



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES

RENOVABLES

**“EFECTO DE *Azolla sp.*, EN LA PRODUCTIVIDAD Y
MEJORAMIENTO DEL SUELO EN LA GRANJA
EXPERIMENTAL YUYUCOCHA, IMBABURA”**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingenieras en Recursos
Naturales Renovables

AUTORAS:

Cadena Jojoa Silvia Anabel
Enríquez Ruiz Mercy Gabriela

DIRECTORA:

Ing. Gladys Yaguana

Ibarra – Ecuador

2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1			
Cédula de identidad:	040154487-9		
Apellidos y nombres:	Cadena Jojoa Silvia Anabel		
Dirección	El Ángel, Calle Grijalva y Quiroga		
e-mail:	silvy_cadena_@hotmail.es		
Teléfono fijo:	2977-477	Teléfono móvil:	0969627393

DATOS DE CONTACTO 2			
Cédula de identidad:	100268432-0		
Apellidos y nombres:	Enríquez Ruiz Mercy Gabriela		
Dirección	Mira, Calle Pasaje 1 y La Capilla C2-032		
e-mail:	gaby_enru@hotmail.com		
Teléfono fijo:	2280-343	Teléfono móvil:	0997884706

DATOS DE LA OBRA	
Título:	Efecto de <i>Azolla sp.</i> , en la productividad y mejoramiento del suelo en la granja experimental Yuyucocha, Imbabura
Autoras:	Cadena Jojoa Silvia Anabel Enríquez Ruiz Mercy Gabriela
Fecha:	Enero del 2013
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
Programa:	X PREGRADO POSGRADO
Título por el que opta:	Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
Directora:	Ing. Gladys Yaguana

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotras, Cadena Jojoa Silvia Anabel con cédula de ciudadanía Nro. 040154487-9 y Enríquez Ruiz Mercy Gabriela con cédula de ciudadanía Nro. 100268432-0; en calidad de autoras y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

Las autoras manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 04 de enero del 2013

LAS AUTORAS:

ACEPTACIÓN:

Silvia Cadena
040154487-9

Mercy Enríquez
100268432-0

Ing. Bethy Chávez
JEFE DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotras, Cadena Jojoa Silvia Anabel con cédula de ciudadanía Nro. 040154487-9 y Enríquez Ruiz Mercy Gabriela con cédula de ciudadanía Nro. 100268432-0; manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada **“EFECTO DE *Azolla sp.*, EN LA PRODUCTIVIDAD Y MEJORAMIENTO DEL SUELO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL YUYUCOCHA, IMBABURA”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingenieras en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autoras reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

Cadena Jojoa Silvia Anabel
040154487-9

Enríquez Ruiz Mercy Gabriela
100268432-0

Ibarra, 04 de enero del 2013.

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 04 de enero del 2013

Cadena Jojoa Silvia Anabel; Enríquez Ruiz Mercy Gabriela, “EFECTO DE *Azolla sp.*, EN LA PRODUCTIVIDAD Y MEJORAMIENTO DEL SUELO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL YUYUCOCHA, IMBABURA” / TRABAJO DE GRADO. Ingenieras en Recursos Naturales Renovables Universidad Técnica del Norte. Carrera de Recursos Naturales Renovables Ibarra. EC. Enero 2013. 159 pág. 19 anexos.

DIRECTORA: Yaguana Gladys, Ing.

La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar el mejoramiento y la productividad del suelo con la aplicación del helecho *Azolla sp.*, como abono orgánico en comparación con humus de lombriz y compost, mediante análisis de calidad de fertilizante, calidad de suelos, el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) de la variedad Green salad bowl y evaluación de macro-edafofauna. Los resultados obtenidos, permitieron establecer el mejoramiento del suelo en cuanto a su fertilidad y productividad.

Fecha: 04 de enero del 2013.

f) Ing. Gladys Yaguana.

f) Cadena Jojoa Silvia

f) Enríquez Ruiz Mercy

PRESENTACIÓN

Los resultados, discusiones, conclusiones y demás información que se presenta en esta investigación son responsabilidad de las autoras

Cadena Jojoa Silvia Anabel
Enríquez Ruiz Mercy Gabriela

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida y poner en mí la fuerza para superar los obstáculos en este largo camino y culminar una etapa más en mi vida.

