84
Figura anexa 20: Cromatogramas de suelo tratado con composta mas bocashi	85
Figura anexa 21: Cromatogramas de suelo tratado con composta más lombriabono.	86

1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador, el sector de los pequeños agricultores está conformado por alrededor de 255 mil familias, con una población aproximada de 1.3 millones de personas, lo que representa el 35 % de la población rural y el 22 % de la población total del país. Se trata de familias que poseen un promedio de 1.1 Ha y se dedican fundamentalmente al cultivo de granos básicos y a la pequeña ganadería de doble propósito, en parcelas con pendientes mayores del 15%. A este problema se añade el alto costo de los insumos agrícolas, lo que genera costos de producción elevados (CENTA 2002).

El nivel tecnológico de estos pequeños agricultores es bajo, y generalmente usan y manejan los recursos naturales en forma inapropiada, utilizan prácticas agrícolas como: la quema de rastrojos, uso continuo y excesivo de fertilizantes y pesticidas, sistema de monocultivo, lo que provoca la pérdida de la fertilidad de los suelos y como consecuencia se obtienen rendimientos promedios bajos en los cultivos: 49.7 qq/Ha en maíz, 11.3 en frijol y 21.3 en sorgo. Los alimentos obtenidos presentan bajo contenido nutricional, esto conlleva a la desnutrición en las familias de los pequeños productores. En El Salvador la seguridad alimentaria es deficiente, y se refleja por el alto índice de niños menores de 5 años con desnutrición severa en algunas zonas del país (FAO 2006).

Con lo anterior se definen que los siguientes problemas principales de la vida de las comunidades rurales son: poca diversificación de cultivos, empobrecimiento de los suelos, altas poblaciones de plagas y enfermedades, bajos rendimientos de los cultivos, dieta alimenticia baja en proteínas, vitaminas y minerales.

Esta investigación, considerando la problemática planteada, aplicó el método de cultivo biointensivo, que promueve principios que favorecen la diversificación y el asocio de cultivos para contrarrestar el monocultivo y brindar una diversidad de alimentos ricos en proteínas, vitaminas y minerales, para mejorar la dieta y el estado nutricional de la población rural; el método también promueve en sus principios la aplicación de composta como abono orgánico que favorece el enriquecimiento de los suelos, mejorando así su fertilidad y la presencia de microorganismos benéficos para la descomposición de la materia orgánica, disponibilidad y reciclaje de nutrientes. Además promueve el aprovechamiento de la utilización de los espacios con la aplicación de la siembra cercana (tres bolillo), que incrementa la población de plantas por área a producir y por ende un incremento de sus productos. Tomando en cuenta

que la composta es un abono para suplir nutrientes a largo plazo, con el estudio se buscó complementar con productos orgánicos como el bocashi y lombriabono a fin de incorporar mas organismos y nutrientes, los primeros para acelerar la descomposición de la composta que se incorpora y los segundos para proveer nutrientes a los cultivos seleccionados para el estudio. De esta manera, los resultados esperados pueden ser una alternativa a los productores de la zona donde se ejecutó el proyecto y complementar los conocimientos de cómo conservar la fertilidad de los suelos, y producir una variedad de alimentos en pequeños espacios.

El trabajo de investigación se proyectó que si el método de cultivo biointensivo se complementa con la aplicación de bocashi o lombriabono, se incrementarán los rendimientos de los cultivos: calabacín, espinaca, remolacha y lechuga.

Bajo el supuesto anterior, el trabajo de investigación evaluó el efecto complementario del bocashi y lombriabono en el rendimiento de los cultivos de calabacín (*Cucurbita pepo* L.), espinaca (*Spinacia oleracea* L.), remolacha (*Beta vulgaris* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.), aplicando el método de cultivo biointensivo; para el suelo se analizó la disponibilidad de nutrientes y el contenido de elementos nutricionales en la composta, bocashi y lombriabono mediante análisis químico, como también análisis de cromatografía para determinar la calidad del suelo, la actividad biológica mediante la captura y la identificación de las clases de microorganismos; en los cultivos se determinaron y analizaron los rendimientos y se calcularon los costos parciales de producción de los mismos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Seguridad Alimentaria y Nutricional

En esta sección se presenta en qué consiste la Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN), su definición y la importancia que tiene sobre el desarrollo de la población con la disponibilidad adecuada de los alimentos para un mejor nivel de vida.

“La Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN) es un estado en el cual todas las personas gozan en forma oportuna y permanente de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que colabore al logro de su desarrollo (Jarquín 2003). La SAN se fundamenta en primer lugar, en la promoción de la disponibilidad de alimentos, la adecuada cantidad, calidad y oportunidad para satisfacer en forma continua las necesidades de grupos de población, familias e individuos”.

“En El Salvador uno de los mayores retos que las familias rurales tienen que enfrentar día con día es la búsqueda de una sobrevivencia, en un ambiente inhóspito en donde la mayoría de las condiciones que definen la calidad de vida están vedadas para ellas, como el estado nutricional de las familias salvadoreñas que tiene múltiples causas, entre las cuales la inadecuada o insuficiente disponibilidad de alimentos principalmente de los que integran la canasta básica, es lo que produce un alto índice de dependencia externa, lo cual trae como consecuencia la dificultad del acceso al alimento, ya que los niveles económicos y sociales están disminuidos y esto empeora la disponibilidad de obtener los recursos mínimos necesarios para su alimentación”. (Jarquin 2003).

“En el país el estado nutricional de la población no es completo, debido a que la disponibilidad de alimentos no es suficiente para un buen desarrollo, principalmente de los que integran la canasta básica, ya que otros países ofrecen productos con muy bajos niveles nutricionales. La prevalencia de enfermedades infecciosas colabora con el aumento de la desnutrición en la población rural, así como también los desastres que intensifican los índices de pobreza en la población, a nivel nacional la adquisición de la canasta básica ha sido tradicionalmente deficiente a nivel familiar y una de las causas es el déficit en la disponibilidad alimentaría, que mantiene envuelta a la población en general”.

“La disponibilidad de alimentos en la familia del pequeño agricultor se ve afectada, ya que estas familias están tradicionalmente dedicadas a la producción generalmente de granos para el autoconsumo, afectando su situación económica y social, tomando en cuenta que para poder obtener su cosecha se comprometen en créditos, que posteriormente no pueden cancelar por lo que pueden perder el grano reservado para el autoconsumo”.

“La estructura actual de la agricultura y la reducción de las tierras de trabajo para la población dedicada a actividades agroalimentarias se ha visto afectada, ya que muchos pobladores han migrado hacia la capital, dejando sus actividades agrícolas a un lado, encontrándose en situaciones económicas más difíciles, disminuyendo así las posibilidades de acceder a los alimentos, aunque estos están en apariencia disponibles. Las medidas para mitigar un poco los efectos son la utilización de reservas de los alimentos que por lo general se conservan con pérdidas post cosecha, el trueque y los cambios en la distribución intrafamiliar de alimentos, la disminución del número de comidas diarias, el uso de alimentos que usualmente no son parte de la dieta, de la venta de los bienes familiares, reducción de la actividad física y la migración de miembros de la familia en épocas específicas. Es por todo esto, que es necesario buscar una agricultura que proteja el medio ambiente, fortalezca la agricultura familiar y se preocupe principalmente de la calidad de los alimentos” (Jarquin 2003). Por eso es necesario aplicar técnicas que no dañen los recursos, como el suelo y el agua para producir alimentos inocuos que no afecten la salud humana y animal.

2.2. Definición de Agricultura Orgánica

Existen diferentes definiciones de agricultura orgánica, y es que el concepto es tan amplio que no se puede definir de una sola manera, por tal razón se mencionan algunas definiciones de acuerdo a diferentes autores.

Según Amador (1997), “la agricultura orgánica se puede definir como el arte y la ciencia para producir alimentos sanos, nutritivos, libres de agroquímicos, pero sobre todo pensando en la madre naturaleza como la base y sostén de toda forma de vida”.

Según Hernández (1994), “Define a la agricultura orgánica, aquellas tecnologías que han sido desarrolladas por agricultores, las cuales han sido difundidas por las instituciones (principalmente las ONG’S) a otros agricultores, comunidades o países”.

Es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos. (FAO 2006).

La agricultura orgánica es un sistema de producción que evita o excluye el uso de fertilizantes y compuestos sintéticos, pesticidas, reguladores de crecimiento y aditivos en la alimentación animal. Basándose en las rotaciones, residuos de cosecha y abonos de origen animal, leguminosas, abonos verdes y sistemas biológicos de control de plagas para mantener la productividad del suelo. (Lampkin, citado por Payán. 2010)

La agricultura orgánica plantea principios para la posibilidad de garantizar la sostenibilidad de los recursos ecológicos y naturales, que se mencionan a continuación:

1. Producir alimentos de calidad orgánica, respetando la naturaleza, salud del productor y el consumidor.
2. Mantener y aumentar a largo plazo la fertilidad de los suelos considerados como un ser vivo.
3. Evitar la contaminación de los recursos, en todas las formas de producción agropecuaria.
4. Mantener la diversidad genética del sistema y su entorno.
5. Permitir que los agricultores tengan buenos ingresos.
6. Apoyarse en criterios básicos de Agricultura Orgánica.
7. Utilizar los recursos locales a favor de una producción Orgánica y Ecológica.
8. Cuidar los ecosistemas presentes en la finca sabiendo que los cultivos y animales son parte de ella (FAO 2006).

2.3. Historia de la agricultura orgánica

A continuación se hace una recopilación de épocas o periodos que destacan el desarrollo del método del uso de abonos orgánicos, el surgimiento de la agricultura orgánica biológica en el que se establecen principios sobre un manejo integrador y principios filosóficos, como también los enfoques que convergen hacia la sostenibilidad de los ecosistemas de producción.

“En los años '20 el químico británico Sir A. Howard desarrolló el método Indore de compostaje de residuos orgánicos y comprobó las ventajas del uso de abonos

orgánicos frente a los fertilizantes minerales. En la misma época el austriaco Rudolf Steiner, uno de los padres de la antroposofía, sentó las bases de lo que se conocería como Agricultura Biodinámica. Dos décadas más tarde Lord Northbourne en Gran Bretaña y el Dr. Müller en Suiza, basándose en los principios de Howard, iniciaron la llamada Agricultura Orgánico-Biológica, basada en la utilización de fertilizantes orgánicos, en el buen estado del humus del suelo, la limitación de las labores culturales y considerar la finca como una totalidad orgánica, viva y dinámica. Posteriormente H.P. Rush ratificaría este método con argumentos científicos y económicos. En la década de los '70 el japonés M. Fukuoka difundió su Agricultura Natural, a través de la obra 'La revolución de una brizna de paja', basada en la filosofía de la 'no-acción': no labrar, no desherbar, no abonar. En la misma década los australianos Bill Mollison y David Holmgren desarrollan la Permacultura, basada en diseñar ecosistemas que se mantengan de forma permanente” (Un poco...s.f.).

“A principios de la década del 70, un numeroso grupo de intelectuales encabezado por Miguel Altieri desplazan un primer enfoque hacia una óptica eco sistémica, en esta década, la literatura ecológica se expandió considerablemente hacia un enfoque agroecológico, paralelo al cual algunos autores incluían el componente social, derivado de estudios sobre desarrollo rural realizados en Estados Unidos, se difunde entonces el nuevo concepto de agroecología, que surge como un nuevo enfoque para el desarrollo agrícola, más sensible a las complejidades de la agricultura local. Sus objetivos y criterios agrícolas permitieron la sustentabilidad, la seguridad alimentaria, la estabilidad biológica, la conservación de los recursos naturales y la equidad, junto al objetivo de búsqueda de mayor producción” (Historia de... 2010).

2.4. Agricultura Orgánica en América Central

A continuación se presenta como la agricultura orgánica inicio y con qué cultivos se comenzó en los diferentes países promoviendo sistemas alternativos de producción para su certificación por medio de instituciones que promueven la agricultura orgánica.

“La producción orgánica en Centro América se inicia por la gestión de tres actores, las Organizaciones No Gubernamentales, que promovieron sistemas alternativos de producción, los productores nacionales y los extranjeros residentes en nuestros países, que conociendo los mercados internacionales, se dedicaron a sembrar y promover productos orgánicos. En la mayoría de los casos, la producción orgánica se inició con los cultivos que tradicionalmente no habían utilizado agroquímicos, como el

marañón (*Anacardium occidentale*) y el añil (*Indigo guatemalensis*) (El Salvador), ajonjolí (*Sesamum indicum*) (Nicaragua), cacao (*Theobroma cacao*) (Honduras, Costa Rica, Belice y Nicaragua), banano tradicional (*Musa sapientum*) (Costa Rica), vainilla y mora (Costa Rica), cardamomo (Guatemala), y el café, en El Salvador, Guatemala, Costa Rica, Honduras y Nicaragua. El mayor costo de estos grupos no fue tanto de incorporar las técnicas de producción orgánica, sino de estructuración de las organizaciones para cumplir con el proceso de certificación orgánica.” (Soto 2003).

“El establecimiento de agencias nacionales de certificación orgánica se inició en 1997, con la formación de Mayacert en Guatemala, Eco-LOGICA y AIMCOPOP en Costa Rica y Biolatina como resultado de la unión del CENIPAE de Nicaragua, InkaCert de Perú, y Biomuisca de Colombia. Estas agencias ofrecen por lo general un servicio de menor costo que las agencias internacionales, pero tienen dificultades de acceso a todos los mercados por los costos de las acreditaciones internacionales y el reconocimiento de los compradores de los productos” (Soto 2003).

“En relación a los aspectos normativos, Costa Rica cuenta con legislación específica desde 1995, Guatemala desde 1997, y se está trabajando en nuevas legislaciones en Honduras, Belice, El Salvador y Nicaragua. En la mayoría de los países de la región la agricultura orgánica se ha promovido para la exportación. El mercado local en la mayoría de los países es incipiente, y el conocimiento de los consumidores sobre la producción orgánica es escaso” (Amador et al, 2002).

2.5. La agricultura orgánica en El Salvador

La agricultura orgánica en El Salvador ha evolucionado tanto con ayuda de entidades nacionales e internacionales que están trabajando a nivel nacional para fortalecer lo orgánico y que a continuación se presenta quienes participan y que lugares se está trabajando.

En los últimos años, la agricultura orgánica ha ido ganando espacios importantes en los cultivos y procesos de la región Centroamericana. El Salvador se sitúa dentro de la dinámica de promoción y apoyo al sector orgánico en general.

La difusión de los cultivos orgánicos es tal en la agricultura nacional que hoy en día organismos internacionales de cooperación, instituciones de apoyo, ONG's, el sector

público y la empresa privada están involucrados en el fomento a esta área del desarrollo agrícola.

Las fincas de cultivos orgánicos en El Salvador están distribuidas en todo el territorio nacional. Usulután y La Libertad son los departamentos que presentan un porcentaje mayor, con 20% del universo de los terrenos sembrados con orgánicos. Otros departamentos con presencia de cultivos de este tipo son Santa Ana (11%), Sonsonate (9%), San Vicente y San Miguel con 7%, como los más representativos. (Guzmán s.f.)

2.6. Historia de los biointensivos

En este apartado se presenta el origen del método de cultivo biointensivo, sus principios y los beneficios para mejorar la dieta alimenticia de las familias y la fertilidad de los suelos y como ha evolucionado de las técnicas francesas intensivas a las biodinámicas.

El método biointensivo es una combinación de las técnicas francesas intensivas y las técnicas biodinámicas que son dos formas distintas de horticultura que se practicaron en Europa durante el siglo XIX y principios del XX.

“Las técnicas francesas intensivas se desarrollaron en los siglos XVIII Y XIX, en las afueras de París. La siembra se hacía en una capa de 45 cm. de estiércol de caballo. Las plantas crecían tan cerca unas de otras que cuando llegaban a la madurez, sus hojas se tocaban. Lo que proporcionaba una especie de microclima y un mulca viviente que reducía el crecimiento de la maleza y ayudaba a mantener la humedad del suelo”.

“Las técnicas biodinámicas fueron desarrolladas a principios de 1920 por el austriaco, Rudolf Steiner. El observó una disminución en el valor nutritivo y en los rendimientos de las cosechas en Europa y atribuyó la causa al uso de los fertilizantes y pesticidas químicos, además noto un incremento de las plagas y enfermedades en los cultivos. Estos fertilizantes no daban una adecuada alimentación a las plantas, por lo que en cambio provocaban cambios químicos en el suelo y la muerte de los microorganismos. Steiner volvió a retomar los fertilizantes orgánicos que eran más diversos, benéficos y balanceados, a manera de arreglar las consecuencias por el uso de los fertilizantes y pesticidas químicos”.

“Entre 1920 y 1930, el inglés Alan Chadwick, combinó las técnicas biodinámicas con las intensivas francesas y dio lugar a lo que se conoce como método biodinámico e intensivo francés. En 1960, Estados Unidos fue el primer país en donde se realizó la aplicación del método. En 1971 John Jeavons se hizo una pregunta: ¿Cuál es la superficie mínima de suelo en la que un hombre puede obtener todo lo necesario para su subsistencia? Para obtener la respuesta inicio una serie de trabajos y experimentos basados en el Método Biodinámico Intensivo de Rudolph Steiner, a 31 años de distancia, los resultados han sido publicados en una treintena de folletos y varios libros que han sido traducidos al Francés, Árabe, Ruso, Alemán y Español y el ahora conocido como Método Biointensivo de Cultivo se usa en 130 países, México, Ecuador, Perú y Bolivia entre ellos. El Método Biointensivo de Cultivo ha hecho por la agricultura lo que los Japoneses por la electrónica, la ha micro miniaturizado y la ha hecho igual de eficiente”.

“Un Secretario de Agricultura de Estados Unidos dijo que John Jeavons y su método van 15 años adelantados en este campo. Este adelanto es muy oportuno para miles de pequeñas comunidades rurales de países en vías de desarrollo que requieren producir sus propios alimentos, básicamente para alimentar a las familias y encaminarse hacia la autosuficiencia alimentaria. El método permite producir más alimentos en menos espacio por medios naturales”.

El Método de Cultivo Biointensivo es un método de agricultura ecológica sustentable de pequeña escala enfocado al autoconsumo y a la mini-comercialización. Se puede decir que este método es sustentable y aprovecha la naturaleza para obtener altos rendimientos de producción en poco espacio con un bajo consumo de agua.

“El método se puede adaptar a las diferentes condiciones climáticas. El resultado es una agricultura ecológica que no sólo produce alimentos nutritivos y orgánicos, sino que también reconstruye y mejora la fertilidad del suelo, el sistema brinda una solución a la seguridad alimentaria familiar frente a los grandes problemas que amenazan a los pueblos de todo el mundo tales como la contaminación y destrucción del medio ambiente, el agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático. Con este énfasis, el método se ha desarrollado para poder cultivar todos los alimentos para una dieta completa y nutritiva en el espacio más reducido posible (Eco Base 2008). La técnica es sencilla pero sofisticada donde se aplica 8 principios técnicos, los cuales son:

1. Preparación profunda del suelo. En la que se utilizan técnicas como la doble excavación para manipular la tierra hasta una profundidad de 60 cm lo cual le incorpora aire al suelo y mejora su drenaje. (Chadwick s.f.)

2. Uso de la composta. Los suelos se fertilizan por medio de la composta, la cual se produce en la misma huerta. Esto recicla los nutrientes, devolviéndolos al suelo para los siguientes cultivos. La composta tiene muchas propiedades que beneficia al suelo que promueve la vida micro biótica, hace más disponibles los nutrientes en el suelo, absorbe el agua y mejora la estructura del suelo.

3. Uso de semilleros. Las semillas se siembra en semilleros o en almácigos ("bandejas" de tierra) para producir plantines sanos para trasplantar a la huerta. Al empezar la vida de las plantas en semilleros, se permite un mejor control de las condiciones durante las primeras etapas del crecimiento. Se pueden protegerlas, darles sombra y ahorrar agua y espacio en la huerta.

4. Trasplante cercano. Los plantines que se han desarrollado mejor en los almácigos, se trasplantan a las camas para que haya siempre la misma distancia entre cada plantín (de forma hexagonal). Así que la cama quede totalmente cubierto por las plantas cuando alcancen su tamaño máximo, lo que propicia un microclima que favorece al desarrollo de las plantas.

5. Asociación de cultivos. Se diseña la huerta para que los cultivos que favorecen uno al otro se planten cercanos y los que no, se plantan separados. Se plantan especies que atraen insectos benéficos y otras que ahuyentan plagas.

6. Rotación de cultivos. Para mantener la fertilidad del suelo, se rotan los cultivos año por año. De esta manera, se evita el agotamiento de los nutrientes del suelo, ya que diferentes especies requieren de distintos nutrientes.