A mis padres Daniel Cadena y Rosa Jojoa, por todo el esfuerzo, sacrificio y amor incondicional que me han entregado durante este periodo de formación profesional, ya que han sido uno de los pilares fundamentales para que hoy llegue a culminar con éxito mi carrera.

A mi familia, por confiar en mí y brindarme su apoyo leal para seguir adelante.

A mis amigos, Ignacio y Mayra, por la colaboración brindada en el desarrollo práctico durante el tiempo de investigación.

Silvia

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme cumplir esta meta, con esfuerzo, bondad y amor infinito.

A ti Carmita, quien de tu mano inicié el aprendizaje de la vida y que con tu ejemplo, sacrificio y tenacidad construiste todo mi ser.

A mi Padre, hermanos y sobrinos, quienes han sido ejemplo, motivación y apoyo para llegar a este importante momento.

A mi mejor amiga May que aunque no llevemos el mismo apellido te has sabido comportar como toda una hermana y has sido un importante apoyo en mi vida.

Gabriela

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, templo del saber, donde se forjaron nuestros conocimientos y quien nos facilitó sus instalaciones para desarrollar este estudio.

El más afectuoso agradecimiento a la Ing. Gladys Yaguana, Directora de tesis, quien con mucha paciencia, dedicación y sus conocimientos nos ha sabido guiar en esta investigación.

De igual manera al Ing. Miguel Echeverría por su buena predisposición y aporte en el trabajo de campo.

A nuestros familiares y amigos quienes nos brindaron todo su apoyo en el transcurso de la presente investigación.

Silvia y Gabriela

ÍNDICE

APROBACIÓN:	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	iii
CONSTANCIAS	iv
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO	v
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	vi
PRESENTACIÓN	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	x
ÍNDICE	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Objetivo General	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2 HIPÓTESIS	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 SUELO	5
2.1.1 Propiedades físicas	5
2.1.1.1 Textura	5
2.1.1.2 Estructura	6
2.1.1.3 Humedad	6
2.1.1.4 Color	7
2.1.1.5 Densidad del Suelo	8
2.1.2 Propiedades Químicas	9
2.1.2.1 Materia Orgánica	9
2.1.2.2 Fertilidad	10
2.1.2.3 PH	11
2.1.2.4 Capacidad de intercambio catiónico	12
2.2 EDAFOFAUNA	12
2.3 CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR AGROQUÍMICOS	14
2.4 LA AGRICULTURA SOSTENIBLE	16
2.5 ABONOS ORGÁNICOS	16
2.5.1 Azolla (<i>Azolla sp.</i>)	18
2.5.1.1 Descripción y taxonomía	18
2.5.1.2 Reproducción	18
2.5.1.3 Origen, distribución y hábitat	19
2.5.1.4 Propiedades	19
2.5.2 Humus de Lombriz	20

2.5.2.1	Características y propiedades del humus	21
2.5.2.2	Componentes del Humus de Lombriz	22
2.5.3	Compost	22
2.5.3.1	Propiedades del compost	23
2.5.3.2	Factores que condicionan el proceso de compostaje	23
2.5.3.3	Composición físico-química del compost.....	24
2.6	CULTIVO DE LECHUGA (<i>Lactuca sativa</i> L.)	24
2.6.1	Condiciones Agroecológicas del Cultivo	25
2.6.1.1	Suelos y Altitud	25
2.6.1.2	Requerimientos Nutricionales.....	25
2.6.2	Tecnología del Cultivo	26
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	28
3.2	MATERIALES.....	31
3.3	MÉTODOS.....	32
3.3.1	Factores en estudio	32
3.3.2	Tratamientos.....	33
3.3.3	Diseño experimental.....	33
3.3.4	Características del experimento.....	33
3.3.5	Análisis estadístico	33
3.3.6	Análisis funcional.....	34
3.3.7	Variables evaluadas.....	34
3.4	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1	CALIDAD NUTRICIONAL DE LA <i>Azolla sp.</i> , EN RELACIÓN CON EL COMPOST Y HUMUS DE LOMBRIZ	40
4.1.1	Contenido de materia orgánica en los tres tipos de abonos.....	41
4.1.2	Relación Carbono-Nitrógeno en los tres tipos de abonos	42
4.1.3	pH en los tres tipos de abonos	43
4.1.4	Contenido de Macronutrientes en los tres tipos de abonos	44
4.1.5	Contenido de Micronutrientes en los tres tipos de abonos.....	45
4.1.5.1	Contenido de Hierro en los tres tipos de abonos	45
4.1.5.2	Contenido de cobre, zinc y manganeso en los tres tipos de abonos ..	46
4.2	CAMBIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ABONOS.....	47
4.2.1	Propiedades Físicas	47
4.2.2	Propiedades Químicas	49
4.2.2.1	pH en el suelo, antes y después del cultivo.....	50
4.2.2.2	Materia Orgánica en el suelo	51
4.2.2.3	Nitrógeno total en el suelo, antes y después del cultivo	52