7. Uso de semillas de polinización abierta. Las semillas de polinización abierta son semillas que no han sido manipulados para que no sean estables; es decir, semillas no híbridas ni transgénicas. Estas semillas se pueden guardar para sembrar año con año, seleccionándolas de las mejores plantas y así preservando la genética que mejor se adapta a los cambios climáticos.

8. Integración de todos los principios. El éxito del Método de Cultivo Biointensivo depende de la aplicación de todos sus principios para asegurar la fertilidad del suelo y por lo tanto los altos rendimientos. Al omitir un principio, hasta se puede deteriorar la fertilidad del suelo muy rápidamente (por ejemplo, usar el trasplante cercano sin aplicar composta). (Chadwick s.f.).

2.7. Abonamiento orgánico

En el apartado se muestra la función del abono orgánico y su diferencia con los fertilizantes químicos, y estudios científicos sobre la importancia que tiene lo orgánico con el rendimiento en los cultivos.

“Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que conduzcan a estos fines, que conlleven la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas”.

“La diferencia que existe entre los fertilizantes químicos y los abonos orgánicos es que los primeros son altamente solubles y son aprovechados por las plantas en menor tiempo, generando un desequilibrio del suelo (acidificación); y en condiciones de exceso de agua hay pérdida de nutrientes por lixiviación contaminando las aguas superficiales y subterráneas mientras que los orgánicos actúan de forma indirecta y lenta siendo catalogados como mejoradores del suelo en cuanto a la textura y estructura del suelo, incrementando su capacidad de retención de nutrientes, liberándolos progresivamente en la medida que la planta los demande” (Fundación MCCH s.f.).

Algunos investigadores (Vandevivere et al. Citado por Matheus L. et. al 2007) señalan la inconveniencia del uso de análisis químicos cuantitativos convencionales que determinan la cantidad de elementos (totales o extraíbles) y que no son los más adecuados para pronosticar con certeza la respuesta de las plantas a la aplicación de los abonos orgánicos.

Por tal razón en la investigación se realizó un análisis químico (cuantitativo) para ver como se encuentran los elementos disponibles en el suelo; un análisis cromatográfico

(cualitativo) para ver la interacción de la materia orgánica y la actividad biológica en el suelo con la aplicación de abonos orgánicos y como influyeron en el rendimiento de los cultivos.

Según Toral 2005 evaluó niveles de fertilización orgánica mediante vermicomposta en el cultivo de flor de Jamaica, donde los tratamientos fueron: T1: 33 gramos/planta, T2: 66 gramos/planta, T3: 99 gramos/planta de vermicomposta producto de *Eisenia foetida* alimentada con estiércol de bovino. Donde el cultivo dio respuesta en las diferentes etapas fenológicas: diámetro basal del tallo en cm, altura de planta en cm, número de ramas, número de cáliz por rama y por planta. Llegando a la conclusión que la incorporación de humus en un suelo propicia el mejor aprovechamiento de los nutrientes por la planta en ese ciclo agrícola, así como mejorar las condiciones del suelo y llega a ser fuente de nutrientes para ciclos posteriores.

Según Matheus L. *et. al*, 2007 de la Universidad de Los Andes, evaluaron en su investigación “el efecto de diferentes abonos orgánicos y su correlación con bioensayos para estimar nutrimentos disponibles”, encontraron una respuesta altamente significativa ($P \leq 0.01$) con la aplicación de gallinaza, ya que produjo el mayor incremento de la población y actividad microbiana en el suelo, sin embargo en una categoría intermedia encontraron el compost y vermicompost, entre las cuales no se detectaron diferencias significativas. De la misma manera observaron a nivel de bioensayo, una excelente correlación entre la biomasa microbiana y el crecimiento de las plantas. Esto nos presenta que el abonamiento orgánico en el suelo pone a disposición los nutrientes necesarios para la planta, y el excedente se mantiene para posteriores cultivos.

2.7.1. Abonos Orgánicos utilizados

En este apartado se presentan las definiciones de los abonos orgánicos, su importancia y efectos para mejorar el suelo y la nutrición de las plantas.

“Los agricultores dedicados a la producción orgánica tienen como finalidad crear un sistema suelo-planta sano y capaz de nutrir el componente viviente del suelo. Los microorganismos que participan en los diferentes ciclos biogeoquímicos del suelo, son favorecidos por este tipo de sistema. Estos liberan, transforman y transportan

nutrientes. La materia orgánica (MO) del suelo contribuye a una mejor estructura terrestre y a su capacidad de retención de agua. Los productores orgánicos mezclan MO con abono y agregados biológicos con el objetivo de producir plantas sanas y con mayor capacidad de resistencia a las enfermedades e insectos” (Guerra 2008).

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas (Manejo de...s.f.).

“La importancia fundamental de su necesidad en las tierras, obedece a que los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana del suelo sin la cual no se puede dar la nutrición de las plantas. Para aprovechar la aplicación de los minerales contenidos en los fertilizantes, las plantas requieren que se le den “listos” para asimilarlos y esto solo es posible con la intervención de los millones de microorganismos contenidos en los abonos orgánicos que transforman los minerales en elementos “comestibles” para las plantas”.

Los abonos orgánicos actúan aumentando las condiciones nutritivas de la tierra pero también mejoran su condición física (estructura) y aportan materia orgánica, bacterias beneficiosas y (en ocasiones) hormonas y por supuesto también fertilizan. Los abonos actúan más lentamente que los fertilizantes pero su efecto es más duradero y pueden aplicarse más frecuentemente. (Qué son...s.f.)

La incorporación de estos abonos al suelo tiene como efecto (Manejo de...s.f.):

- Liberación paulatina de los nutrientes para la alimentación de las plantas.
- Formación de humus (producto estable resultado de la descomposición de la materia orgánica)
- Mejoramiento de la estructura del suelo, aumentando la capacidad de almacenamiento de agua y mejorando su ventilación.
- Favorecimiento de la presencia de microorganismos en el suelo, contribuyendo al control de plagas y enfermedades.

De acuerdo a Restrepo (2007) las ventajas que los agricultores experimentan con la elaboración de los abonos orgánicos son:

- Materiales baratos y fáciles de conseguir localmente (independencia).

- Fáciles de hacer y guardar (apropiación tecnológica por los agricultores).
- Costos bajos, comparados con los precios de los abonos químicos (en Centroamérica la relación es aproximadamente de 1:10 y de 1 hasta 45 para algunos casos donde los campesinos poseen una diversidad de materiales en la propia parcela).
- Su elaboración exige poco tiempo y puede ser planificada y escalonada de acuerdo con las necesidades de los cultivos.
- Eliminan factores de riesgo para la salud de los trabajadores agrícolas.
- Se obtienen resultados a corto plazo y su dinámica permite crear nuevas formas alternativas de elaborarlos.
- No contaminan el medio ambiente.
- Respetan la fauna y la flora.
- Los abonos son más completos, al incorporar a la tierra los macro y micronutrientes necesarios para el crecimiento vigoroso de las plantas.

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.

A la vez menciona que: El método biointensivo propone en uno de los principios, el uso de la composta que tiene como objetivos mejorar la estructura del suelo, retener la humedad, limita la erosión, contiene micro y macro nutrientes, estabiliza el pH del suelo, neutraliza las toxinas del suelo, sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles (Restrepo 2007).

Según Paniagua citado por Restrepo, menciona que “el contenido de nutrientes en los diferentes abonos orgánicos puede ser variable, y esto se debe a que los abonos se elaboran con diferentes materiales de origen animal y vegetal, los cuales poseen diferentes nutrientes y los valores de estos varían, por esta razón los abonos orgánicos no tienen un determinado valor de nutrientes, y es que estos se comportan

igual que la madre naturaleza, ella pone la cantidad adecuada de elementos a disposición de las plantas, y para así mejorar la vida orgánica del suelo”.

Según Matheus L. et. al, 2007 en el estado Trujillo, Venezuela, existe amplia tradición en el uso de abonos orgánicos como fuentes de suministro de nutrimentos y enmiendas del suelo en los sistemas de producción hortícola en las zonas altas, empleándose principalmente productos como la gallinaza, el estiércol de chivo y el de ganado vacuno y en menor proporción compost y vermicompost. Es por eso la importancia de los abonos orgánicos por aportar nutrientes que mejoren el rendimiento en los cultivos y la fertilidad del suelo.

2.7.1.1. Composta

En esta sección se presenta la definición de la composta, sus componentes nutricionales, ventajas y los materiales con los que se puede elaborar.

La composta es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal (Morris s.f.).

Componentes nutricionales.

Entre los macronutrientes más importantes en la composta se encuentra el carbono, nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. Y entre los micronutrientes están el manganeso, cobre, magnesio y cobalto.

Según Amador (1997), algunas de las ventajas de la utilización de la composta son:

- Mejora la cantidad de materia orgánica del suelo.
- Mejora la estructura del suelo al favorecer la formación y estabilización de agregados modificando el espacio poroso del suelo.
- Incrementa la retención de humedad del suelo a casi el doble, contribuyendo de manera a que las plantas toleren y resistan mejor las sequías.
- Incrementa la capacidad de retención de nutrientes en el suelo, liberando progresivamente a muchos de ellos para satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas.
- Incrementa y favorece el desarrollo de la actividad biológica del suelo (macro y microorganismos), contribuyendo de esta manera a la salud y crecimiento de las plantas.

- Retarda el proceso de cambio de reacción (pH) del suelo.
- Ayuda a corregir las condiciones tóxicas del suelo.

El método biointensivo recomienda que se elabore la composta de la siguiente manera:

- 2 partes de vegetación verde (aportación de Nitrógeno)
- 2 partes de vegetación seca (aportación de Carbono, sirve para fijar el Nitrógeno)
- Media parte de suelo (inoculante)
- Agua. (Jeavons et. al. 2006)

Los materiales verdes que se pueden emplear para elaborar la composta son: hojas, hierbas, hojas y tallo de plátano, residuos frescos de cosecha, y entre los materiales secos se pueden usar: granza de arroz, pulpa de café, rastrojos de cosecha, aserrín, pasto seco, hojas secas.

En la actualidad, la estructura del suelo es el factor principal que condiciona la fertilidad y productividad de los suelos agrícolas; someter el terreno a un intenso laboreo y compresión mecánica tiende a deteriorar la estructura. Los abonos orgánicos (estiércoles, compostas y residuos de cosecha) se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (Castellanos 1982, citado por López J.D *et. al* 2001).

2.7.1.2. Bocashi

A continuación se presenta el abono fermentado tipo bocashi, algunas definiciones y ventajas que tiene para el suelo y la planta.

El Bocashi es un abono orgánico fermentado hecho a base de desechos vegetales y excretas animales. Y se puede mezclar con microorganismos benéficos lo cual mejora su calidad y facilita la preparación de éste usando muchas clases de desechos. Se puede preparar un tipo aeróbico u otro tipo anaeróbico, dependiendo de los materiales y situación en particular (Shintani 2000 citado por Ramírez, R. *et. al* s. f.).

Es un abono orgánico que resulta de la descomposición y transformación de la materia vegetativa y animal como: estiércol de algunas especies animales, desechos de cosechas y residuos industriales. El origen de este abono fermentado es una

tecnología tradicional japonesa, es un abono casero muy seguro y eficiente, que contiene todos los elementos necesarios y muchos microorganismos benéficos.

Los beneficios del abono fermentado son: mejora la fertilidad de los suelos ya que conserva su humedad y mejora la penetración de los nutrientes, es benéfico para la salud de los seres humanos y de los animales, pues no es tóxico, protege el ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad favoreciendo el establecimiento y la reproducción de microorganismos benéficos en los terrenos de siembra, el productor puede obtener ingresos por la venta del abono fermentado a otros productores de la zona. (Bocashi s.f.).

Una de las alternativas de la agricultura orgánica para el mejoramiento de los suelos son los abonos tipo bocashi, los cuales incorporan al suelo materia orgánica, y nutrientes esenciales como: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; los cuales mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo (Ramírez, R. et. al s. f.).

Entre las ventajas del bocashi tenemos las siguientes:

- Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización, además suministran órgano-compuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macro-organismos benéficos durante el proceso de fermentación.
- Ayuda a la formación de la estructura de agregados del suelo.
- Se prepara en corto tiempo y no produce malos olores. (Bocashi s.f.)

Entre las desventajas sobre la elaboración y uso del bocashi son las siguientes:

- Si no se maneja bien el proceso de producción algunos microorganismos patógenos, malos olores e insectos no deseables podrían desarrollarse.
- Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de las plantas (Bocashi s.f.).

El bocashi de acuerdo a su elaboración se clasifica en: EM bocashi aeróbico y EM bocashi anaeróbico. Entre los materiales empleados para elaborar el bocashi se

encuentran: gallinaza, tierras de bosques o montaña, carbón vegetal molido, granza de arroz, ceniza vegetal, melaza, levadura y agua.

2.7.1.3. Lombriabono

En este apartado se presenta la definición de lombriabono y sus ventajas que este tiene para el suelo y las plantas.

Es el producto de la degradación de la materia orgánica por medio de lombrices; en especial por *Eisenia andreei* y *Eisenia foétida*; para la obtención de humus orgánico y te de lombriz (UNIVO s.f.).

Cría de lombrices de tierra en condiciones de cautiverio y alimentadas con desechos orgánicos biodegradables para reciclar materia orgánica y obtener proteínas en forma de biomasa de lombrices de tierra (García 2005).

El humus de lombriz es un abono orgánico que contiene nutrientes disponibles para la planta y es beneficioso para la flora y fauna microbiana del suelo (INIA 2008).

Payán 2010 manifiesta que “La acción de las lombrices es transformar el N contenido en los materiales orgánicos, en formas aprovechables para la actividad microbiana. Y los productos nitrogenados provienen de las excreciones de orina eliminada a través de los nefridiósporos en forma de ácido úrico y amonio, mucoproteínas secretados por el cuerpo al paso de las excavaciones del suelo y de tejidos de lombrices muertas con un contenido aproximado de 12% de N.

Entre las ventajas del lombriabono se encuentran (González s.f.):

- Es un abono orgánico que no daña el ecosistema y reduce el uso indiscriminado de fertilizantes químicos.
- Aporta nutrientes minerales para las plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, entre otros).
- Las plantas se desarrollan más robustas y resistentes a las plagas y enfermedades y cambios bruscos de las condiciones ambientales.
- Recupera la fertilidad de los suelos pobres degradados o erosionados.
- Mejora la textura y estructura del suelo, mantiene la humedad por mayor tiempo e incrementa la aireación del suelo.

- Activa los procesos biológicos del suelo.
- Obtención de lixiviados.

Una de las experiencias sobre “Conservación in situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres en las comunidades de Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Ica, Junín, Lima y Puno donde se utilizó el humus de lombriz, los testimonios de los agricultores señalan que sus cultivos nativos mostraron mayor vigor, los suelos de sus chacras retuvieron mayor cantidad de humedad que de costumbre y fue muy apropiado para los almácigos de hortalizas y árboles frutales. Respecto a lo anterior el humus de lombriz es una alternativa ya que proporciona nutrientes a las plantas y mejora las condiciones físicas y químicas del suelo (INIA 2008).

2.8. Cultivo de hortalizas y consumo en el país

En El Salvador, según datos de la Dirección General de Economía Agropecuaria, para el 2002, el consumo de hortalizas presentaba un 10.49% del gasto familiar, equivalente a un consumo aparente de \$87.48 millones (DGEA -MAG 2002).

“Para el 2003 según Molina (2004), mencionan que las hortalizas en El Salvador cubrían menos del 2% de las tierras con vocación agrícola. Tal es el caso que para ese año la producción de dichas áreas abasteció en un 48% el consumo nacional. La producción fue de alrededor de 197,000 toneladas. Sin embargo, la producción no cubrió la demanda nacional, y fue debido a las altas inversiones que requieren las hortalizas y el tipo de agricultor que tiene interés en su desarrollo, esto se refiere a que se tratan de micro y pequeños agricultores con difícil acceso al financiamiento y tecnología para la generación de mayor rentabilidad en este subsector”.

De acuerdo a los resultados del censo agropecuario 2007-2008, el área cultivada con hortalizas a nivel nacional era de 18,093 Mz, obteniendo una producción de 4, 433,311 qq. Los departamentos de Chalatenango, La Libertad y La Paz poseen la mayor producción a nivel nacional (MAG 2009). El dato del área cultivada aproximadamente se mantuvo con la mencionada en 2002.

“Con relación a los rubros de hortalizas, según la DGEA - MAG (2002) se consideraba para esa época la importancia de ampliar la oferta de diversificación hacia otras hortalizas como: güisquil, remolacha, loroco, berenjena, lechuga, apio, cilantro, pipían, entre otros; con el propósito de producir con enfoque netamente exportador para

cultivos especiales como las setas, los cultivos asiáticos, las verduras enanas y la albahaca, cuyos mercados aún tienen espacio para más participantes”.

Entre las principales hortalizas que se han cultivado orgánicamente en El Salvador según la DGEA y MAG (2002) y Carpio (2007), se tienen los siguientes: cebollín, zanahoria, espinaca, rábano, acelga, repollo, tomate, chile, esparrago, lechuga, pepino, berenjena, cilantro, maíz amarillo, apio, albahaca, chipilín, calabacín, jícama, ejote, ajo, brócoli, coliflor, entre otros.

En la actualidad, las hortalizas se siembran en todos los departamentos de El Salvador, generalmente en áreas pequeñas menores de una hectárea. Los cultivos se realizan en zonas de laderas, valles intermedios, zona costera y zona alta, principalmente en la zona alta del departamento de Chalatenango (DGEA y MAG 2002).

2.9. Botánica de los cultivos

2.9.1 Cultivo: Calabacín

Nombre científico: *Cucúrbita pepo L.*

Variedad: Caserta

Familia: Cucurbitácea.

2.9.1.1 Características

El calabacín es una variedad de las calabazas perteneciente a la especie *Curcubita pepo L.* Se trata de una planta rastrera de aspecto arbustivo que produce frutos grandes, generalmente de tonos verdosos aunque también los hay amarillos, con una corteza algo menos dura que otras especies de su misma familia y cuya pulpa presenta tonalidades blanquecinas. Posee una forma alargada de unos 14-20 cm, pudiendo llegar a los 40 cm y con un peso de 200-300 gramos, aunque también existen especies redondeadas de características similares (El calabacín...s.f.).

2.9.1.2 Variedades

Existen dos factores básicos para definir las variedades de calabacines: la forma de la planta y el color de sus frutos.

Por la forma de la planta se pueden presentar:

- Calabazas abiertas. Su aspecto es arbustivo suelto y de poca densidad. Como variedades representativas destacan Dorado, Black zucchini o Casserta.
- Calabazas cerradas. También muestran aspecto arbustivo pero mucho más cerrado. Se incluye el Globo mexicano o Águila negra.

Por el color de sus frutos se dividen en las diferentes tonalidades de color verde (de más a menos intenso) y amarillos (El calabacín...s.f.).

2.9.1.3 Propiedades nutricionales

El componente más abundante del calabacín es el agua, seguido por los hidratos de carbono, conteniendo bajos niveles de grasas y proteínas. Debido a estas particularidades y unido a su aporte de fibra, es un alimento idóneo para personas con problemas de sobrepeso.

Contiene vitaminas A, B y C, además de minerales como el magnesio, sodio, yodo, hierro, calcio y potasio (El calabacín...s.f.).

2.9.2 Cultivo: Remolacha

Nombre científico: *Beta vulgaris L.*

Variedad: Detroit Dark Red

Familia: Quenopodiáceas.

2.9.2.1 Características

Las características de esta variedad comprende lo siguiente: raíz globosa y suave con color morado profundo, follaje verde oscuro hasta 35-45 cm de altura, ampliamente adaptable con buena tolerancia al calor, madurez relativa entre 55-57 días, excelente para fresco y procesado (Raíz globosa....s.f.).

2.9.2.2 Propiedades nutricionales

La remolacha es un alimento de moderado contenido calórico, ya que tras el agua, los hidratos de carbono son el componente más abundante, lo que hace que ésta sea una de las hortalizas más ricas en azúcares siendo una buena fuente de fibra.

En relación con los minerales, es una hortaliza rica en yodo, sodio y potasio. Están presentes en menor cantidad, el magnesio, el fósforo y el calcio. El calcio de la remolacha no se asimila como el que procede de los lácteos u otros alimentos que son fuente importante de este mineral. En sus hojas abunda el beta-caroteno y minerales como el hierro y el calcio (Propiedades nutritivas... 2007).

2.9.3 Cultivo: Lechuga

Nombre científico: *Lactuca sativa* L.