4.2.2.4	Fósforo en el suelo, antes y después del cultivo	53
4.2.2.5	Potasio en el suelo, antes y después del cultivo.....	53
4.2.2.6	Calcio en el suelo.....	54
4.2.2.7	Magnesio en el suelo, antes y después del cultivo.....	55
4.2.2.8	Hierro en el suelo, antes y después del cultivo	56
4.2.2.9	Manganeso en el suelo, antes y después del cultivo	56
4.2.2.10	Cobre en el suelo, antes y después del cultivo.....	57
4.2.2.11	Zinc en el suelo, antes y después del cultivo	58
4.2.2.12	Capacidad de Intercambio Catiónico en el suelo, antes y después del cultivo	58
4.2.2.13	Conductividad eléctrica en el suelo con sus respectivos tratamientos	59
4.3	EVALUACIÓN DEL CULTIVO	60
4.3.1	Prendimiento, sobrevivencia del cultivo.	60
4.3.2	Desarrollo en longitud y número de hojas a los 15, 30 y 45 días de la plantación.....	61
4.3.3	Evaluación del diámetro de tallo, longitud de raíz y peso de las plantas. .	63
4.4	LA INCIDENCIA DE PLAGAS EN CADA TRATAMIENTO.....	65
4.5	LA PRODUCTIVIDAD A LA COSECHA DEL CULTIVO, PARA CADA TRATAMIENTO (kg/ha)	66
4.6	COSTOS TRATAMIENTO.....	67
4.7	MODIFICACIÓN EN LA MACRO EDAFOFAUNA ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LOS TRATAMIENTOS	69
4.7.1	Modificación de la riqueza de Familias y número total de individuos	70
4.7.2	Modificación de la diversidad según índices de Shannon.....	73
5.	CONCLUSIONES	75
6.	RECOMENDACIONES	78
7.	RESUMEN	79
8.	SUMMARY	82
9.	BIBLIOGRAFÍA	84
10.	ANEXO	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tipos de contaminantes del suelo y sus efectos	15
Cuadro 2.	Contaminantes derivados de los plaguicidas y sus efectos	16
Cuadro 3.	Rendimiento estimado de <i>Azolla filiculoides</i>	20
Cuadro 4.	Niveles de macronutrientes (% en base seca), en <i>Azolla filiculoides</i>	20

Cuadro 5.	Valores promedios de los contenidos de nutrientes del humus de lombriz.....	22
Cuadro 6.	Valores promedios de nutrientes en el compost.	24
Cuadro 7.	Valores nutricionales requeridos para la lechuga.	25
Cuadro 8.	Contenido nutricional de <i>Azolla sp.</i> , humus y compost. Yuyucocha, UTN, 2012.....	40
Cuadro 9.	Propiedades físicas del suelo antes y después del cultivo de lechuga. Yuyucocha, UTN, 2012	47
Cuadro 10.	Propiedades químicas del suelo antes y después del cultivo de lechuga. Yuyucocha, UTN, 2012.	50
Cuadro 11.	Prendimientos y Supervivencia de <i>Azolla sp.</i> , humus y compost. Yuyucocha. 2012.....	60
Cuadro 12.	Plagas en los tratamientos de <i>Azolla sp.</i> , humus y compost. Yuyucocha. 2012.....	65
Cuadro 13.	Costos de producción para cada tratamiento	67
Cuadro 14.	Análisis económico de la relación beneficio costo por cada tratamiento.....	68
Cuadro 15.	Riqueza de familias, número total de individuos y diversidad de la macro-edafofauna antes, durante y después del cultivo de lechuga. Yuyucocha, UTN, 2012.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de Ubicación.....	30
Figura 2.	Distribución de los Tratamientos y Repeticiones.....	37
Figura 3.	Contenido de materia orgánica en cada uno de los abonos	42
Figura 4.	Relación Carbono-Nitrógeno en cada uno de los abonos.....	43
Figura 5.	pH del abono de <i>Azolla sp.</i> , compost y humus de lombriz.....	43
Figura 6.	Contenido de Nitrógeno total, Fosforo y Potasio en cada uno de los abonos.....	44
Figura 7.	Contenidos de Calcio y Magnesio asimilables, en cada uno de los abonos.....	45
Figura 8.	Contenido de Hierro de <i>Azolla sp.</i> , compost y humus de lombriz	46
Figura 9.	Contenido de Cobre, Zinc y Manganeso en el <i>Azolla sp.</i> , compost y humus de lombriz	46
Figura 10.	Histograma de las constantes hidrofísicas del suelo, antes del cultivo; y, después en los tratamientos con <i>Azolla sp.</i> , compost y humus de lombriz. Yuyucocha, UTN, 2012.....	48
Figura 11.	pH del suelo, antes y después del cultivo	51
Figura 12.	Materia Orgánica antes y después de los tratamientos	52