Variedad: Aurora

Familia: Asteráceas (Compuestas)

2.9.3.1 Características

Entre las características de la lechuga están: raíz pivotante con ramificaciones finas y cortas. Aunque pueden llegar a unos 60 cm de profundidad, y la mayor parte de las raíces se desarrollan en los primeros 25 cm del suelo. La planta es herbácea delicada y de tallo diminuto no ramificado, del cual salen las raíces y las hojas. Proporcionalmente a la planta las hojas son muy grandes, lisas o crespas y de color verde, desde el amarillento hasta el oscuro.

La lechuga es anual y no exige periodo frío para florecer. Emite un tallo floral, con agrupaciones florales llamadas cabezuelas. Las flores son hermafroditas con cinco pétalos y cinco estambres, el fruto es un aquenio, seco, simple o indehisciente (Lechuga blackseeded... s.f.).

2.9.3.2 Propiedades nutricionales

Las hojas de la lechuga son ricas en fibra y contienen vitaminas A, C, y E así como algunas de grupo B, es fuente de muchos minerales entre los que están el potasio y el hierro, también tiene Beta-caroteno, un conocido fitoquímico que se dice previene el cáncer (Lechuga blackseeded... s.f.).

2.9.4 Cultivo: Espinaca

Nombre científico: *Spinacia oleracea* L.

Variedad: Virofly

Familia: Quenopodiáceas.

2.9.4.1. Características

Forma: se trata de un conjunto de hojas lisas o rizadas dispuestas en roseta que surgen de un tallo más o menos ramificado. El tallo mide unos 15 centímetros de largo y las hojas cerca de 20 centímetros, aunque su tamaño dependerá de la variedad a la que pertenezcan y el color de las hojas es verde oscuro y brillante, su sabor ligera acidez, pero agradable (Espinaca Viroflay... 2010).

2.9.4.2. Propiedades nutricionales

Las espinacas están compuestas en su mayoría por agua y el contenido de hidratos de carbono y grasas es muy bajo. Aunque tampoco tiene una cantidad muy alta de proteínas, es uno de los vegetales más ricos en este nutriente. Su contenido en fibra, al igual que ocurre con la gran mayoría de las verduras, es considerable, lo que resulta beneficioso para la salud. Las espinacas destacan sobre todo por una riqueza en vitaminas y minerales que sobrepasa a la de la mayoría (Guía de.... s.f.).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del proyecto

La investigación se realizó en el caserío Las Aradas, cantón Las Pilas, municipio de San Ignacio, departamento de Chalatenango, cuya localización geográfica es en las siguientes coordenadas: latitud N 14° 22' 24.7", longitud W 089° 05' 34.0", altura 1942 msnm; en el período de enero y junio de 2011 (Figura A-2).

El área se caracteriza por un relieve inclinado y fisiografía de montaña, las precipitaciones pluviales medias anuales varían entre 1600 a 2200 mm, las temperaturas medias entre 15°C y 25°C y la humedad relativa media entre 70% a 88% (OEA e IICA 1992).

Las condiciones climáticas en las que se realizó la investigación fueron las siguientes: Temperatura promedio de 24.5 °C y Humedad relativa promedio de 55.7% (Medidas en el sitio).

3.2. Características del suelo

Según el mapa Pedológico de El Salvador 1975, los suelos predominantes de la zona en estudio del municipio de San Ignacio son Latosoles Arcillo Rojizos Hidrohúmicos. Fase ondulada a montañosa muy accidentada (Rico 1974). Debido a la carencia de información del suelo de la zona de manera específica se tuvo que hacer una caracterización del perfil, realizando una calicata de 1m x 1m x 1m que comprendió los siguientes parámetros: estructura, color, textura, horizontes y profundidad efectiva; para ello se utilizó la guía de caracterización de suelos elaborada por Aguirre y Landaverde (2009).

También se determinó por camas la densidad aparente, real, % de porosidad y pH.

3.3. Análisis físico, químico y biológico de los abonos utilizados y del suelo

Se realizó análisis químico rutinario del suelo y de abonos orgánicos bajo los estándares de PROCAFE para determinar el contenido de macronutrientes: N, P, K, Ca y Mg, pH, materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico. Además, se aplicó el método de cromatografía en papel, basada en el principio de retención selectiva para separar los sólidos de los líquidos, que de manera cualitativa analiza la integración de los minerales del suelo con la materia orgánica y su disponibilidad, para obtener una fotografía de la vida o salud del suelo y su procedimiento está fundamentado en la extracción de los nutrientes y compuestos orgánicos con hidróxido de sodio al 5 % y la cromatografía con nitrato de plata al 0.5 % como un revelador, que muestra con detalle la presencia de los componentes del suelo y abonos (A-1).

El análisis biológico se desarrolló en 2 fases, la primera fase fue de campo y consistió en la cuantificación de macro organismos por la prueba de la pala. Esta prueba consistió en obtener muestras del suelo (2 muestras por cama distribuidas en los bloques de tratamientos) mediante el uso de una pala recta para obtener un bloque de 25x25x25 cm. para contabilizar la presencia de macro-organismos: insectos, lombrices, huevos, arañas, ciempiés y a través de la prueba de efervescencia con agua oxigenada, la presencia de microorganismos, cualificados por escasos, regular y abundante.

La segunda fase consistió en hacer una captura de algunos microorganismos con un medio de cultivo a base de arroz cocido; este arroz se colocó en depósitos plásticos con una capacidad de 4 onzas, cubriendo el recipiente con gasa y enterrándose cada

depósito a nivel del suelo en cada una de las parcelas por un periodo de ocho días. En laboratorio se identificaron visualmente colonias de organismos a través de formas y colores. Luego se hizo un frotis directo de las muestras y se observaron clases de hongos, esta es una manera rápida de determinar la presencia de algunos microorganismos en el suelo.

3.4. Tratamientos, cultivos y cantidades de abonos

Los abonos y cultivos utilizados en el proyecto se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos en estudio y cultivos.

TRATAMIENTO	CULTIVOS EN ESTUDIO
Composta	Calabacín, Espinaca, Remolacha, Lechuga
Composta y Bocashi	Calabacín, Espinaca, Remolacha, Lechuga
Composta y Lombriabono	Calabacín, Espinaca, Remolacha, Lechuga

En el cuadro 2 se presenta la cantidad de bocashi y lombriabono aplicado por planta. Para el caso de la composta se utilizó 6 cubetas de aproximadamente 25 lb cada una. La cantidad de la composta es la recomendada por el método de cultivo biointensivo.

Cuadro 2. Cantidad de bocashi y lombriabono aplicado por planta.

Cultivo	Cantidad de abonos			
	Bocashi (g/ planta)	Bocashi (kg/ha)	Lombriabono (g/ planta)	Lombriabono (kg/ha)
Remolacha	80	20,000	120	30,000
Espinaca	50	12,500	110	27,500
Calabacín	50	1,562.5	120	3,750.0
Lechuga	50	8,333	110	18333.0

Fuente: Restrepo, J. 2007; Legall, s.f.

3.5. Elaboración de semilleros

Para el semillero se elaboró sustrato a base de: composta (75%) aserrín (12%), tierra (12%), ceniza (0.33 %), harina de cascaron de huevo (0.33%) y carbón vegetal molido (0.33%).

Se prepararon 7 bandejas para cada cultivo de espinaca, lechuga y remolacha. Cada bandeja tenía una capacidad de 105 pilones. El calabacín se sembró en macetas de plástico con dimensiones de 5x5x5 cm. En el caso de la lechuga, espinaca y remolacha, se colocaron 2 semillas por postura, a una profundidad de 1.0 cm, y el calabacín se sembró 8 días después colocando 2 semillas por postura a una profundidad de 2.0 cm. La germinación de los cuatro cultivos se llevó a cabo en un período de 5 a 10 días. Las bandejas y macetas se colocaron en un lugar oscuro durante los primeros 5 días cubiertas con plástico negro, según recomendación del agricultor de la zona, debido a las bajas temperaturas, posteriormente fueron trasladadas a un propagador, en donde se mantuvieron 2 semanas, para su vigorización y evitar los fuertes vientos de la zona; en dicho lugar se le aplicó riego a las bandejas y a las macetas 2 veces por día.

3.6. Preparación del terreno

El ensayo se situó en un terreno que tenía establecidas terrazas de 50 m de largo y 1.50 m de ancho de promedio. Se trazaron 9 camas con dimensiones de 1 x 10 m. Las parcelas de los tratamientos se delimitaron con dimensiones de 1 x 2.5 m.

La preparación del terreno se realizó con el principio de la doble excavación que consistió en remover 30 cm de la parte superficial y aflojar 30 cm del subsuelo, con el propósito de que hubiera una mejor porosidad y aireación a una mayor profundidad del suelo, y por consiguiente lograr un mejor crecimiento de las raíces (Figura A-3).

Se hizo la aplicación de composta a lo largo de cada una de las camas y se incorporó a una profundidad de 5.0 a 10.0 cm. Además se incorporaron 11 libras de cal agrícola a cada una de las camas (Figura A-4), con el fin de neutralizar el pH de 4.0 que se interpreta muy fuertemente ácido, producido por el aluminio, el cual se encontró en un nivel de 1.5 meq/100cc de suelo, que según los rangos de interpretación de PROCAFE se considera excesivo (A-2 y A-3).

3.7. Variedad de semilla

Las variedades de semillas utilizadas en la investigación fueron:

- Calabacín variedad Casserta
- Espinaca variedad Virofly

- Lechuga variedad Aurora
- Remolacha variedad Detroit Dark Red

3.8. Trasplante

El calabacín se trasplantó a los 21 días después de la siembra (Figura A-8); la remolacha, espinaca y lechuga a los 30 días (Figura A-6); el trasplante de los cuatro cultivos se realizó en un mismo período (2 días). La siembra se hizo en un arreglo espacial al tres bolillo (Figura A-5), con los siguientes distanciamientos entre plantas: calabacín 0.50 m, lechuga 0.25, remolacha y espinaca 0.20 m; la densidad de plantas por parcela (de 2.5 m²) fue la siguiente: 8 para calabacín, 39 de lechuga (Figura A-7), 63 plantas de espinaca y remolacha.

3.9. Abonamiento

La aplicación de bocashi y lombriabono se hizo por postura en media luna a una distancia de 5 cm de la planta, para evitar que se dañe la raíz, en una sola aplicación.

3.10. Manejo agronómico

Consistió en limpieza manual de plantas arvenses, aporco de los cultivos, aplicación de riego por goteo con un sistema de tres cintas por cama y goteros a cada 20 cm para una descarga de 15 ml en un tiempo de 1.23 min; cada riego se aplicó durante 30 minutos con una frecuencia promedio de dos días. Además para la prevención y control de insectos o enfermedades se utilizaron repelentes a base de Nim, solución de ajo con vinagre y EM5; las dosis utilizadas de cada uno se muestran en el Cuadro A-1.

3.11. Cosecha

Para el cultivo de calabacín la cosecha se realizó a los 20 días después de trasplante (Figura A-13), la lechuga se realizó a los 60 (Figura A-12), la espinaca a los 82 (Figura A-15,16) y la remolacha a los 83 (Figura A-11). Se realizaron para calabacín 14 cortes con el criterio de que tuvieran un color verde brillante y con la cáscara blanda.

3.12. Modelo matemático del diseño estadístico:

El modelo estadístico que se utilizó para la investigación fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + r_j + \varepsilon_{ij}$$

μ = parámetro, efecto medio

β_j = parámetro, efecto del bloque

r_j = parámetro, efecto del tratamiento

ε_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la unidad experimental

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

3.13. Diseño Estadístico.

El diseño estadístico que se aplicó fue de bloques completamente al azar, que comprendió la aplicación de 3 tratamientos: T1 (Composta), T2 (Composta + bocashi), T3 (Composta + lombriabono) en los cultivos de calabacín, espinaca, lechuga y remolacha, ubicados en tres bloques de 3 camas cada uno. Las variables en estudio fueron el rendimiento y la fertilidad del suelo. Los indicadores y datos a tomar fueron el peso de follaje, peso de planta, número de frutos por planta, largo, peso y diámetro de frutos, peso y diámetro de bulbo, altura de planta y diámetro de cobertura foliar.

3.14. Toma de datos

3.14.1 Variables en estudio

Se tomaron datos de las plantas del área útil por parcela para cada cultivo, en las que se hicieron mediciones en el número de muestras siguientes: 11 plantas de lechuga en 0.66 m², 25 plantas de remolacha en 1.0 m², 25 plantas de espinaca en 1.0 m² y 5 plantas de calabacín en 1.60 m². La toma de datos se hizo cada semana con cinta métrica, pie de rey y balanza.

La altura de plantas para los cultivos de remolacha, espinaca y calabacín se tomó desde el cuello de la planta (nivel del suelo) hasta el ápice de la hoja de mayor crecimiento y para lechuga desde el nivel del suelo hasta el crecimiento máximo de la roseta. El diámetro de cobertura foliar para remolacha, calabacín y espinaca se realizó tomando el ancho de follaje; en lechuga se midió el ancho de la roseta de la planta. El peso de calabacín se tomó en frutos con una longitud de 17 - 30 cm y el diámetro se

tomó en la parte media del fruto. En remolacha se pesó y midió el diámetro de bulbo; en lechuga se peso la planta completa. Para la espinaca se pesaron las hojas por planta.

3.15. Fase de procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos de la fase de campo fueron sistematizados en matrices para el análisis de varianza, contrastes ortogonales, procesados con el programa estadístico SAS.

3.16. Análisis de beneficio-costo

Se calcularon los costos parciales para cada uno de los tratamientos utilizados en los que se tomó de base el área de una hectárea cultivada biointensivamente. Dicha área estaría compuesta por 606 camas, en las cuales se cultivarían los cuatro cultivos.

El cálculo de los ingresos de cada uno de los tratamientos consistió en los que se percibirían, por la venta de los productos obtenidos por cada uno de los cultivos. Para determinar la relación beneficio – costo de cada uno de los tratamientos se dividieron los ingresos entre los costos de cada tratamiento. Para determinar el beneficio total del sistema propuesto se obtuvo la sumatoria de los beneficios parciales.

4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados de las principales características físicas, químicas y biológicas del suelo: textura, estructura, consistencia, densidad aparente y real, % de porosidad, pH, elementos mayores (N, P, K, Mg, Ca, Al, Acidez Total, % de MO), análisis químicos de los abonos orgánicos empleados y determinación de algunos organismos del suelo en el que se realizó el ensayo, análisis de cromatografía de suelos; la prueba de la efervescencia con agua oxigenada.

Además se presentan los resultados que se produjeron en las variables estudiadas sobre los cultivos de calabacín, espinaca, lechuga y remolacha por el efecto de los abonos orgánicos: a) en calabacín: altura de planta, diámetro de cobertura foliar, largo de fruto, diámetro de fruto, peso de fruto y cantidad de fruto; b) en lechuga: altura de plantas, diámetro de cobertura foliar y peso de plantas; c) en espinaca: altura de plantas, diámetro de cobertura foliar y peso de follaje; y d) en remolacha: altura de plantas, diámetro de cobertura foliar, peso y diámetro de bulbo.

4.1. Caracterización del suelo en el sitio de la investigación.

El perfil del suelo en que se establecieron los cultivos presenta horizontes A, B y C que lo caracteriza como un suelo bien desarrollado presentando textura superficial (horizonte A) franco arcilloso, con una estructura de suelo superficial aterronada, alto contenido de materia orgánica (por efecto de manejo orgánico), pH muy fuertemente ácido; el horizonte subyacente (B) presenta textura arcillosa, con colores café oscuro a rojizo, estructura prismática, pH muy fuertemente ácido semejante a un horizonte argílico, tal como lo describe Rico (1975) el horizonte C presenta una alta intemperización y con un espesor que no permitió descubrir el material parental del suelo, sin embargo el origen de estos suelos por datos de la zona son de tobas de cenizas antiguas; el suelo presenta una mediana profundidad efectiva (90 cm). Las características descritas anteriormente determinan que el suelo de la zona pertenecen al Gran Grupo de suelos Latosol Arcillo Rojizo y caracterizado en la clasificación taxonómica en el Gran Grupo Haplustalf. El suelo intrínseca y externamente presenta condiciones físicas favorables para los cultivos estudiados (Figura A-17).

Al inicio de la investigación, en los horizontes superficiales del total de organismos visibles se contabilizaron artrópodos como gallina ciega (22%), arañas rojas (32%), anélidos como la lombriz de tierra (45%), lo que significa que el suelo es activo biológicamente, ya que ha sido manejado previamente con abonos orgánicos tipo bocashi, y en consecuencia existen agregados y poros grandes por efecto de dichos organismos. De la misma manera se mantuvo este comportamiento hasta el final de la investigación.

Cuadro 3. Características del perfil del suelo, caserío las Aradas, cantón Las Pilas, San Ignacio, Chalatenango.

Profundidad de horizonte	Horizonte	Estructura de suelo	Textura	Color	Profundidad de raíces	Consistencia en mojado
0-30 cm	A	Bloques subangulares	Franco arcilloso	Café oscuro	60 cm	Ligeramente plástica
30-60 cm	B	prismática (gruesa)	Arcilloso	Rojo	Ninguna	Muy plástica
>90 cm	C	prismática (gruesa)	Arcilloso	Anaranjado	Ninguna	Muy plástica

La densidad aparente superficial del suelo antes del ensayo presentó valores en el rango de 0.7 a 0.8 g/cc; con la aplicación de los tratamientos se mostró valores

similares a los iniciales del ensayo, sin embargo en el bloque I con composta, bloque II con bocashi y bloque III con Lombriabono mostraron valores más bajos que se duplicaron con un incremento de la porosidad de 33.32 y 24.07% respectivamente (cuadro 4), lo que indica que el suelo al ser tratado con los abonos orgánicos presenta mayor porosidad y en consecuencia hay una mayor aireación y almacenamiento de agua, que beneficia al buen crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Cuadro 4: Prueba de la densidad aparente (Da), densidad real (Dr) y porcentaje de poros.

Tratamientos	Antes (g/cc)		% poros	Después (g/cc)		% poros
	Da	Dr		Da	Dr	
Composta bloque I	0.8	1.50	13.33	0.5	1.50	33.32
Composta bloque II	0.8	1.62	12.33	0.8	1.62	12.33
Composta bloque III	0.8	1.51	13.24	0.8	1.51	13.24
Bocashi bloque I	0.7	1.39	21.60	0.7	1.39	21.60
Bocashi bloque II	0.8	1.54	13.00	0.5	1.54	32.50
Bocashi bloque III	0.7	1.44	20.82	0.7	1.44	20.82
Lombriabono bloque I	0.7	1.45	20.62	0.7	1.45	20.62
Lombriabono bloque II	0.8	1.60	12.47	0.7	1.60	18.70
Lombriabono bloque III	0.8	1.66	12.03	0.6	1.66	24.07

4.2. Análisis químico de suelo.

El suelo muestreado antes de establecer el ensayo presentaba en el horizonte superficial variación en dos colores: terraza 1: café oscuro, que se consideró previamente con mayor contenido de materia orgánica y se corroboró con el análisis de laboratorio en que su contenido fue de 6.61% y las otras terrazas 2 y 3 con coloración café claro, que se consideró previamente con menor contenido de materia orgánica y mostró una cantidad de 6.39%, un poco menor a la muestra anterior (cuadro 5). En relación al contenido de nitrógeno, se encontró para ambos sitios 0.378% y 0.399%, que con base a la tabla de interpretación (A-3), se encontró en niveles altos. En la terraza 1 el contenido de fósforo fue de 23.7 ppm cuya disponibilidad es alta y para las terrazas 2 y 3 de 15.8 ppm considerado como normal; en relación con potasio ambos sitios presentan muy alta disponibilidad (38.3 y 36.5 ppm). Respecto a Calcio este se encontró en un nivel bajo y al igual el Mg, que se refleja con un pH de 4.0 que es muy fuertemente ácido, y un nivel excesivo de Al, lo cual determinó la aplicación de cal agrícola (Carbonato doble de calcio y magnesio).

Cuadro 5. Resultados de análisis químico en muestras de suelo.

Muestra de suelo	% N TOTAL	P (ppm)	K (ppm)	Ca (meq/100 g)	Mg (meq/100 g)	pH	Al (meq/100 g)	AcT (meq/100 g)	% M.O.
M 1	0.378	23.7	383	7.7	1.11	4.0	1.5	7.5	6.61
M 2	0.399	15.8	365	5.8	0.94	4.0	1.9	8.3	6.39

4.3. Análisis químico de abonos orgánicos.

De los abonos orgánicos utilizados, la composta tuvo un contenido de nitrógeno total de 1.910%, fósforo de 0.00215 %, potasio 0.0125% y calcio 0.27%, magnesio 0.057%, en MO es de 2.26%, y en bocashi el nitrógeno es de 2.264 %, en fósforo es de 0.01514%, en potasio es de 0.0692%, en calcio es de 0.164%, en magnesio es de 0.08916%; y en MO es de 4.45 %. Para lombriabono el contenido de nitrógeno es de 1.693% y para fósforo 0.00507%, en potasio 0.0671%, en calcio es de 0.158%, en magnesio de 0.05112%, y para MO es de 4.86%.

Cuadro 6. Resultados de análisis químico de los abonos aplicados.

Tratamientos	% N TOTAL	% P	% K	pH	% Ca	% Mg
COMPOSTA	1.910	0.00215	0.0125	6,1	0.27	0.057
BOCASHI	2.264	0.01514	0.0692	7,1	0.164	0.08916
LOMBRIABONO	1.693	0.00507	0.0671	7,4	0.158	0.05112

¹4.4. Análisis microbiológico (hongos)

En la captura de organismos que se realizó en las parcelas de los tres tratamientos se encontraron en su mayoría hongos de coloración verde, café, anaranjado y blanco, que identificados con el microscopio corresponden a las clases: Deuteromycete, Ascomycete, Basidiomycete, Phycomycete y Zygomycete respectivamente y a la vez presentaban olores a fermentación agradable al olfato, sin embargo hubieron algunos que presentaron olores fétidos de pudrición; en algunos casos presentaron aspectos algodonosos, polvos y grumos. En el caso de las levaduras se presentaban con

¹ Lara, W. 2011. Identificación de hongos (entrevista). San Salvador SV. Universidad de El Salvador

aspecto cremoso. De acuerdo a Lara 2011 entre los hongos identificados la mayoría eran descomponedores de materia orgánica y otros podrían causar efectos patógenos. Sin embargo, durante el proceso de la investigación no se presentaron efectos de daños a nivel radicular lo cual fue un indicador de una actividad microbiana positiva en función del mejoramiento del suelo.

4.5 Presencia de insectos benéficos y no benéficos en los cultivos.

Durante el ensayo hubo presencia de algunos insectos no benéficos como pulgones (*Nasonovia ribisnigris*) y trips (*Thrips tabaci*) en los cultivos de lechuga y espinaca, y en calabacín la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), por lo tanto se aplicó repelentes orgánicos y un control manual al momento que se hacía el deshierbe en los cultivos; en el suelo se encontró gusano nocherero (*Agrotis spp.*), larva y huevo de gallina ciega (*Phillophaga sp.*) en los primeros estadios de crecimiento en las camas, sin embargo su población fue escasa y produjo mínimos daños en algunas plantas que fueron sustituidas y los insectos fueron controlados mecánicamente. Hubo presencia de insectos benéficos, entre los cuales ronrones (*Bombus terrestris*), abejas (*Apis mellifera*), mariquitas (*Coccinella sp.*) y ciempiés (*Lithobius sp.*), que en alguna medida favorecieron en el control de pulgones.

4.6. Análisis cromatográfico.

4.6.1. Análisis cromatográfico de los suelos de las áreas de tratamiento posterior a la cosecha.

Las muestras de suelo 1 y 2 que se obtuvieron del terreno antes de montar el ensayo, en el análisis cromatográfico se desarrollaron 3 zonas bien definidas, sin embargo debería desarrollar 4 zonas que corresponden a un suelo ideal manejado orgánicamente. Para estos dos casos los suelos muestran en los cromas una zona central de color crema que significa la presencia de materia orgánica (MO) rica en N, de buena estructura y actividad microbiológica; la segunda zona denominada interna que corresponde al segundo anillo del croma denominada zona mineral, el suelo numero 2 mostró mayor concentración mineral que el suelo 1, aunque con el análisis químico ocurre lo contrario que el suelo 1 presenta mayor concentración de elementos minerales (cuadro 5). La zona 3, que se denomina zona intermedia o proteica orgánica, que debería revelar la presencia de materia orgánica, está ausente en las dos muestras. A pesar de que en el análisis químico dio resultados de 6.61% y 6.39%

para ambos tipos de suelo respectivamente, la materia orgánica se encuentra bloqueada sin ninguna integración con la parte mineral. Este fenómeno puede deberse a una inmovilización de la actividad biológica por la aplicación de algunos extractos botánicos en una cosecha anterior al establecimiento del ensayo bloqueando la humificación de la MO. La zona 4 o zona externa, es el último anillo de la figura denominada zona enzimática o nutricional que se presenta en formas de nubes onduladas muy tenues de color café. Estas nubes indican abundancia y variedad nutricional relacionadas con factores enzimáticos, vitaminas, hormonas y otros compuestos orgánicos complejos, que para los casos se manifiesta de manera abrupta sin integración a la parte mineral (figura A-18).

Con relación al desarrollo de la MO en los dos tipos de suelos el cromograma indica que son suelos que se han trabajado recientemente con abonos orgánicos, por la coloración café claro presente en las zonas.

4.6.2. Cromas de los abonos orgánicos: bocashi, lombriabono y composta

4.6.2.1. Tratamiento del suelo con composta

Los cromogramas de los suelos tratados con composta muestran presencia alta de nitrógeno (zona central) en los tres bloques, sin embargo en los bloques I y II el diámetro de esa zona presenta una mayor amplitud respecto al bloque III, reflejado con una coloración cremosa más clara, lo cual significa una buena actividad biológica y aireación del suelo, favorecido por la aplicación de este tratamiento (Figura A- 19). En cuanto a la zona 2 o mineral su color varía de café rojizo a verde musgo reflejando una disponibilidad mineral bien definida, y que puede corroborarse con el contenido inicial (Cuadro 5). La zona 3 o proteica no se desarrolló en ninguno de los tres bloques, lo cual se considera que la materia orgánica se encuentra en un proceso de transformación y no ha alcanzado su proceso de humificación; la zona 4 o enzimática, parece tener un mejor desarrollo en algunos sitios de los tres bloques, por ejemplo en el bloque I donde estuvo calabacín, en el bloque II remolacha y calabacín, y en el bloque III espinaca y lechuga, sin embargo no se observa integración de la parte mineral con la orgánica.

4.6.2.2. Tratamiento de suelo con composta más bocashi.

En los cromogramas de los bloques I y II se da la mayor presencia de nitrógeno reflejado en la zona 1 o central con mayor amplitud de zona la cual se integra a la zona mineral en

forma desvanecida como producto de una fuerte actividad biológica, que fue favorecida por el bocashi que incorporó una alta población microbiana al suelo, aspecto que fue corroborado cuando se hizo la captura de organismos con sustrato de arroz, en el cual se mostró un alto crecimiento de colonias de hongos, que en su mayoría eran descomponedores de materia orgánica. No así en el bloque III en donde la presencia de nitrógeno fue menor (Figura A-20); cabe mencionar que en dicho sector la textura del suelo era más arcillosa, por lo que la porosidad era menor y por lo tanto también la presencia de microorganismos. La zona 2 o mineral se mostró variable en su coloración de café, café rojizo a verde musgo, pero principalmente con una mayor definición de la presencia mineral disponible, favorecida por la actividad biológica. La zona 3 o proteica al igual que en el tratamiento 1 no presentó formación proteica. La zona 4 o enzimática mostró una ligera integración de la materia orgánica con los elementos minerales, favorecida por la actividad biológica.

4.6.2.3. Tratamiento de suelo con composta mas lombriabono.

Los cromas en la zona central mostraron una coloración mas oscura que los tratamientos 1 y 2, que indica una menor presencia de nitrógeno y se corrobora con el análisis químico inicial de lombriabono. La zona 2, igual que el tratamiento 2 presentó variabilidad de color café oscuro a verde musgo, con mayor definición en el bloque II, debido a la actividad biológica (Figura A-21). Es de mencionar que el lombriabono es un producto animal que ha pasado por los tractos digestivos de dos tipos de organismos, lo cual implica una mayor extracción de nutrientes y se refleja en el análisis químico del abono, cuya aplicación aportó menor cantidad de nutrientes en el ensayo. Además, suministró menor población microbiana al suelo que el tratamiento 2. La zona 3 fue semejante a los otros dos tratamientos. La zona 4 se observó para el bloque II una ligera integración enzimática con los elementos minerales. Sin embargo no es suficiente debido a la baja actividad biológica.

4.7. Análisis de las variables para cada cultivo

A continuación se presenta cada uno de los cultivos de espinaca, lechuga, remolacha y calabacín con cada variable y promedio de cada tratamiento y luego analizado con ANVA, para ser graficado. Los tratamientos son representados por la siguiente nomenclatura: Composta (T1), Composta + bocashi (T2) y Composta + lombriabono (T3).

4.7.1 Cultivo de calabacín

4.7.1.1 Altura de plantas

En el cuadro 7 se presenta el Análisis de Varianza (ANVA) en el que se observa que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos sobre la variable altura de plantas en el cultivo de calabacín. En la figura 1 puede observarse que la mayor altura se obtuvo con el T2 (composta+ bocashi) de 59.50 cm.

Cuadro 7. Alturas promedio de plantas de calabacín (cm).

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	46.30	55.60	63.80	55.23	
C+B	57.50	70.30	50.70	59.50	
C+L	58.10	63.20	48.70	56.67	
ANVA					
Fv	GI	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	28.29	14.14	0.19	0.84n/s

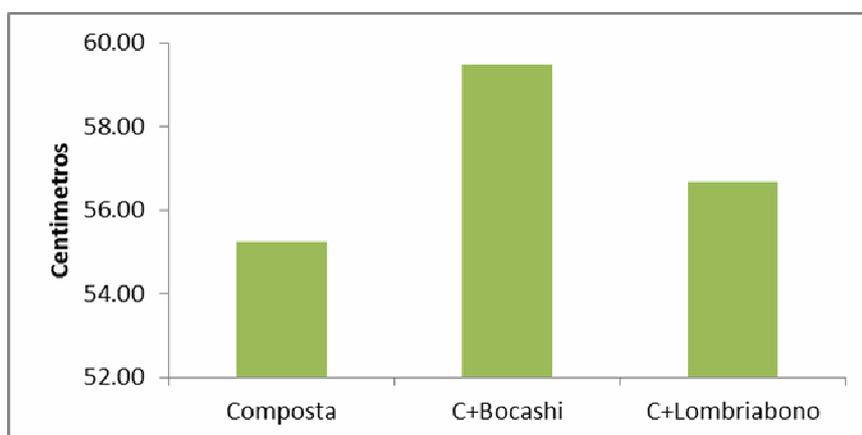


Figura 1. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable altura promedio de plantas (cm) en calabacín.

4.7.1.2 Diámetro de cobertura foliar

Según el ANVA (cuadro 8) no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos sobre la variable diámetro de cobertura foliar. En la figura 2 se observa que el T2 (composta+ bocashi) produjo el mayor diámetro de cobertura foliar de 103.7cm.

Cuadro 8. Diámetro promedio de cobertura foliar de plantas de calabacín (cm)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	84.10	98.00	109.40	97.17	
C+B	101.10	109.70	101.10	103.97	
C+L	91.40	99.00	92.40	94.27	
ANVA					
Fv	GI	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	148.74	74.37	1.32	0.31n/s

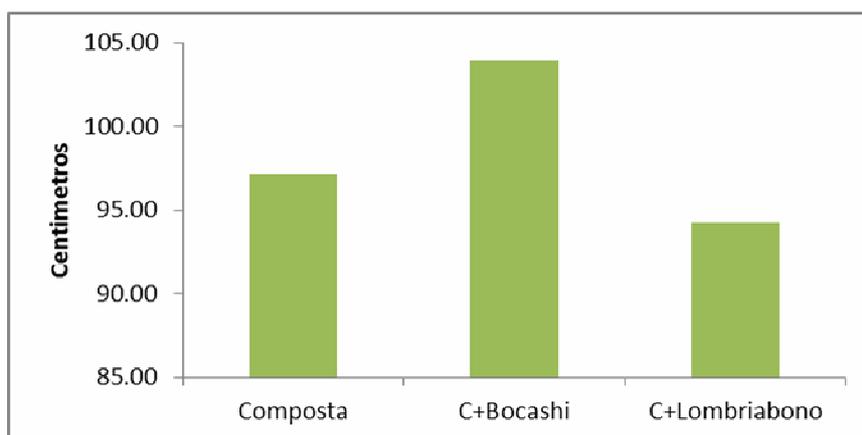


Figura 2. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de cobertura foliar (cm) en calabacín.

4.7.1.3 Cantidad de frutos

De acuerdo al ANVA (cuadro 9) no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos sobre la variable cantidad de frutos en el cultivo de calabacín. En la figura 3 se observa que el tratamiento con mayor cantidad de frutos fue el T2 (composta+ bocashi) con 128 frutos.

Cuadro 9. Cantidad de frutos promedio de calabacín cosechados en 14 cortes por tratamiento

Tx	BI	BII	BIII	Promedio	
C	34	36	37	36	
C+B	46	44	38	43	
C+L	36	42	31	36	
ANVA					
Fv	GI	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	89.56	44.78	3.17	0.15n/s

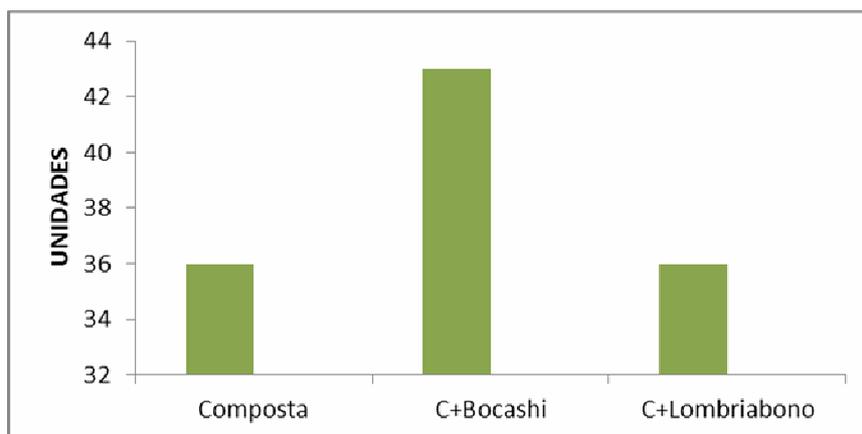


Figura 3. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable cantidad de frutos promedio cosechados por tratamiento en calabacín.

4.7.1.4 Largo de fruto

De acuerdo al ANVA (cuadro 10) no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos sobre la variable largo de fruto, en el cultivo de calabacín ($p \leq 0.01$), sin embargo, en la figura 4 se aprecia, que el T1 (composta) produjo el mayor largo promedio de fruto de 19.18 cm.

Cuadro 10. Largo promedio de fruto de calabacín (cm)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	19,38	18,34	19,82	19,18	
C+B	18,89	18,28	16,67	17,95	
C+L	18,17	18,77	19,87	18,94	
ANVA					
Fv	GI	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	2.56	1.28	1.02	0.44n/s

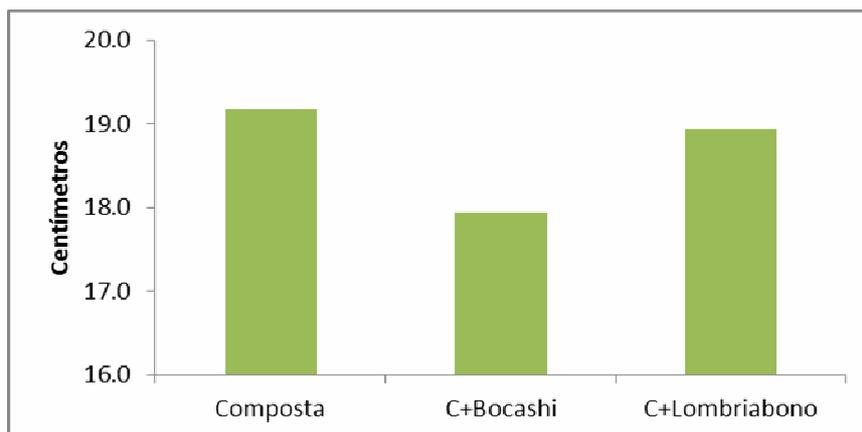


Figura 4. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable largo promedio de fruto (cm) en calabacín.

4.7.1.5 Diámetro de fruto

El ANVA para la variable diámetro de fruto del cultivo de calabacín (cuadro 11) muestra que el efecto de los tratamientos no fue significativo ($p \leq 0.01$ %); no obstante en la figura 5 se visualiza que el mayor diámetro promedio de fruto se obtuvo con el T3 (composta+ lombriabono) de 4.82 cm.

Cuadro 11. Diámetro promedio de fruto de calabacín (cm)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	4,72	4,66	4,85	4,74	
C+B	4,43	4,51	4,68	4,54	
C+L	4,49	4,66	5,32	4,82	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	0.13	0.06	1.67	0.3n/s

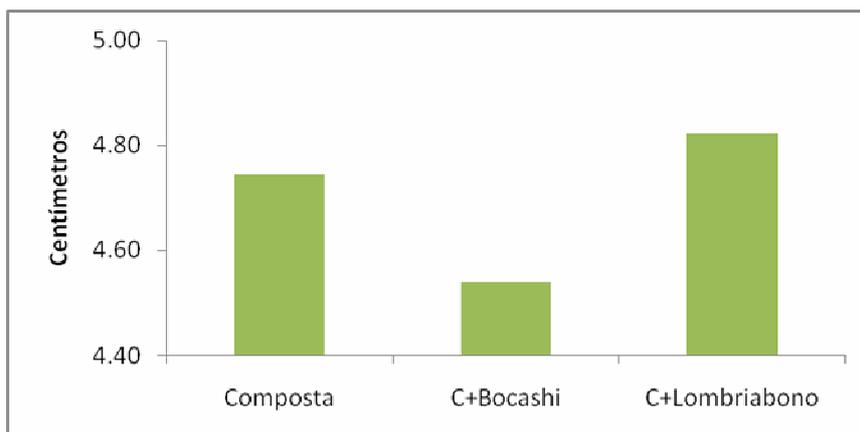


Figura 5. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de fruto (cm) en calabacín.

4.7.1.6 Peso del fruto

El efecto de los abonos orgánicos utilizados en el estudio para la variable peso del fruto en el cultivo de calabacín (cuadro 12) no mostró diferencia estadística significativa al 0.01% de probabilidad. Sin embargo en la figura 6 se observa que el T3 (composta + lombriabono) produjo el mayor peso promedio por fruto de 360.88 g.

Cuadro 12. Peso promedio por fruto de calabacín (g)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	346,71	315,9	402,23	354,95	
C+B	365,62	334,97	313,67	338,09	
C+L	331,28	318,89	432,46	360,88	
ANVA					
Fv	GI	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	838,81	419,4	0,22	0,81n/s

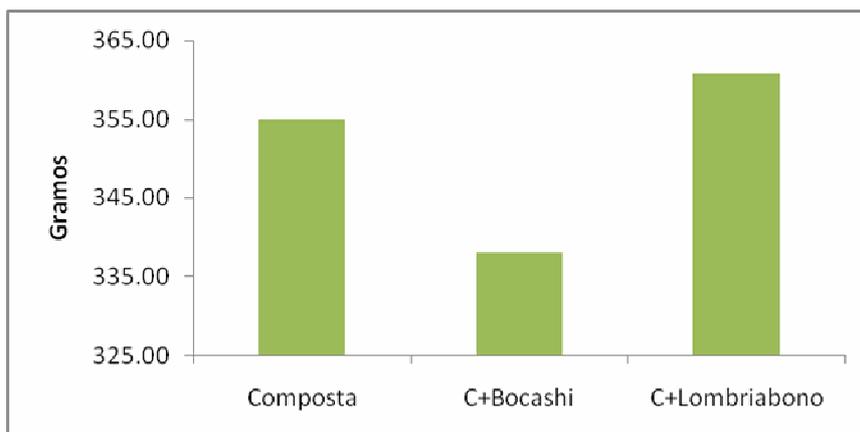


Figura 6. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable peso promedio del fruto (g) en calabacín.