Figura 13.	Nitrógeno antes y después de los tratamientos.....	52
Figura 14.	Fósforo antes y después de los tratamientos.....	53
Figura 15.	Fósforo antes y después de los tratamientos.....	54
Figura 16.	Calcio antes y después de los tratamientos.....	54
Figura 17.	Magnesio antes y después de los tratamientos	55
Figura 18.	Hierro antes y después de los tratamientos.....	56
Figura 19.	Manganeso antes y después de los tratamientos.....	57
Figura 20.	Cobre antes y después de los tratamientos	57
Figura 21.	Zinc antes y después de los tratamientos.....	58
Figura 22.	Capacidad de Intercambio Catiónico antes y después de los tratamientos	59
Figura 23.	Conductividad eléctrico antes y después de los tratamientos.....	59
Figura 24.	Prendimiento y sobrevivencia para los tratamientos	60
Figura 25.	Longitud de hojas a los 15, 30 y 45 días después del trasplante para el Testigo, <i>Azolla sp.</i> , Humus y Compost.	62
Figura 26.	Número de hojas a los 15, 30 y 45 días después del trasplante para el Testigo, <i>Azolla sp.</i> , Humus y Compost.	62
Figura 27.	Diámetro del tallo a 45 días después del trasplante para los tratamientos.	63
Figura 28.	Longitud de la raíz a 45 días después del trasplante para los Tratamientos	64
Figura 29.	Peso de la planta a los 45 días después del trasplante para los Tratamientos	64
Figura 30.	Individuos patógenos presentes en los tratamientos.....	66
Figura 31.	Productividad para el Testigo, <i>Azolla sp.</i> , Humus y Compost.....	66
Figura 32.	Costos de producción para los Tratamientos.....	68
Figura 33.	Riqueza de familias de la macro edafofauna antes, durante y después de los tratamientos	71
Figura 34.	Número total de individuos de la macro edafofauna antes, durante y después de los tratamientos	72
Figura 35.	Índice de diversidad según Shannon de la macro edafofauna antes, durante y después de los tratamientos	73

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	Requerimientos nutricionales de la lechuga.....	90
ANEXO 2.	Resultados de los Análisis de laboratorio del suelo antes de aplicar los tratamientos.....	91

ANEXO 3.	Resultados de los Análisis de laboratorio del contenido nutricional de los tres tipos de fertilizantes orgánicos; compost, humus y <i>Azolla sp.</i>	94
ANEXO 4.	Resultados de los Análisis de laboratorio del suelo después de la aplicación de los tratamientos.	97
ANEXO 5.	Datos de prendimiento, sobrevivencia del cultivo.	100
ANEXO 6.	Datos medidos de las variables.....	101
ANEXO 7.	Análisis estadístico del Prendimiento del cultivo.....	115
ANEXO 8.	Análisis estadístico de la Sobrevivencia del cultivo.....	116
ANEXO 9.	Análisis estadístico de la longitud de la planta a los 15, 30 y 45 días.....	117
ANEXO 10.	Análisis estadístico del número de hojas a los 15, 30 y 45 días. .	120
ANEXO 11.	Análisis estadístico del diámetro del tallo de la planta a los 45 días.	123
ANEXO 12.	Análisis estadístico de la longitud de la raíz de la planta a los 45 días.....	124
ANEXO 13.	Análisis estadístico del Peso de la planta a los 45 días.	125
ANEXO 14.	Análisis estadístico de la Productividad del cultivo.	126
ANEXO 15.	La productividad a la cosecha del cultivo, para cada tratamiento (kg/ha).....	127
ANEXO 16.	Costos de producción de los tratamientos	127
ANEXO 17.	Inventario de familias de edafofauna.	130
ANEXO 18.	Mapa del uso actual del suelo de la Provincia de Imbabura.....	135
ANEXO 19.	Fotográfico	136