4.7.2 Cultivo de espinaca.

4.7.2.1 Altura de plantas

El ANVA sobre la variable altura de planta en el cultivo de espinaca (cuadro 13) demostró diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.01$). Al realizar la prueba de contrastes ortogonales, se obtuvo que el T2 presentó la mayor diferencia significativa (Cuadro A -18). En la Figura 7 se muestra el efecto del tratamiento T2 (Composta + Bocashi), con una altura promedio de 22.42 cm

Cuadro 13. Altura promedio de plantas de espinaca (cm)

Tratamientos	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	13.66	13.36	12.68	13.24	
C+B	18.77	22.86	25.61	22.42	
C+L	17.5	20.64	20.57	19.57	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	132.51	66.26	16.58	0.01**

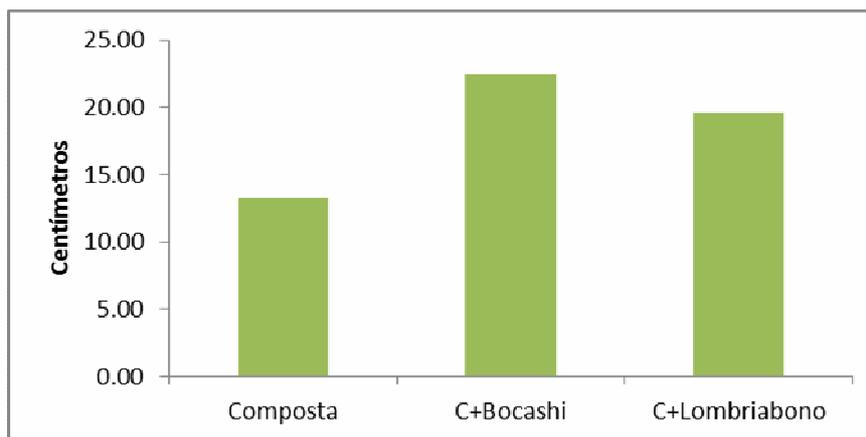


Figura 7. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable altura promedio de plantas (cm) en espinaca.

4.7.2.2 Diámetro de cobertura foliar

Al realizar el ANVA sobre la variable diámetro de cobertura foliar en el cultivo de espinaca (cuadro 14) se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa al 0.01% de probabilidad entre los tratamientos. Según la prueba de contrastes ortogonales (Cuadro A-19), el tratamiento T2 (composta + bocashi) fue el de mayor diámetro en comparación a los otros 2 tratamientos. En la Figura 8, se observa que el T2 (Composta+ bocashi) alcanzó un diámetro promedio de 30.58 cm, siendo mayor en 3.17 cm al T3 y 12.89 cm al T1.

Cuadro 14. Diámetro promedio de cobertura foliar de plantas de espinaca (cm)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	20.85	18.23	14	17.69	
C+B	33.18	28.64	29.92	30.58	
C+L	29.64	26.23	26.36	27.41	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	47.3	23.65	30.84	0.00**

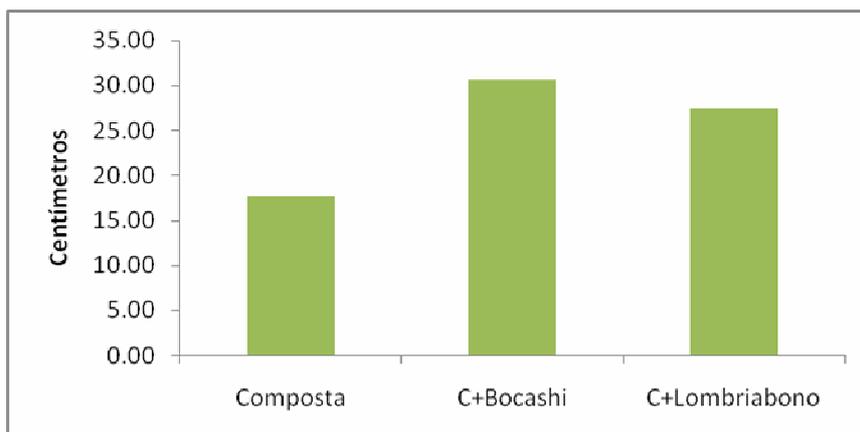


Figura 8. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de cobertura foliar (cm) en espinaca.

4.7.2.3 Peso de follaje

La variable peso de follaje en el cultivo de espinaca presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos al 1% (cuadro 15) y en la prueba de contrastes ortogonales se determinó que los tratamientos T2 y T3 son iguales estadísticamente y mayores que T1 (Cuadro A- 20) sin embargo en la figura 9, se observa que el T2 (composta+ bocashi) tuvo un mayor peso de follaje con 40.85 g y siendo mayor en 9.76 g sobre el T3 y 27.67 g sobre el T1.

Cuadro 15. Peso promedio de follaje por planta de espinaca (g)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	19.36	12.73	7.45	13.18	
C+B	32.73	39.36	50.45	40.85	
C+L	28.18	36.45	28.64	31.09	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	1053.44	526.72	9.72	0.03**

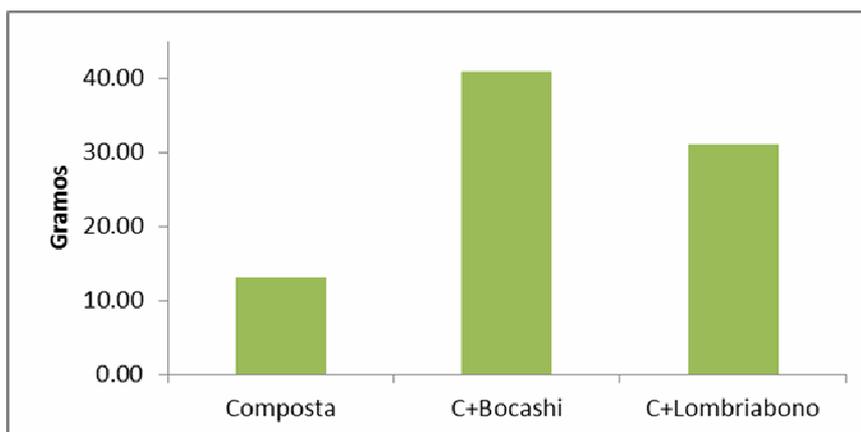


Figura 9. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable peso promedio de follaje por planta (g) en espinaca.

4.7.3 Cultivo de Lechuga

4.7.3.1 Altura de plantas

Respecto a la variable altura de plantas en el cultivo de lechuga (cuadro 16), el ANVA mostró que existe diferencias estadísticas altamente significativas ($p \leq 0.01$) y con la prueba de contrastes ortogonales (cuadro A-21) se determinó que el T2 presentó una mayor altura entre los tratamientos. En la figura 10, el T2 (composta+bocashi) muestra una mayor altura promedio con 12.97 cm.

Cuadro 16. Altura promedio de plantas de lechuga (cm)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	11.95	9.7	9.71	10.45	
C+B	13.85	12.59	12.48	12.97	
C+L	12.8	11.05	9.42	11.09	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	10.3	5.15	14.74	0.01**

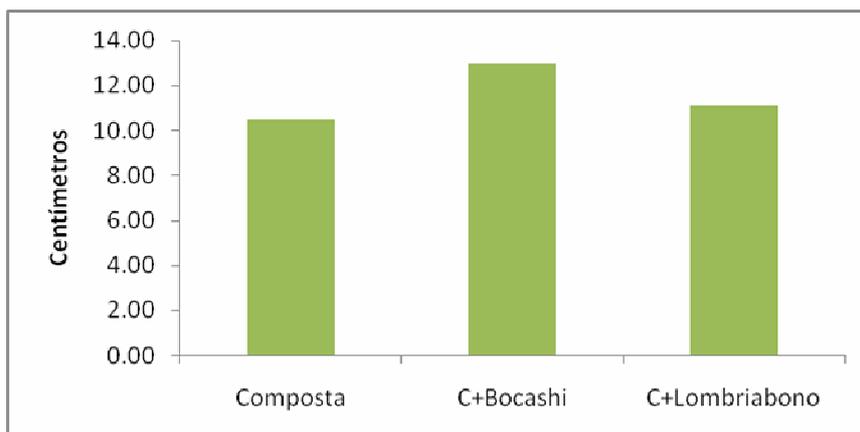


Figura 10. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable altura promedio de planta (cm) en lechuga.

4.7.3.2 Diámetro de cobertura foliar.

El ANVA sobre la variable diámetro de cobertura foliar en el cultivo de lechuga (cuadro 17) muestra que no existió diferencia estadística significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, sin embargo en la figura 11 se observa que el T3 (composta+lombriabono) mostró el mayor diámetro promedio de cobertura con 35.07 cm.

Cuadro 17. Diámetro promedio de cobertura foliar de plantas de lechuga (cm)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	23.42	24.31	25.25	24.32	
C+B	22.17	26.04	26.95	25.05	
C+L	28.01	27.36	49.84	35.07	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	183.84	91.2	3.18	0.15n/s

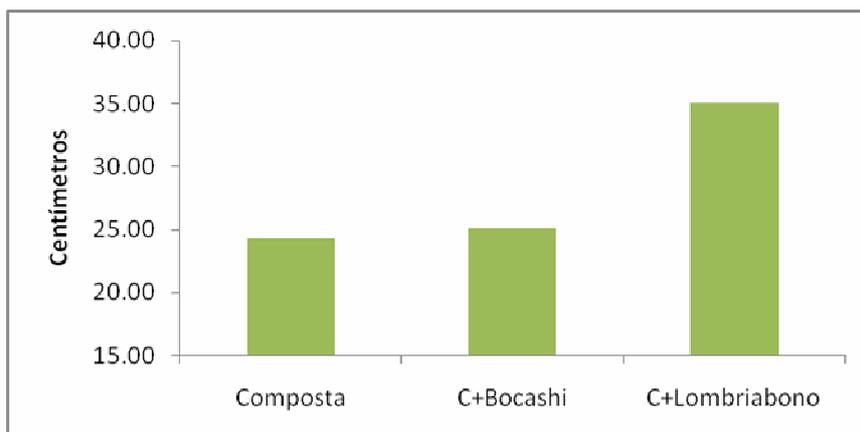


Figura 11. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de cobertura foliar (cm) en lechuga.

4.7.3.3. Peso promedio de plantas

En el caso de la variable peso promedio de plantas el ANVA (cuadro 18), mostró que existen diferencia significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos y con la prueba de contrastes ortogonales se determinó que T2 y T3 produjeron mayor peso que T1, sin embargo son iguales estadísticamente (cuadro A-22). En la figura 12 se presenta el efecto de T2 (Composta+ Bocashi) con mayor peso promedio por planta con 326.61 g.

Cuadro 18. Peso promedio por planta de lechuga (g)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	197.73	263.64	223.18	228.18	
C+B	327.73	391.82	260.27	326.61	
C+L	309.09	280.91	235.91	275.30	
ANVA					
FV	GI	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamientos	2	43371.43	21685.72	7.83	0.04*

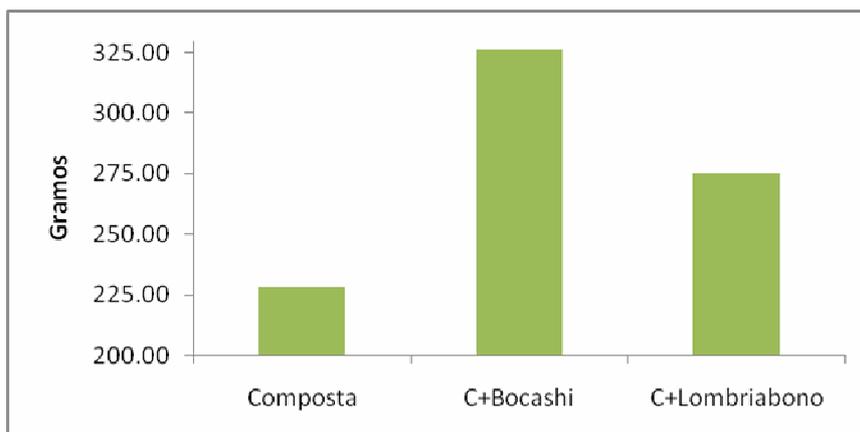


Figura 12. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable peso promedio de plantas (g) en lechuga.

4.7.4. Cultivo de remolacha

4.7.4.1 Altura de plantas

Los abonos orgánicos sobre la variable altura de plantas en el cultivo de remolacha, al realizar el ANVA (cuadro 19), mostró un efecto en el que existen diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, que según la prueba de los contrastes ortogonales, el T2 produjo una mayor altura (Cuadro A-23). En la figura 13 se presenta el efecto de mayor altura promedio por el T2 (Composta +bocashi), con 37.88 cm.

Cuadro 19. Altura promedio de plantas de remolacha (cm)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	29.96	25.52	26.57	27.35	
C+B	42.52	40.32	30.81	37.88	
C+L	37.02	35.8	32.84	35.22	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	179.98	89.99	10.34	0.03**

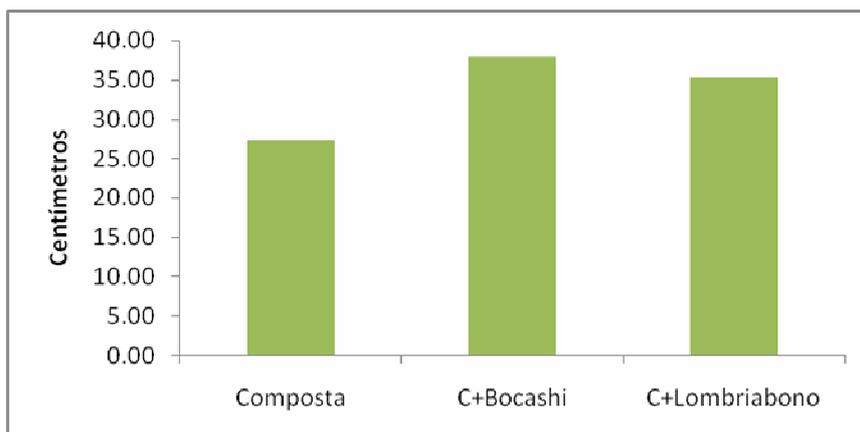


Figura 13. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable altura promedio de plantas (cm) en remolacha.

4.7.4.2 Diámetro de cobertura foliar

El ANVA sobre la variable diámetro de cobertura foliar en el cultivo de remolacha (cuadro 20) presentó que existe diferencia estadística altamente significativa al 1% de probabilidad entre los tratamientos y con la prueba de contrastes ortogonales (cuadro A-24) se corroboró que el T2 (composta + bocashi) mostró el mayor diámetro promedio de cobertura foliar. En la figura 14 se muestra el comportamiento del cultivo con la aplicación del T2 (Composta+ bocashi) con un mayor diámetro promedio de 49.52 cm.

Cuadro 20. Diámetro promedio de cobertura foliar de plantas de remolacha (cm)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	40.14	42.73	38.82	40.56	
C+B	48.27	53.27	47	49.52	
C+L	47.18	48.91	47.05	47.71	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	134.47	67.23	49.22	0.00**

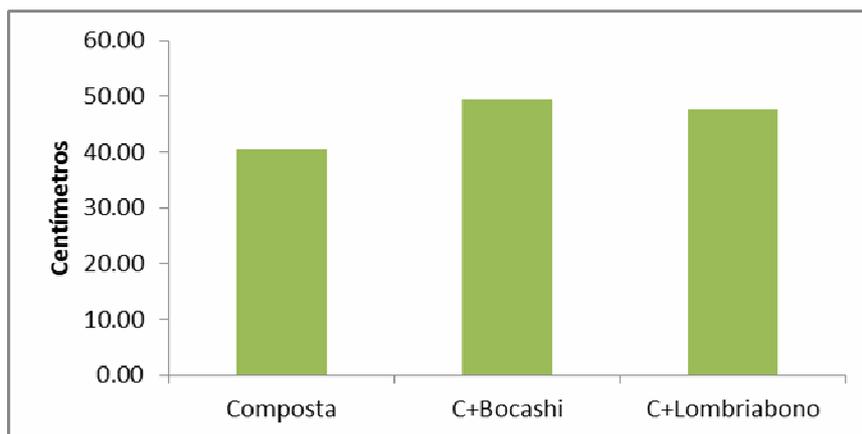


Figura 14. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de cobertura foliar (cm) en remolacha.

4.7.4.3 Peso de bulbo

Respecto al ANVA sobre la variable peso de bulbo en el cultivo de remolacha (cuadro 21), esta presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos. De acuerdo a la prueba de contrastes ortogonales (Cuadro A-25), se determinó que el T2 produjo el mayor peso de bulbo. En la figura 15 se visualiza que el T2 (composta + bocashi) el efecto del mayor peso con 265.18 g.

Cuadro 21. Peso promedio de bulbo por planta de remolacha (g)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	138,64	154,55	114,55	135,91	
C+B	343,73	261,36	190,45	265,18	
C+L	228,82	205,61	181,36	205,26	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	38732.52	19366.26	14.4	0.01**

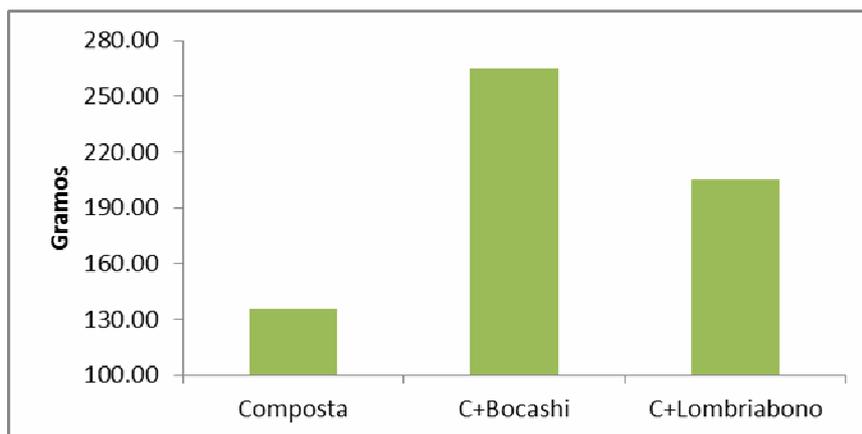


Figura 15. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable peso promedio de bulbo (g) en remolacha.

4.7.4.4. Diámetro de bulbo

En cuanto a la variable diámetro de bulbo en el cultivo de remolacha (cuadro 22) en el ANVA mostró que no existe diferencia estadística significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, sin embargo en la figura 16 se observa que el T2 (composta + bocashi) con 7.72 cm., mostró una pequeña diferencia respecto al T3, pero mayor diámetro promedio de bulbo comparado con T1.

Cuadro 22. Diámetro promedio de bulbo por planta de remolacha (cm)

Tx	BI	BII	BIII	PROMEDIO	
C	4,74	6,35	5,17	5,42	
C+B	8,58	6,23	8,36	7,72	
C+L	6,99	7,29	6,85	7,04	
ANVA					
Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Tratamiento	2	263.51	131.75	0.75	0.53n/s

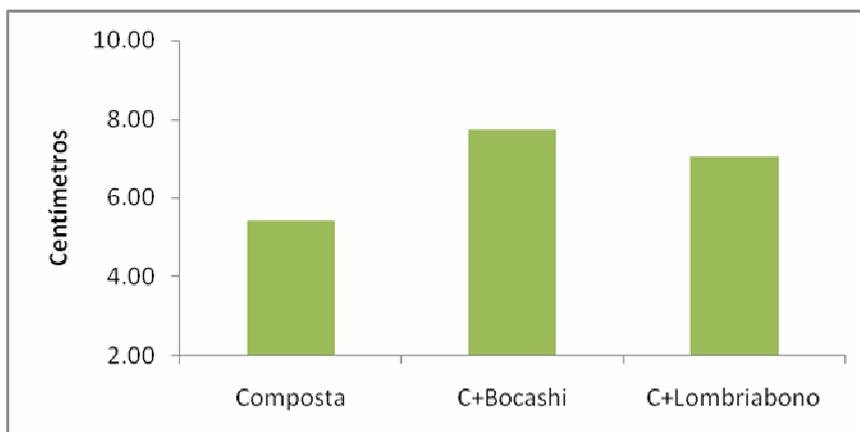


Figura 16. Efecto de la composta, bocashi y lombriabono en la variable diámetro promedio de bulbo (cm) en remolacha.

4.8 Relación beneficio - costo

En los cuadros A-26, A-27 y A-28 se presentan los costos para cada tratamiento y en los cuadros A-29, A-30 y A-31 los ingresos. En ellos se observa que la variación de los costos depende de la cantidad de abono para cada tratamiento, ya que los demás rubros son los mismos y la misma cantidad, por ejemplo en el tratamiento de composta se utilizan 1212 qq/Ha cuyo costo será de \$ 6060.00; en el tratamiento de composta mas bocashi se utilizan la misma cantidad de composta del T1 más 141 qq/Ha de bocashi, obteniéndose un costo de los abonos del T2 de \$ 6765; y en el caso del tratamiento de composta mas lombriabono se utiliza la misma cantidad de qq del T1 más 264 qq/Ha de lombriabono, obteniéndose un costo de los abonos del T3 de \$ 9228.

La relación beneficio- costo para cada uno de los tratamientos, se calculó a partir de los costos totales e ingresos totales de cada uno, para una hectárea cultivada biointensivamente. Los resultados obtenidos de este factor son: el tratamiento de composta tendría un costo total (CT) de \$17,619.81, de ingresos totales (IT) \$34,296.20, obteniendo así una relación de beneficio-costo de \$1.95; para el tratamiento de composta + bocashi un CT de \$18,374.81, IT de \$38,417.25 y una relación de beneficio – costo \$2.09; el tratamiento de composta + lombriabono tendría un CT de \$20,837.81, IT de \$35,652.15, de beneficio- costo \$1.71.

4.9. DISCUSIÓN

Eco Base (2008) menciona que el resultado de una agricultura ecológica, a la vez de producir alimentos sanos y orgánicos, también reconstruye y mejora la fertilidad del suelo, tales son los resultados que se encontraron en esta investigación, que al analizar el efecto de los abonos orgánicos aplicados al suelo en los diferentes cultivos, la acción combinada de la composta más bocashi o composta más lombriabono, dieron resultados positivos, aunque esto no fue estadísticamente significativo en todos los casos de las variables medidas en los cultivos.

4.9.1. Análisis del efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en los cultivos.

4.9.1.1. Cultivo de calabacín

En un análisis más específico, el comportamiento del calabacín con la aplicación de las tres clases de abonos orgánicos fue similar en los diferentes indicadores de crecimiento: altura de plantas, diámetro de cobertura foliar, número de frutos, largo, diámetro y peso de fruto; aunque los datos estadísticos no presentaron significancia, sin embargo el efecto producido por la composta + bocashi fue mayor que los otros dos tratamientos en las variables de crecimiento: altura de plantas, diámetro de cobertura foliar, número de frutos, largo y diámetro de fruto; y en la variable peso de fruto la composta + lombriabono fue superior a los otros dos tratamientos (360,88 g). En el cuadro resumen de las variables No. 23 y en la figura 17 se observa el comportamiento de la aplicación de los tres tratamientos.

Cuadro 23. Promedios de las variables medidas en Calabacín.

Tx.	Alturas de plantas (cm)	Diámetro de cobertura foliar (cm)	Cantidad de frutos	Largo de fruto en (cm)	Diámetro de fruto en (cm)	Peso de fruto en (g)
C	55.2	97.2	107	19,18	4,74	354,95
C+B	59.5	104.0	128	17,95	4,54	338,09
C+L	56.7	94.3	109	18,94	4,82	360,88

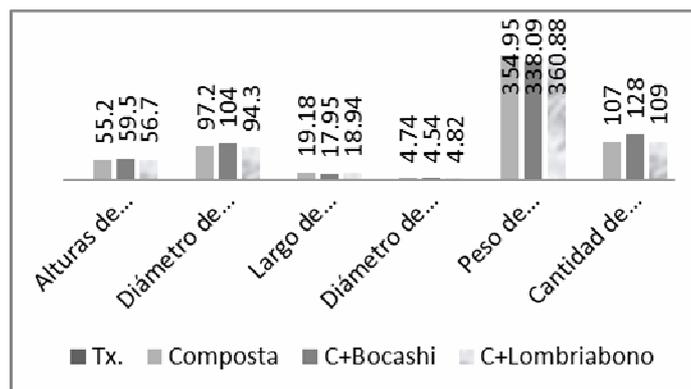


Figura 17. Efecto de la composta, composta+ bocashi y composta + lombriabono sobre altura de plantas (cm), diámetro de cobertura foliar (cm), largo de fruto (cm), diámetro de fruto (cm), peso de fruto (g) y cantidad de frutos del cultivo de calabacín.

Debido a la alta disponibilidad de los macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) en el suelo no se obtuvo una respuesta significativa con la aplicación de bocashi y lombriabono como abonos complementarios en este cultivo. De esta manera, solo la aplicación de composta fue suficiente para alcanzar el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de calabacín y bajo las condiciones de contenido de nutriente mencionados, densidad aparente menor que 1 gr/cc, estructura de bloques débiles y pH ligeramente ácido. Con dichos resultados se corrobora el uso de la composta sola que sugiere el método de cultivo biointensivo (Jeavons 2002), siempre y cuando la composición de la composta que se aplique sea integral y esté suficientemente madura para que se tenga la disponibilidad de elementos necesarios. También existe coincidencia con los resultados que obtuvieron Gómez et. al. (2008), que realizaron estudios en la producción de frijol y rábano en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco, México, donde se evaluó el efecto de la fertilización orgánica, con 5 t ha⁻¹ de composta en los rendimientos (gr/planta⁻¹, bulbo en rábano y granos en frijol), en el cual los rendimientos se incrementaron significativamente (p < 0.05) en los tratamientos en que se aplicó fertilización orgánica (149% para el rábano y 50% para el frijol).

4.9.1.2. Cultivo de espinaca

En cuanto al cultivo de espinaca su comportamiento con la aplicación de composta, composta + bocashi y composta + lombriabono, en las variables altura de plantas (cm), diámetro de cobertura foliar (cm) y peso de follaje (g), el tratamiento 2 fue superior a los otros dos tratamientos; en cuanto a peso de follaje, si bien fueron mayores estadísticamente los tratamientos composta+ bocashi y composta +

lombriabono, entre ellos fueron iguales estadísticamente, como puede apreciarse en el cuadro 24 y figura 18.

Cuadro 24. Promedios de las variables medidas en Espinaca.

Tx	Alturas de plantas (cm)	Diámetro de cobertura foliar (cm)	Peso de follaje/planta (g)
C	13.2	17.7	13.2
C+B	22.4	30.6	40.9
C+L	19.6	27.4	31.1

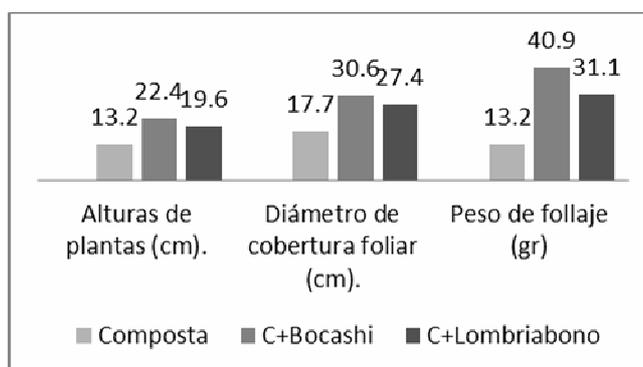


Figura 18. Efecto de la composta, composta+ bocashi y composta + lombriabono sobre altura de plantas (cm), diámetro de cobertura foliar (cm) y peso de follaje (g) del cultivo de espinaca.

En el caso de espinaca, según los resultados obtenidos, este cultivo presentó mayor exigencia de nutrientes, tal que la aplicación de composta sola no fue suficiente para suplir los requerimientos nutricionales. Es así que la composta combinada con bocashi y lombriabono produjo un efecto positivo. La producción obtenida de peso de follaje que fue de 7 tn/ha con la aplicación de lombriabono, coincide con el resultado de Mancilla S. (2009), al aplicar humus de lombriz con el cual alcanzó un rendimiento de 7.32 (tn/ha), sin embargo con bocashi fue mucho mayor obteniéndose 10 tn/ha y presentó la mayor significancia de los tratamientos.

Por otro lado, según Altamirano (2009), el sistema radicular de la espinaca no es muy profundo ni vigoroso; la raíz principal puede llegar a medir 80 cm de largo y 30 cm de ancho; posee un tallo corto, cilíndrico que alcanza una altura entre 60 y 80 cm. En la presente investigación el tamaño de las raíces no alcanzó las dimensiones mencionadas por Altamirano, obteniéndose un largo de raíz de 23.0 a 31.0 cm y una altura de plantas de 13 a 22.4 cm. A todos los cultivos se le aplicó la misma cantidad de agua, sin embargo ésta no fue suficiente para la espinaca, situación que se observó por la poca cobertura que desarrolló el cultivo y que no fue suficiente para evitar la

pérdida de agua por evaporación, aspecto que no fue limitante en los otros cultivos. Otro aspecto que limitó el crecimiento, en algunos casos, fue la floración temprana, manifestándose mayormente en las parcelas abonadas con composta y en menor proporción en las parcelas abonadas con composta más lombriabono.

4.9.1.3. Cultivo de lechuga

Con relación al comportamiento de las variables altura y peso de planta en el cultivo de lechuga, con la aplicación de composta más bocashi y composta más lombriabono se obtuvo un efecto altamente significativo ($p \leq 0.01$) y el mayor peso promedio se obtuvo con composta más bocashi; en el caso del diámetro de cobertura foliar, no existió diferencia estadística significativa en los tres tratamientos, sin embargo el mayor diámetro promedio lo presentaron las plantas que fueron tratadas con composta + lombriabono, como se puede observar en el cuadro 25 y figura 19.

Cuadro 25. Promedios de las variables medidas en Lechuga.

Tx	Alturas de plantas (cm)	Diámetro de cobertura foliar (cm)	Peso de planta en (g)
C	10.5	24.3	228.18
C+B	13.0	25.1	326.61
C+L	11.1	35.1	275.30

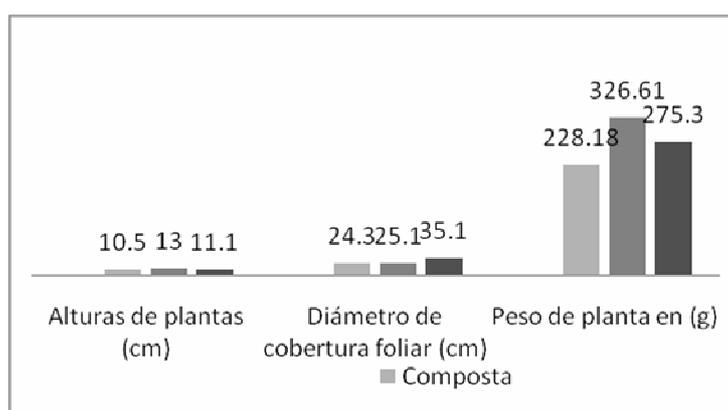


Figura 19. Efecto de la composta, composta+ bocashi y composta + lombriabono sobre altura de plantas (cm), diámetro de cobertura foliar (cm) y peso de planta (g) del cultivo de lechuga.

Según Díaz y Suárez (2000) evaluaron tres dosis de bocashi (454, 227 y 113.5 gramos/planta) en el cultivo de lechuga tipo romana, variedad Parris Island. No encontraron diferencias significativas entre las dosis de bocashi evaluadas en cuanto al peso por planta; sin embargo de las dosis evaluadas, la dosis de 13,636 kg/ha de

bocashi (227 g/planta) presentó el mayor peso por planta (550.0 g/planta) de lechuga. El tamaño promedio de las lechugas estuvo en el valor medio (25.02 cm) del rango de calidad aceptable en el mercado, o sea, entre 20 y 30 cm de tamaño. Al comparar lo obtenido por Díaz y Suárez con la presente investigación se obtuvo con una dosis menor (50 gr/planta) un mayor rendimiento en peso/planta (326.61 gr/planta), sin embargo, se aclara que son diferentes variedades de lechuga; pero lo interesante de este resultado es el efecto del bocashi en forma conjunta con la composta, que incrementa los rendimientos, debido a que este abono incorpora organismos que ayuda a la descomposición de la materia orgánica de la composta, produciéndose una mayor disponibilidad de nutrientes para el cultivo.

Otro dato interesante es el desarrollado por Zaldívar *et.al.* (s.f.), quienes evaluaron el efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos y urea en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa L.*), obteniendo el mayor rendimiento con la aplicación de compost (6,020 docenas/Ha) seguido por humiterra con un rendimiento de 5,989 docenas/Ha. Aunque esta información esta referida al número de plantas obtenidas en la investigación, pero da una referencia en esta variable, que al compararla con la presente investigación en el que el uso de los abonos orgánicos mejoran los rendimientos del cultivo de lechuga, en términos del número de unidades por hectárea, cuyo efecto ya no es por los abonos sino por la siembra cercana al tres bolillo (Figura A-9) que genera una producción de 9,285 docenas/ha.

4.9.1.4. Cultivo de remolacha

En cuanto al comportamiento del cultivo de remolacha en altura de planta, diámetro de cobertura foliar y peso de bulbo existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos, siendo la composta+ bocashi el que mayor rendimiento presentó en los tres casos. En relación con el diámetro de bulbo no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero la composta + bocashi tuvo un mayor efecto sobre el diámetro de bulbo (Figura A-11) como se presenta en el cuadro 26 y figura 20.

Cuadro 26. Promedios de las variables medidas en el cultivo de remolacha.

Tx	Alturas de plantas (cm)	Diámetro de cobertura foliar (cm)	Peso de bulbo en (g)	Diámetro de bulbo en (cm)
C	27.4	40.6	135,91	5,42
C+B	37.9	49.5	265,18	7,72
C+L	35.2	47.7	205,26	7,04

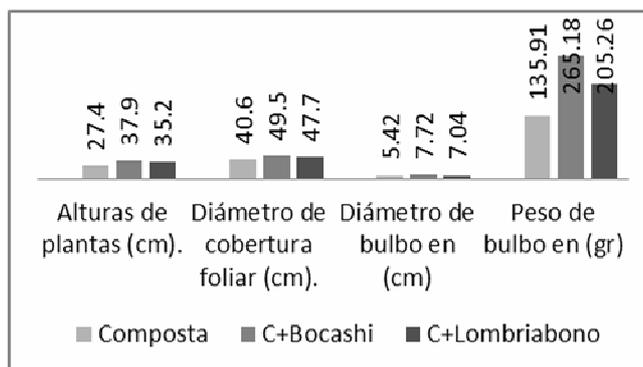


Figura 20. Efecto de la composta, composta+ bocashi y composta + lombriabono sobre altura de plantas (cm), diámetro de cobertura foliar (cm), peso (g) y diámetro de bulbo (cm) del cultivo de remolacha.

El cultivo de remolacha según los resultados obtenidos demanda un requerimiento nutricional que la composta sola no es capaz de proveer, principalmente cuando el suelo ha sido fertilizado con este compuesto por primera vez, ya que al haber hecho las aplicaciones combinadas de la composta con los otros dos abonos, el cultivo dio una respuesta positiva con respecto al crecimiento, desarrollo y rendimiento; también es válido mencionar que la combinación de los abonos favorece a una mejor estructuración del suelo, porosidad y densidad, por lo que el desarrollo del bulbo se vio favorecido por estas características, como también por el aporte de los nutrientes incorporados por el bocashi y lombriabono.

4.9.2. Análisis beneficio-costo

Con base a los resultados obtenidos, habiendo determinado que de los tres tratamientos, la mayor relación beneficio-costos se obtendrían con la composta+ bocashi, con una relación de \$2.09, lo que significa que por cada dólar invertido hay una ganancia \$1.09 de dólar, percibiendo más del 100% de ganancias por la venta de los cultivos de calabacín, lechuga, espinaca y remolacha; esta experiencia se confirma con lo que obtuvo CARE, 1998 citado por Ramírez, R. et al s.f. "En la comunidad

Tañiloma, parroquia Tarqui, provincia del Azuay, se desarrolló una experiencia de preparación de Bocashi, la cual tuvo excelentes resultados ya que se obtuvieron beneficios económicos para la comunidad, los cultivos evidenciaron mayor vigor y el suelo ha conservado su humedad y se nota más suelto que antes”.

Sin embargo, los otros dos tratamientos no son despreciables, solo con composta sería de \$1.95 y tratamiento de composta + lombrabono se tendría \$1.71, ya que en los sistemas sostenibles con base al principio de diversificación se deben utilizar diversos tipos de abonos, porque que cada uno de ellos contribuye de diversas formas en la sostenibilidad del complejo suelo, tanto en la disponibilidad de nutrientes como en el desarrollo de las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Y considerando que la composta libera en el tiempo más nutrientes, esta podría ser más económica en el tiempo y además los ingredientes para elaborarla son más fáciles de obtener en el mismo sistema finca que los otros dos (bocashi y lombrabono), por ejemplo para bocashi se requiere obtenerlos fuera del sistema y para lombrabono tener un subsistema animal para obtener estiércol.

5. CONCLUSIONES

1. La aplicación de los abonos orgánicos disminuyó la densidad aparente del suelo dando un incremento de 6.42% en la porosidad, que favorece a una mayor aireación y desarrollo de cultivos.
2. El análisis cromatográfico mostró una alta disponibilidad de nutrientes favorecido por la aplicación de los abonos orgánicos y la actividad biológica del suelo, y siendo esta última mayor con los tratamientos de composta + bocashi y composta + lombriabono que con la aplicación de solo composta, que se ve reflejada en la zona 2 o mineral y la zona 4 o enzimática de los cromas, y a la vez se corrobora con los resultados del desarrollo y rendimiento de los cultivos.
3. El tratamiento de composta+bocashi provocó el mayor desarrollo fisiológico en altura de planta, diámetro de cobertura foliar, peso de follaje y peso de bulbo en los cultivos de calabacín, espinaca y remolacha respectivamente, reflejándose en un incremento de los rendimientos comparados con la composta + lombriabono o solo composta en los cultivos espinaca, remolacha, lechuga y calabacín, sin embargo composta + Lombriabono favorece el aumento en diámetro de cobertura foliar en lechuga y peso de fruto en calabacín, aunque no es estadísticamente significativo ($p \leq 0.01\%$) comparados con los otros tratamientos, por lo que la aplicación de solo composta no es suficiente cuando se inicia un sistema de producción biointensiva para obtener rendimientos satisfactorios en los cultivos.
4. La aplicación de los principios del método de cultivo biointensivo: doble excavación, abonamiento orgánico, siembra cercana y la diversificación de cultivos, favorecen la formación de un sistema agrícola con condiciones ecológicas menos vulnerable a las plagas y enfermedades, lo cual se refleja en la no pérdida de plantas y en los rendimientos de los cultivos.
5. A pesar de que hay una mayor inversión con los tratamientos combinados que con la composta sola, resulta una mayor relación beneficio - costo (\$2.09) con la combinación composta + bocashi, debido a la mayor efectividad del bocashi en el aporte nutricional al suelo y a las plantas, sin embargo la composta sola en el tiempo puede llegar a suplir los nutrientes necesarios para los cultivos y ser más económico.

6. RECOMENDACIONES

1. Continuar con la evaluación de diferentes dosis, formas y momentos de aplicación de los abonos orgánicos estudiados de acuerdo a suelos, ambientes climáticos y recursos de los productores para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.
2. Promover el método de cultivo biointensivo con el propósito de mejorar la fertilidad de los suelos e incrementar la diversificación de cultivos, para una seguridad alimentaria de las familias rurales, que garantice la disponibilidad, accesibilidad, aceptabilidad, consumo de alimentos y utilización biológica.
3. Realizar investigaciones con otros cultivos de interés nutricional utilizando el método de cultivo biointensivo para ampliar el abanico de cultivos en el sistema hortícola y cumplir con una dieta nutricional familiar adecuada.
4. Evaluar la aceptabilidad del método de cultivo biointensivo a nivel de productores, comunidades y familias rurales con terreno propio.

7. BIBLIOGRAFIA.

Aguirre Castro, CA; López Landaverde, RA. 2009. Guía de campo para la caracterización de suelos. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 12 p.

Aguirre Castro, CA. 2010. Guía de cromatografía de suelos. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 5 p.

Altamirano, C. 2009. Establecimiento y evaluación de diez especies hortícolas en huertos familiares en dos comunidades de la parroquia licto. Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 29p.

Amador, R; Santillán, R. 1997. Curso-Taller sobre: Agricultura Orgánica. Zamorano, HO, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. p.1, 20, 30, 54.

Amador, MP; Cussianovich, T; Saravi. 2002. Aproximación de la oferta centroamericana de productos orgánicos y situación de los mercados: Regional. San José, CR. 36 p.

Bocashi. s.f. Ventajas del bocashi. (en línea). s.l. Consultado 5 oct. 2009. Disponible en http://www.helviobh.googlepages.com/BOCASHI_-_SOLSOL.pp.

Carpio, B. 2007. Proyecto Arco Iris. Plan producción arco iris, Izalco, SV. P 8.

Chadwick, A. s.f. Método de cultivo Biointensivo. (en línea). s.l. Consultado 26 mayo 2010. Disponible en <http://www.cultivobiointensivo.net>.

CENTA (Centro Nacional de Transferencia Agropecuaria y Forestal, SV). 2002. Agricultura Sostenible en El Salvador. San Salvador, SV. s.e. 5 p.

DGEA (División General de Economía Agropecuaria, SV); MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV). 2002. Cultivo de hortalizas y consumo en el país. San Salvador, SV. s.e. 10 p.

Díaz, R; Suárez, A. 2000. Evaluación de tres dosis de bocashi en el cultivo de lechuga tipo romana en la Esperanza. (en línea). s.l. FHIA. Consultado 28 mar 2011. Disponible en http://www.fhia.org.hn/dowloqde/...Inf-Tec-la-esperanza_2000.pdf.

Eco Base. 2008. Manual de campo del método de cultivo biointensivo. (en línea). s.l. Consultado 1 oct 2009. Disponible en <http://www.cultivobiointensivo.net>.

El calabacín es una variedad. s.f. (en línea). s.l. Consultado 18 agost 2011. Disponible en <http://www.regmurcia.com>.