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El deterioro del ambiente es uno de los problemas más evidentes que se enfrenta en la actualidad. Una de sus formas constituye el desgaste del suelo por el uso excesivo e incorrecto de agroquímicos que se emplean con el fin de aumentar la productividad, lo cual ha originado consecuencias tales como: reducción significativa de la fertilidad físico-química y de la diversidad biológica del mismo. Otros aspectos son la contaminación de alimentos debido a que los residuos químicos que perduran en el suelo y que el agua contaminada, por infiltración va hacia capas más profundas.

La práctica de fertilización del suelo utilizando fertilizantes químicos, según (Chamorro, 2001), trastorna la edafofauna, acabando con organismos importantes que contribuyen a la conservación y a la actividad biológica. Asimismo, se propicia la acidificación del suelo haciéndolo menos apropiado para el crecimiento de las plantas, condición en la que queda desprotegido de cobertura vegetal y es más proclive a la erosión. Entérminos comparativos, este problema es tan importante como la reducción de la capa de ozono y el efecto invernadero, porque afecta directamente la seguridad alimentaria de los pueblos (Gomero, 1999).

Otra de las causas para el desgaste del suelo es la agricultura convencional en la que prevalecen los factores socioeconómicos, la sobreexplotación y las prácticas de manejo inadecuadas. Dentro del modelo tradicional, el suelo es considerado simplemente como un soporte inerte, fuente de nutrientes para el desarrollo de las

plantas, donde se puede aplicar los agroquímicos sin ningún tipo de respeto ambiental; sin embargo, la realidad es diferente ya que este recurso tiene vida y su dinámica está estrechamente relacionada con los ciclos de la naturaleza. Esta situación es considerada como una crisis silenciosa, que avanza rápidamente con la destrucción de la base productiva en el medio rural; y, por lo general es ignorada por los gobiernos y la población en general, hecho que no garantiza la sostenibilidad de la producción alimentaria en el tiempo, ni tampoco la conservación del recurso suelo, que es la base para el desarrollo de la humanidad.

El cambio hacia formas de producción sostenible, que ayuden a la preservación del suelo como base de la producción agropecuaria frente a la creciente demanda de alimentos, es fundamental. A este respecto el **Art.14 de la Constitución de la República** del Ecuador, reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay.

En este contexto, es importante indicar que la sustentabilidad de los sistemas de producción depende fundamentalmente del mantenimiento de la productividad del suelo. Para ello, el desarrollo, la restauración y mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas de este recurso depende en gran medida de la capacidad de reciclaje de residuos orgánicos y de la actividad de la edafofauna, que deben ser favorecidos por acciones de manejo integral que garanticen la vida del suelo y mejoren su fertilidad.

Con esta premisa y dado que los principales problemas de la humanidad giran en torno a la satisfacción en cuanto a alimentos, agua y energía; en este trabajo de investigación se planteó el uso de *Azolla sp.*, que es un helecho acuático que se emplea en los reservorios y plantas de tratamiento de aguas y que ha sido usado como fertilizante para arroz en la Costa, mientras en la zona norte de Carchi e Imbabura se desecha. Se ha determinado que *Azolla sp.*, tiene incidencia en la productividad y mejoramiento del suelo dada su eficacia biofertilizadora; por lo cual se lo comparó con abonos orgánicos convencionales como el compost y el

humus de lombriz, que se usan frecuentemente para la producción de alimentos “limpios”. Como indicador de la reposición de materia orgánica, productividad y mejoramiento del suelo, se utilizó el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.), ya que esta especie, en especial de la variedad Green Salad Bowl, es sensible a los cambios producidos en el suelo y a la calidad de sustratos.