Espinaca virofly (Spinacia oleracea). 2010. (en línea). s.l. Consultado 18 agost 2011. Disponible en <http://www.elsemillero.es/product-info>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, IT). 2006. Estado de la seguridad alimentaria y nutricional en El Salvador. (en línea). San Salvador, SV. Consultado 5 feb 2010. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/iniciativa/pdf/sames.pdf>.

Fundación MCCH (Fundación Maquita Cushunchic EC). s.f. Fertilización orgánica. Quito, EC, s.e. 11 p.

García, M. 2005. Cría de la lombriz de tierra: una alternativa ecológica y rentable. Bogotá, CO, Fundación Hogares Juveniles Campesinos. 105 p.

Gómez, A; Lázaro, G; León, JA. 2008. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Raphanus sativus*) en huertos biointensivos. Tesis. Ing. Agr. Tabasco, MX, UJAT. 10 p.

González, E. s.f. Fundamentos para el cultivo de lombriz roja californiana. (en línea). s.l. SENA. Consultado 26 mayo 2010. Disponible en <http://www.graeco.iespana.es>

Guerra, S; Kumakura, Y, 2008. Guía practica para la producción de abonos y extractos naturales. Santo Domingo, RD. IDIAF. 56p.

Guía de Hortalizas y Verduras. s.f. (en línea). s.l. consultado 18 agost. 2011. Disponible en <http://www.verduras.consumer.es>

Guzmán, N. s.f. Agricultura Orgánica en El Salvador: situación actual e impacto. (en línea). sl. GTZ. Consultado 26 mayo 2010. Disponible en http://www.gtz.de/en/dokumente/sp-sl_Agricultura-Organica.pdf

Hernández, R; Rodríguez, R. 1994. Agricultura sostenible: Inventario Tecnológico, 1994. Nueva San Salvador, SV, Plan Internacional La Libertad. p. 15-16.

Historia de la Agricultura Orgánica Ecológica. 2010. (en línea). s.l. Consultado 10 mayo. 2010. Disponible en <http://ganaderiasorganicas.blogcindario.com/.../00036-historia-de-la-agricultura-ecologica.html>.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, PE). 2008. Producción y uso del humus de lombriz. Lima, PE, INIA. 11 p.

Jarquín, DG. 2003. Efecto de la educación alimentaría nutricional del componente de huertos familiares del proyecto de seguridad alimentaría en el conocimiento y el patrón

alimentario de las familias de tres comunidades de Usulután en el periodo de enero a julio 2002. Tesis. Lic. En Nutrición y Dietas. San Salvador, SV, UES. 53 p.

Jeavons, S; Torres, MB; Martínez, JM. 2006. Método de mini cultivo biointensivo sustentable. 6ed. California US. 247p.

Lechuga blackseeded Simpson. s.f. (en línea). s.l. Consultado 18 agosto 2011. Disponible en http://www.semicol.co/.../lechuga...simpson/flypage_new.tpl.html

Legall, J. s.f. Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales. Nicaragua, Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí Francisco Luis Espinoza. 17 p.

López, JD; Díaz, A; Martínez, E; Valdez, RD. 2001. Abonos Orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. (en línea).Chapingo, MX. Universidad Autónoma Chapingo. Consultado 28 marzo 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57319401>.

MAG (Ministerio de Agricultura, SV). 2009. IV Censo Agropecuario 2007-2008. (en línea). El Salvador. Consultado 25 agosto 2011. Disponible en <http://www.digestyc.gob.sv/BoletinIPC/Resumen%20de%20Resultados.pdf>

Mancilla, S. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de la espinaca (*Spinacea oleracea L.*) bajo invernadero en amica- Oruro. Tesis. Ing. Agr. Universidad técnica de Oruro. 83 p.

Manejo de la fertilidad del suelo. s.f. (en línea). Perú. Consultado 02 feb. 2010. Disponible en http://www.cooperacion-suiza.admin.ch/peru/.../resource_es_97814.pdf.

Matheus, L; Graterol, B; Simancas, G. 2007. Agricultura Andina: Efecto de diferentes abonos orgánicos y su correlación con bioensayos para estimar nutrientes disponibles. (en línea). Venezuela. Consultado 14 mar 2012. Disponible en <http://www.saber.ula.pdf>

Molina, B. 2004. Situación, tendencias y oportunidades de la cadena de valor de hortalizas en El Salvador. San Salvador, SV. Technoserve-Banco Multisectorial de Inversiones. 32 p.

Morris, D. s.f. Abonos Orgánicos. (en línea). Buenos Aires, AR, INTA. Consultado 25 mayo 2010. Disponible en http://www.inta.gov.ar/bordenave/info/indices/.../abono_organico.pdf.

Obrego, P. 2001. Preparación de Fertilizantes a partir de Residuos Orgánicos. Ventajas del uso del abono. (en línea). Perú, CEAR. Consultado 25 mayo 2010. Disponible en http://bpa.peru-v.com/abono_organico.htm.

OEA; IICA. 1992. Síntesis del diagnostico socio-económico de la región fronteriza del Trifinio. (en línea) s.l. Consultado 21 julio 2011. Disponible en [http://ubicación_geografica_files/información del TRIFINIO.htm](http://ubicación_geografica_files/información_del_TRIFINIO.htm)

Payán, F. 2010. El manejo de la materia orgánica del suelo en sistemas sustentables de producción orgánica (diapositivas). San Salvador, SV. s.e. 28 Diapositivas.

Propiedades nutritivas de la remolacha. 2007 (en línea). s.l. Consultado 18 agosto 2011. Disponible en <http://www.propiedadesalimentos.jaimaalkauzar.es>

Qué son los abonos orgánicos s.f.(en línea).s.l..Consultado 30 agost. 2011. Disponible en http://www.happyflower.com.mx/Guía/07_abonosOrgánicos.htm

Ramírez, R; Restrepo, R. s.f. Evaluación de la aplicación del abono tipo bocashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del municipio de marinilla, Antioquia. (en línea). Medellín CO. Universidad Nacional de Colombia-Medellín. Consultado 28 marzo 2012. Disponible en <http://www.unalmed.edu.co>.

Raíz globosa y suave con color morado profundo. s.f. (en línea). s.l. Consultado 18 agosto 2011. Disponible en <http://www.innovaseeds.com.pdf>

Restrepo, J. 2007. Manual Práctico el A, B, C de la agricultura orgánica y harina de roca. Managua, NI. PRINTEX. 260 p.

Rico, M. 1974. Mapa pedológico de El Salvador. San Salvador, SV. UES. Escala 1:300,000. Color.

_____. 1975. Nuevas clasificaciones de suelo en El Salvador. San Salvador, SV. UES. 47 p

Soto, G. 2003. Agricultura Orgánica: Una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Turrialba, CR. Multiprint. p. 21-22.

Toral, J. 2005. Niveles de fertilización orgánica mediante vermicomposta en el cultivo de IJamaica. (en línea). México, CUCBA. Consultado 25 jun 2010. Disponible en <http://www.cucba.udg.mx/.../ToralFloresJorgeRaul/ToralFloresJorgeRaul.pdf>

Un poco de historia sobre la agricultura ecológica. s.f. (en línea).s.l. Consultado 22 abr. 2010. Disponible en [http:// www.criecv.org/es/ae/index.html](http://www.criecv.org/es/ae/index.html).

UNIVO (Universidad del Valle de Orizaba, MX). s.f. Aprendiendo: Lombricomposta vertical. (en línea). México. Consultado 25 junio. 2010. Disponible en <http://www.univo.edu.mx>.

Zaldívar, A. Siura, S.; Delgado, J. s.f. Efecto de diferentes fuentes de abonos orgánicos y urea sobre el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en La Molina. (en línea). s.l.Consultado 12 jul. 2011. Disponible en <http://www.lamolina.edu.htm>.

8. ANEXOS

Anexo 1. Guía de cromatografía de suelos

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**

**FERTILIDAD DE SUELOS
LABORATORIO N°4 CROMATOGRAFÍA DE SUELOS**

La cromatografía es un método para hacer análisis de suelos, compostas y biofertilizantes, que puede ser realizado en el campo y así conocer la salud del suelo. El propósito de esta metodología es que los agricultores sepan juzgar correctamente y evaluar la calidad biológica del suelo, abonos orgánicos y biofertilizantes en relación a la interacción entre contenido de microorganismos, materia orgánica y minerales.

Ehrenfried Pfeiffer, bioquímico Alemán, desarrolló un método de cromatografía líquida sencillo y rápido para demostrar cómo vibra verdaderamente la vida en los suelos, plantas y alimentos vivos, pero no en los minerales inorgánicos, en las sustancias químicas y en las vitaminas sintéticas, que no viven. Este procedimiento no requiere de equipo completo de los laboratorios químicos corrientes, sino que necesita únicamente discos circulares de papel filtro de 15 centímetros de diámetro, con un pequeño agujero en el centro, donde se inserta una mecha (del mismo papel filtro). Se colocan en cajas petri para cultivos microbiológicos, en los cuales hay pequeños crisoles que contienen una solución de 0.5% de nitrato de plata. Esta solución sube por la mecha y se extiende sobre los discos hasta 4 centímetros del centro.

En los dibujos concéntricos de brillantes colores, ha logrado Pfeiffer descubrir por deducción nuevos secretos de la vida. Probando la vitamina natural C de productos como los carnosos frutos de las rosas, observó que su vitalidad era mucho más fuerte que la de la vitamina C artificial, o ácido ascórbico.

Poco antes de morir, Pfeiffer indicó en su folleto *Chromatography Applied to Quality Testing* (La cromatografía aplicada a las pruebas de calidad) que Goethe había formulado hacia 150 años una verdad de la mayor importancia en relación con el reconocimiento de los valores biológicos naturales: El todo es más que la suma de sus partes. "Esto quiere decir - escribía Pfeiffer -, que un

organismo o entidad natural contiene factores que no pueden ser reconocidos ni demostrados cuando se divide en sus partes componentes por el análisis.

OBJETIVOS:

- Analizar el estado de salud del suelo utilizando el método de cromatografía líquida para conocer el grado de integración de los componentes del suelo.
- Conocer el grado de descomposición de abonos orgánicos y biofertilizantes utilizando muestras de estos para determinar el momento oportuno de su aplicación.

Equipo y Materiales:

- balanza semi-analítica.
- Tamiz de 0.5 mm. (colador)
- Erlenmeyer (vasosplásticostrasparentes)
- Mortero.
- Beaker.
- Cajas petri.
- Papel filtro watman #1, 4, 41 en círculos.
- Muestras de suelo seco al aire.
- Reactivo
- Agua destilada o agua lluvia.
- Solución de soda cáustica al 1% (hidróxido de sodio)
- Solución de nitrato de plata al 0.5%

Preparación de reactivos:

1- Preparación de solución de nitrato de plata 0.5%

Pesar 0.5 gr. de nitrato de plata, colocar en un erlenmeyer y agregar 100cc. De agua. Agitar la solución y luego depositar la solución en un frasco de vidrio oscuro. Elaborar esta solución para el uso del día debido a que es un material que reacciona con la luz.

2- Preparación de solución de soda cáustica al 1%:

Pesar 1 gr. de hidróxido de sodio y colocarlo en un erlenmeyer que contiene 100 ml. De agua destilada o agua lluvia. Agitar hasta que se desarrolle la

dilución de los cristales del hidróxido de sodio. La cantidad a elaborar de esta solución dependerá de la cantidad de muestra analizar.

Procedimiento para el análisis Cromatográfico:

A. Preparación de muestra de suelo

1. Secar muestra de suelo al aire, preferiblemente a la sombra.
2. Triturar la muestra de suelo seco y tamizarlo con un tamiz de 0.5 mm. o un colador fino si se realiza el análisis en campo.
3. Pesar en balanza semianalítica 5 gr. de suelo seco y depositarlo en erlenmeyer de 250 mm. Previamente rotulado (o vasos plásticos transparentes) y aplicar 50 cc. de solución de hidróxido de sodio.
4. Realizar la agitación de la solución con muestra en tres momentos:
 - a) Cero minutos.
 - b) Quince minutos.
 - c) Sesenta minutos.

La agitación del erlenmeyer se realiza haciendo movimientos circulares, seis veces a la izquierda, seis veces a la derecha y nuevamente seis veces a la izquierda o viceversa. Dejar en reposo por seis horas.

Finalizado el tiempo de reposo de la muestra, con una jeringa, tomar el líquido sobrenadante procurando no provocar turbidez del sedimento de suelo y colocar dicha solución en el recipiente preparado para esta función.

B. Preparación de papel filtro

1. Con un círculo de papel filtro numero 4 se elabora un patrón de la siguiente forma: marcar el centro con un alfiler o aguja y con una regla graduada marcar con lápiz 4 cm. y 6 cm. desde el centro.
2. Con el patrón marcar el resto de papeles filtro utilizando agujas.
3. En la marca central de cada papel abrir un agujero con un perforador.
4. Cortar papel filtro de un tamaño de 2x2 cm de lado y con este enrollándolo se forma una mecha para colocarla en el agujero del papel filtro perforado.

C. Impregnado de papel filtro con solución de nitrato de plata

1. Preparar caja de petri en el cual se coloca otro recipiente en el que contiene solución de nitrato de plata.

2. Colocar el papel filtro sobre la solución de nitrato de plata, procurando que la mecha quede en contacto con la solución y vertical. Dejar impregnar de solución hasta la marca de los 4 cm., luego retirar papel filtro procurando no tocar el área de mojado con los dedos, tomándolo de las áreas secas y quitar la mecha con cuidado haciéndola rotar.
3. Colocar el papel filtro impregnado entre dos pedazos de papel higiénico del tamaño del círculo y luego colocarlo entre dos hojas de papel bond.
4. Preparar una caja para formar una cámara oscura, la cual puede ser de madera, o una maleta o hielera de durapax., colocando dentro de esta caja los papeles con papel filtro impregnado para su secado. Cerrar las cajas con el propósito de evitar el contacto de papel con la luz.
5. Dejar secar el papel por 8 horas.

D. Análisis de muestra:

1. Al igual que en el impregnado de papel filtro con solución de nitrato de plata, colocar dentro de una tapadera de caja petri otro recipiente en el que se agrega el líquido sobrenadante de la muestra extraído con jeringa en la última fase de la preparación de la muestra.
2. De la cámara oscura tomar un papel filtro impregnado con nitrato de plata (cerrar la caja para evitar la entrada de luz), procurando hacerlo con las manos limpias y sin tocar el área de impregnado. Luego colocar una mecha de papel filtro en el centro del papel y colocarlo sobre la solución extractora del suelo con sumo cuidado. Dejar correr la solución extractora en el papel filtro hasta antes de la marca de 6 cm.
3. Retirar el papel filtro de la solución extractora, quitar la mecha y poner a secar el papel filtro, exponiéndolo a la luz solar por un periodo no menor de 2 horas.

E. Interpretación de resultados

El propósito de este método es obtener una fotografía de la vida o salud del suelo y su principio está fundamentado en la utilización de nitrato de plata como un revelador que muestra con detalle la presencia de los componentes del suelo o abonos o biofertilizantes.

Los detalles que muestra la revelación son cuatro zonas que corresponden a lo siguiente:

Zona 1: esta puede ser blanco la cual está en función de la presencia del nitrógeno que puede ser bien marcado o difuso.

Zona 2: es una zona mineral que se dibuja con huellas de ramificaciones que asemejan a pinos.

Zona 3: es una zona proteica de color café en diferentes grados dependiendo de la concentración de proteínas presentes en el suelo.

Zona 4: es una zona que se presenta como nubes que revela presencia de enzimas y cuando los minerales del suelo se integran a las enzimas se dibuja en esta zona picos.

La expresión de esta revelación del cromatograma asemeja a los girasoles, mostrándose una belleza estructural dependiendo de la riqueza de la vida del suelo o degradación del mismo.

Los colores en los cromas se clasifican en deseados y no deseados.

Deseados: amarillo, dorado, naranja, verde, rojizo.

No deseados: azules, grises, lilas, morados, marrones, marrones oscuros o negros, cenizos.

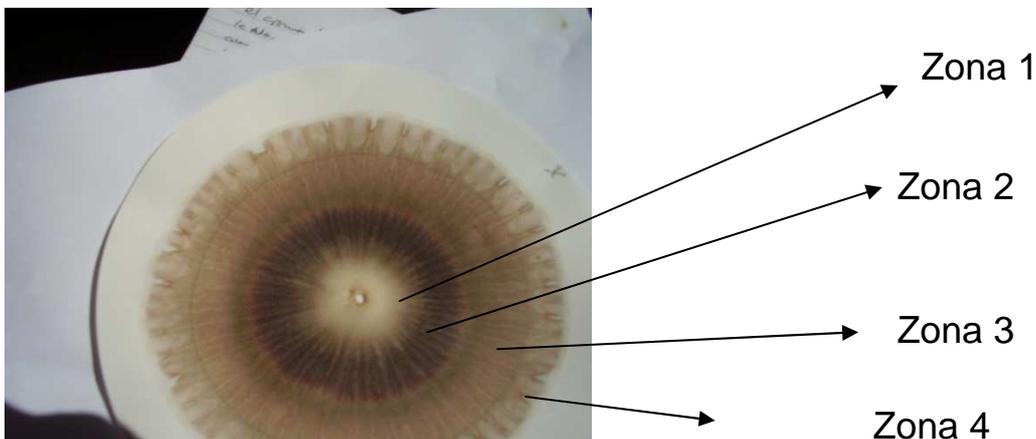
Evolución de los minerales

Cuando el primer círculo interno es color blanco difuso se considera como bueno.

Cuando los minerales del segundo círculo interno son en forma radial se considera no deseable.

Cuando los radios que se forman en el segundo círculo mineral tienden a formar imágenes de pino es bueno.

Cuando los radios de los minerales llegan hasta la zona enzimática y forman picos significa, una buena calidad de integración mineral.



Cuadro A-1. Repelentes utilizados en el proyecto y sus respectivas dosis.

Insecticida o repelente	Cantidad de solución madre	Cantidad de agua	Frecuencia de aplicación
ajo y vinagre	60 ml	12 lts	cada 2 días
m5	60 ml	12 lts	cada 5 días
caldo sulfocalcico	75 ml	12 lts	una sola aplicación
nim	36 ml	12 lts	cada 3 días

Cuadro A-2. ANVA de la variable altura de planta de calabacín.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	156.93	78.46	1.04	0.43
Tratamiento	2	28.29	14.14	0.19	0.84n/s
Error	4	302.69			
Total	8	487.90			

Cuadro A-3. ANVA de la variable diámetro de cobertura foliar del cultivo de calabacín.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	179.13	89.56	1.59	0.31
Tratamiento	2	148.74	74.37	1.32	0.31n/s
Error	4	225.37			
Total	8	553.24			

Cuadro A-4. ANVA de la variable cantidad de frutos del cultivo de calabacín.

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	43.56	21.78	1.54	0.32
Tratamiento	2	89.56	44.78	3.17	0.15n/s
Error	4	56.44			
Total	8	189.56			

Cuadro A-5. ANVA de la variable largo de fruto de calabacín.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	0.23	0.11	0.09	0.92
Tratamiento	2	2.56	1.28	1.02	0.44n/s
Error	4	5.04			
Total	8	7.83			

Cuadro A-6. ANVA de la variable diámetro de fruto de calabacín.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	0.28	0.14	3.67	0.12
Tratamiento	2	0.13	0.06	1.67	0.3n/s
Error	4	0.15			
Total	8	0.56			

Cuadro A-7. ANVA de la variable peso de fruto de calabacín.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	5369,37	2684,69	1,42	0,34
Tratamiento	2	838,81	419,4	0,22	0,81n/s
Error	4	7585,81			
Total	8	13794,00			

Cuadro A-8. ANVA de la variable altura en el cultivo de espinaca.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	14.64	7.32	1.83	0.27
Tratamiento	2	132.51	66.26	16.58	0.01**
Error	4	15.99			
Total	8	163.14			

Cuadro A-9. ANVA de la variable diámetro de cobertura foliar de espinaca.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	19.10	9.55	12.45	0.02
Tratamiento	2	47.30	23.65	30.84	0.00**
Error	4	3.07			
Total	8	69.47			

Cuadro A-10. ANVA del Peso de follaje del cultivo de espinaca.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	20.74	10.37	0.19	0.83
Tratamiento	2	1053.44	526.72	9.72	0.03**
Error	4	216.76			
Total	8	1290.94			

Cuadro A-11. ANVA de la variable altura del cultivo de lechuga.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	8.84	4.42	12.64	0.02
Tratamiento	2	10.30	5.15	14.74	0.01**
Error	4	1.40			
Total	8	20.54			

Cuadro A-12. ANVA de la variable diámetro de cobertura foliar del cultivo de lechuga.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	157.52	78.76	1.71	0.29
Tratamiento	2	216.28	108.14	2.34	0.21n/s
Error	4	184.48			
Total	8	558.28			

Cuadro A-13. ANVA de la variable peso de planta del cultivo de Lechuga.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	31982.61	15991.3	5.77	0.07
Tratamiento	2	43371.43	21685.72	7.83	0.04*
Error	4	11076.76			
Total	8	86430.80			

Cuadro A-14. ANVA de la variable altura de planta del cultivo de remolacha.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	62.66	31.33	3.60	0.13
Tratamiento	2	179.98	89.99	10.34	0.03**
Error	4	34.82			
Total	8	277.46			

Cuadro A-15. ANVA de la variable diámetro cobertura foliar del cultivo de remolacha.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	26.58	13.29	9.73	0.03
Tratamiento	2	134.47	67.23	49.22	0.00**
Error	4	5.46			
Total	8	166.51			

Cuadro A-16. ANVA de la variable peso de bulbo del cultivo de remolacha.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	17477.81	8738.91	6.5	0.06
Tratamiento	2	38732.52	19366.26	14.4	0.01**
Error	4	5378.91			
Total	8	61589.24			

Cuadro A-17. ANVA de la variable diámetro de bulbo del cultivo de remolacha.

Fv	gl	Sc	Cm	Fc	Ft
Bloque	2	365.79	182.9	1.04	0.43
Tratamiento	2	263.51	131.75	0.75	0.53n/s
Error	4	700.58			
Total	8	1329.88			

Cuadro A-18. Contrastes ortogonales para la variable altura de espinaca

F de V	GL	SC	CM	Fcal	Ftab
C1: Comp- Combinaciones	1	120.38	120.38	30.12	0.01 **
C2:CB+CL	1	126.41	126.41	31.63	0.00**

Cuadro A-19. Contrastes ortogonales para la variable diámetro de cobertura foliar de espinaca.

F de V	GL	SC	CM	Fcal	Ftab
C1: Comp- Combinaciones	1	28.40	28.40	37.03	0.00**
C2:CB+CL	1	46.09	46.09	60.1	0.00**

Cuadro A-20. Contrastes ortogonales de la variable peso de follaje del cultivo de espinaca.

F de V	GL	SC	CM	Fcal	Ftab
C1: Comp- Combinaciones	1	910.65	910.65	16.8	0.01**
C2:CB+CL	1	142.79	142.79	2.63	0.18n/s

Cuadro A-21. Contrastes ortogonales de la variable altura de plantas de lechuga.

F de V	GL	SC	CM	Fcal	Ftab
C1: Comp- Combinaciones	1	4.98	4.98	14.26	0.01**
C2:CB+CL	1	9.53	9.53	27.26	0.01**

Cuadro A-22. Contrastes ortogonales de la variable peso de planta de lechuga.

F de V	GL	SC	CM	Fcal	Ftab
C1: Comp- Combinaciones	2	43371.43	21685.72	7.83	0.04**
C2:CB+CL	2	31982.61	15991.3	5.77	0.06n/s

Cuadro A-23. Contrastes ortogonales de la variable altura de planta de remolacha.

F de V	GL	SC	CM	Fcal	Ftab
C1: Comp- Combinaciones	2	119.5	59.75	43.75	0.00**
C2:CB+CL	2	14.09	7.04	5.16	0.07n/s

Cuadro A-24. Contrastes ortogonales de la variable diámetro de cobertura foliar de remolacha.

F de V	GL	SC	CM	Fcal	Ftab
C1: Comp- Combinaciones	1	109.57	109.57	465.5	0.00**
C2:CB+CL	1	2.44	2.44	10.39	0.03**

Cuadro A-25. Contrastes ortogonales de la variable peso de bulbo de remolacha.

F de V	GL	SC	CM	Fcal	Ftab
C1: Comp- Combinaciones	1	33365.47	33365.47	24.81	0.00**
C2:CB+CL	1	5367.05	5367.05	3.99	0.11 n/s

Cuadro A-26. Costos de una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta.

Actividad	Material e Insumo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Costo Total \$
Siembra	Bandejas	unidad	953	1.75	1667.75
	Macetas de 5 cm ³	unidad	4900	0.60	2940.00
	Semilla de Calabacín	Libra	6	31.25	187.50
	Semilla de Espinaca	Libra	28	36.48	1021.44
	Semilla de Lechuga	onza	8	2.94	23.52
	Semilla de Remolacha	Libra	23	31.70	729.10
	Sustrato	QQ	110	5.00	550.00
	Regadera	unidad	2	5.00	10.00
	Mano de Obra	Día/hombre	21	5.00	105.00
Preparación de camas	Cumas	unidad	15	3.00	45.00
	Bieldo	unidad	15	20.00	300.00
	Pala	unidad	15	5.00	75.00
	Rastrillo	unidad	15	3.50	52.50
	Cubeta	unidad	15	1.00	15.00
	Sistema de riego	unidad	1	2000.00	2000.00
	Mano de Obra	Día/hombre	201	5.00	1005.00
Trasplante	Palín	unidad	5	3.00	15.00
	Mano de Obra	Día/hombre	10	5.00	50.00
Abono	Composta	QQ	1212	5.00	6060.00
Manejo de cultivo	Mano de Obra	Día/hombre	60	5.00	300.00
	Nim	litro	3	46.00	138.00
Cosecha	Mano de Obra	Día/hombre	30	5.00	150.00
	Javas	unidad	25	5.00	125.00
	Balanza	unidad	2	25.00	50.00
	Tijeras de Podar	unidad	2	2.50	5.00
Costo Total \$					17619.81

Cuadro A-27. Costos de una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta+ bocashi.

Actividad	Material e Insumo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Costo Total \$
Siembra	Bandejas	unidad	953	1.75	1667.75
	Macetas de 5 cm ³	unidad	4900	0.60	2940.00
	Semilla de Calabacín	Libra	6	31.25	187.50
	Semilla de Espinaca	Libra	28	36.48	1021.44
	Semilla de Lechuga	onzas	8	2.94	23.52
	Semilla de Remolacha	Libra	23	31.70	729.10
	Sustrato	QQ	110	5.00	550.00
	Regadera	unidad	2	5.00	10.00
	Mano de Obra	Día/hombre	21	5.00	105.00
Preparación de camas	Cumas	unidad	15	3.00	45.00
	Bieldo	unidad	15	20.00	300.00
	Pala	unidad	15	5.00	75.00
	Rastrillo	unidad	15	3.50	52.50
	Cubeta	unidad	15	1.00	15.00
	Sistema de riego	unidad	1	2000.00	2000.00
	Mano de Obra	Día/hombre	201	5.00	1005.00
Trasplante	Palín	unidad	5	3.00	15.00
	Mano de Obra	Día/hombre	10	5.00	50.00
Abono	Composta	QQ	1212	5.00	6060
	Bocashi	QQ	141	5.00	705.00
	Mano de Obra	Día/hombre	10	5.00	50.00
Manejo de cultivo	Mano de Obra	Día/hombre	60	5.00	300.00
	Nim	litro	3	46.00	138.00
Cosecha	Mano de Obra	Día/hombre	30	5.00	150.00
	Javas	unidad	25	5.00	125.00
	Balanza	unidad	2	25.00	50.00
	Tijeras de Podar	unidad	2	2.50	5.00
Costo Total \$					18374.81

Cuadro A-28. Costos de una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta + lombriabono.

Actividad	Material e Insumo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario \$	Costo Total \$
Siembra	Bandejas	unidad	953	1.75	1667.75
	Macetas de 5 cm ³	unidad	4900	0.60	2940.00
	Semilla de Calabacín	Libra	6	31.25	187.50
	Semilla de Espinaca	Libra	28	36.48	1021.44
	Semilla de Lechuga	onzas	8	2.94	23.52
	Semilla de Remolacha	Libra	23	31.70	729.10
	Sustrato	QQ	110	5.00	550.00
	Regadera	unidad	2	5.00	10.00
	Mano de Obra	Día/hombre	21	5.00	105.00
Preparación de camas	Cumas	unidad	15	3.00	45.00
	Bieldo	unidad	15	20.00	300.00
	Pala	unidad	15	5.00	75.00
	Rastrillo	unidad	15	3.50	52.50
	Cubeta	unidad	15	1.00	15.00
	Sistema de riego	unidad	1	2000.00	2000.00
	Mano de Obra	Día/hombre	201	5.00	1005.00
Trasplante	Palín	unidad	5	3.00	15.00
	Mano de Obra	Día/hombre	10	5.00	50.00
Abono	Composta	QQ	1212	5.00	6060.00
	Lombriabono	QQ	264	12.00	3168.00
	Mano de Obra	Día/hombre	10	5.00	50.00
Manejo de cultivo	Mano de Obra	Día/hombre	60	5.00	300.00
	Nim	litro	3	46.00	138.00
Cosecha	Mano de Obra	Día/hombre	30	5.00	150.00
	Javas	unidad	25	5.00	125.00
	Balanza	unidad	2	25.00	50.00
	Tijeras de Podar	unidad	2	2.50	5.00
Costo Total \$					20837.81

Cuadro A-29. Ingresos de la venta de producto cosechado en una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta

Cultivo	Producción	Unidad de venta	Precio unitario \$	Precio de Cosecha \$
Calabacín	34582	unidad	0.35	12103.70
Remolacha	38178	unidad	0.25	9544.50
Espinaca	1108	Libra	0.75	831.00
Lechuga	23634	unidad	0.5	11817.00
Ingresos Totales \$				34296.20

Cuadro A-30. Ingresos de la venta de producto cosechado en una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta+ bocashi.

Cultivo	Producción	Unidad de venta	Precio unitario \$	Precio de Cosecha \$
Calabacín	41370	Unidad	0.35	14479.50
Remolacha	38178	Unidad	0.25	9544.50
Espinaca	3435	Libra	0.75	2576.25
Lechuga	23634	Unidad	0.5	11817.00
Ingresos Totales \$				38417.25

Cuadro A-31. Ingresos de la venta de producto cosechado en una hectárea cultivada biointensivamente y tratada con composta+ lombriabono.

Cultivo	Producción	Unidad de venta	Precio unitario \$	Precio de Cosecha \$
Calabacín	35229	Unidad	0.35	12330.15
Remolacha	38178	Unidad	0.25	9544.50
Espinaca	2614	Libra	0.75	1960.50
Lechuga	23634	Unidad	0.5	11817.00
Ingresos totales \$				35652.15

Figura A-1. Diagrama de las camas de siembra con asociación de cultivos y tratamientos





Figura A-2 Proyecto de Investigación



Figura A-3 Principio de la doble excavación



Figura A-4. Cama de siembra terminada



Figura A-5. Distanciamiento al tres bolillo



Figura A-6. Plantín de lechuga



Figura A-7. Siembra al tres bolillo



Figura A-8. Siembra de calabacín



Figura A-9. Camas de siembra



Figura A-10. Cultivo de Lechuga.



Figura A-11. Bulbo de remolacha



Figura A-12. Comparación de lechuga por tratamientos.



Figura A-13. Comparación de frutos de calabacín por tratamientos.



Figura A-14. Comparación de bulbos de remolacha por tratamiento.



figura A-15 Cultivo de espinaca tratado con Composta+ lombricabono.



Figura A-16. Comparación de follaje de espinaca por tratamientos



Figura A-17. Perfil del suelo donde se realizó el proyecto.

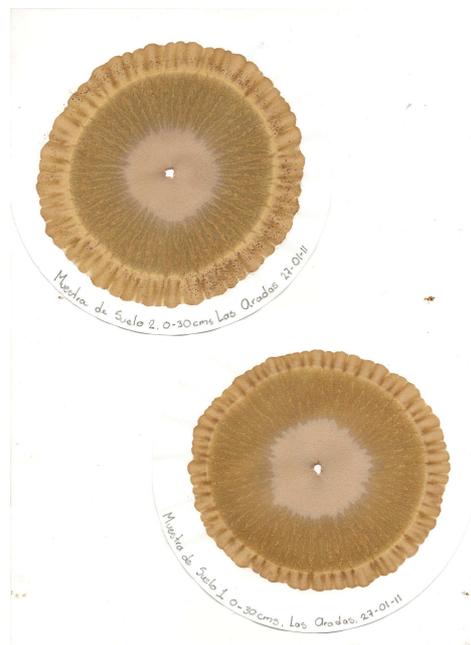


Figura A-18. Cromatogramas de suelo

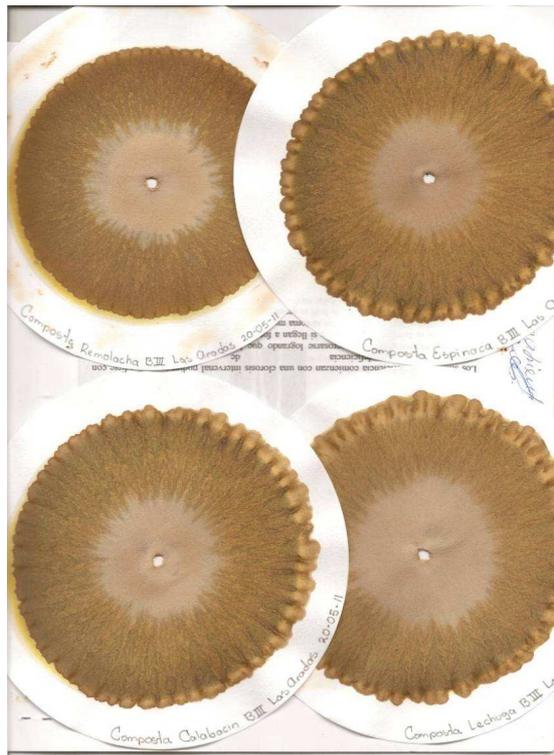


Figura A-19. Cromatogramas de suelo tratado con composta.

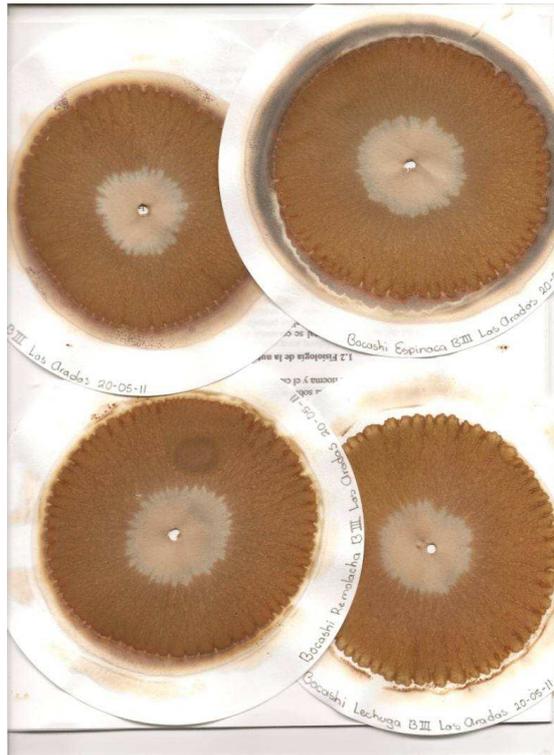


Figura A-20. Cromatogramas de suelo tratado con composta mas bocashi



Figura A-21. Cromatogramas de suelo tratado con composta más lombriabono.

Anexo 2. Resultados de análisis químico de suelos y abonos utilizados en el proyecto.



**LABORATORIO DE
SERVICIOS ANALÍTICOS**
SECCIÓN SUELOS
RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS



N° Informe : 601
Finca : 17773 S/N
Cantón : LAS PILAS
Municipio : SAN IGNACIO
Departamento: CHALATENANGO
Propietario : AGUSTIN WENCESLAO DIAZ
Dirección : CASERIO LAS ARADAS, CANTON LAS PILAS, CHALATENANGO, 22355413

Pág. 1 / 1

FECHAS:
Recepción : 30/03/2011
Análisis : 07/04/2011
Emisión : 07/04/2011

Nombre del Tablón	Prof (cm.)	Sitio Muest.	N° Correl	Text. Tacto	pH	(ppm)		(meq / 100 cc)			Σ	
						P	K	Ca	Mg	Al		AcT
MUESTRA 1	0-20	Banda	2027	C.	4.0	23.7	383	7.7	1.11	1.5	7.5	6.61
MUESTRA 2	0-20	Banda	2028	F.C.A.	4.0	15.8	365	5.8	0.94	1.9	8.3	6.39
COMPOSTA	0-20	Banda	2029	P.A.	6.1	21.5	125	13.4	4.77	0.1	1.2	2.26
BOCASHI	0-20	Banda	2030	P.C.A.	7.1	151.4	692	8.2	7.43	0.1	0.7	4.45
LOMBRIABONO	0-20	Banda	2031	A.	7.4	50.7	671	7.9	4.26	0.1	0.5	4.86



Coordinador Laboratorio Servicios Analíticos

NOTA ACLARATORIA: El resultado del análisis corresponde a la muestra enviada por usted(es) a este Laboratorio. El muestreo es responsabilidad del usuario. La metodología utilizada es exclusiva para fines agrícolas. El Laboratorio no autoriza la reproducción parcial sin la debida autorización por escrito.

VER METODOLOGÍA DE ANÁLISIS AL REVERSO

Avenida Manuel Gallardo y 13 Calle Poniente, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A. PBX.: (503) 2288-3088. Fax: (503)2228-0669.
E-mail: info@procafe.com.sv • www.procafe.com.sv

07/04/2011
09:59:51

FUNDACION PROCAFE
S.I.I.T.T.
MODULO DE SERVICIOS ANALITICOS
RESULTADOS DE ANALISIS ESPECIALES

Pag. # 1

Nombre Analisis Valor Clasificac.
=====

Código Informe : 601
Código Finca : 17773 S/N
Propietario : DIAZ AGUSTIN WENCESLAO

Muestra # : 2027
Código Tablón : 1 MUESTRA 1
Profundidad : 0-20 Sitio Muestreo : Banda
NITROGENO TOTAL (%) 0.378

Muestra # : 2028
Código Tablón : 2 MUESTRA 2
Profundidad : 0-20 Sitio Muestreo : Banda
NITROGENO TOTAL (%) 0.399

Muestra # : 2029
Código Tablón : 3 COMPOSTA
Profundidad : 0-20 Sitio Muestreo : Banda
NITROGENO TOTAL (%) 1.910

Muestra # : 2030
Código Tablón : 4 BOCASHI
Profundidad : 0-20 Sitio Muestreo : Banda
NITROGENO TOTAL (%) 2.264

Muestra # : 2031
Código Tablón : 5 LOMBRIABONO
Profundidad : 0-20 Sitio Muestreo : Banda
NITROGENO TOTAL (%) 1.693



– Anexo 3. Tabla de interpretación de análisis de suelo.

3

 FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL CAFÉ "PROCAFE"						
TABLA DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELO						
NIVELES	Partes por millon (ppm)		Miliequivales/100 gramos (meq/100 gr)			Porcentaje (%)
	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Aluminio (Al)	Materia Orgánica (M.O.)
BAJO	< 20	< 200	< 5	< 0.82	< 0.7	< 2.1
OPTIMO	20 a 45	200 a 282	5 a 11.25	0.82 a 1.85	0.7 a 1.2	2.1 a 5.7
EXCESIVO	> 45	> 282	> 11.25	> 1.85	> 1.2	> 5.7
Partes por millon (ppm)						
NIVELES	Hierro (Fe)	Cobre (Cu)	Zinc (Zn)	Manganeso (Mn)	Boro (B)	Azufre (S)
BAJO	< 20	< 3	< 6	< 10	< 0.5	< 20
OPTIMO	20 a 95	3 a 24	6 a 43	10 a 122	0.5 a 2.37	20 a 95
EXCESIVO	> 95	> 24	> 43	> 122	> 2.37	> 95

Clasificación de pH (5.5 a 6.5 es el pH adecuado)

< 4.0 Extremadamente Ácido (EA)	7.0 Neutro (N)	7.1 a 8.0 Ligeramente Alcalino (LAL)
4.1 a 4.9 Fuertemente Ácido (FA)		8.1 a 9.0 Medianamente Alcalino (MAL)
5.0 a 5.9 Medianamente Ácido (MA)		9.1 a 10.0 Fuertemente Alcalino (FAL)
6.0 a 6.9 Ligeramente Ácido (LA)		10.1 Extremadamente Alcalino (EAL)

PROCAFE, OCTUBRE 2007

NITROGENO

Mayor de 0.18%	Alto
de 0.15 a 0.18%	L. Alto
de 0.10 a 0.15%	Normal
de 0.08 a 0.10%	L. Bajo
de 0.05 a 0.08%	Bajo
menor de 0.05%	Muy bajo
Fuente: Laboratorio de PROCAFÉ 2007; Legall, J. s.f.	