El lugar seleccionado para realizar la investigación fue la Granja experimental Yuyucocha, de propiedad de la Universidad Técnica del Norte; ya que cuenta con espacios apropiados para la realización de prácticas de tipo agrícola. Además, del análisis de suelo efectuado se determinó que los contenidos de materia orgánica son bajos; así mismo, por cuanto éste es uno de los espacios más propicios para que los resultados de investigación sean difundidos hacia la colectividad.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de tres abonos orgánicos: *Azolla sp.*, compost y humus de lombriz en la productividad y mejoramiento del suelo en la Granja Experimental Yuyucocha, Imbabura.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la calidad nutricional de la *Azolla sp.*, en relación con el compost y humus de lombriz
- Comparar la composición físico-química del suelo, antes y al final de la investigación.
- Evaluar el rendimiento del cultivo en cada uno de los tratamientos.
- Determinar los costos de producción en cada tratamiento.
- Determinar variaciones en la macro edafofauna del suelo, antes, durante y al final del estudio.

1.2 HIPÓTESIS

Ha: El efecto de la *Azolla sp.*, compost y humus de lombriz en la productividad y mejoramiento del suelo es diferente.

Ho: El efecto de la *Azolla sp.*, compost y humus de lombriz en la productividad y mejoramiento del suelo es similar.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 SUELO

La palabra suelo proviene del latín *Solum*, cuyo significado es piso o superficie de la tierra. Desde el punto de vista científico el suelo se define como "Ente natural organizado e independiente, con unos constituyentes, propiedades y génesis que son el resultado de la actuación de una serie de factores activos (clima, organismos, relieve y tiempo) sobre un material pasivo (la roca madre)". (Edafología, s.f. Lección 1).

2.1.1 Propiedades físicas

“La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad y la retención de nutrientes” (Rucks, 2004). Las principales propiedades físicas del suelo son: textura, estructura, humedad, color y densidad.

2.1.1.1 Textura

Se define a la textura como el porcentaje en que se encuentran los elementos minerales que constituyen el suelo (arena, limo y arcilla). Las combinaciones posibles de estos porcentajes se agrupan en clases texturales. Conocer esta granulometría es esencial para cualquier estudio del suelo. “De todas estas escalas granulométricas, son la de Atterberg o Internacional (llamada así por haber sido

aceptada por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo) y la americana del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) las más ampliamente utilizadas (Vaca, 2009).

Se utilizan numerosos tipos de diagramas (circulares, de barras), pero el más ampliamente empleado es el triángulo de texturas o Diagrama textural.

2.1.1.2 Estructura

Las partículas del suelo no se encuentran aisladas, forman unos agregados estructurales que se llaman peds. Estos agregados (o terrones) por repetición dan el suelo. Así, la estructura de un suelo se puede definir como “el modo de agregación o unión de los constituyentes del suelo (partículas minerales, materia orgánica, etc.)” (Unioviado, s.f. sec. 1.1)

Según este mismo autor entre los factores que influyen o determinan la morfología de la estructura están:

- La cantidad o porcentaje del material o matriz que une las partículas del suelo (carbonatos, arcilla, materia orgánica);
- La textura;
- La actividad biológica del suelo (lombrices); y,
- La influencia humana (en el horizonte cultivado se forma una estructura con una morfología totalmente distinta a la natural que poseía el suelo).

2.1.1.3 Humedad

De acuerdo con Iñiguez (s.f.), la importancia del agua es de tal magnitud, ya que al no existir ésta no sería posible la vida. Desde el punto de vista agrícola guarda muchas interrelaciones con el suelo así:

- Debe existir agua para satisfacer los requerimientos de la evapotranspiración de las plantas en crecimiento.

- El agua actúa como un solvente y, junto con los elementos nutrientes forma la solución del suelo.
- Una elevada cantidad de agua en la superficie del suelo incide sobre la erosión.

El mismo autor señala que en la retención de humedad del suelo, se debe considerar los siguientes factores:

- El movimiento del agua hacia el suelo y dentro del suelo.
- La capacidad de almacenaje de humedad de los suelos.
- La disponibilidad de la humedad de los suelos para las plantas.

Cada uno de estos factores está directa o indirectamente relacionado con el tamaño y distribución de los poros del suelo y de la atracción de los sólidos del suelo por la humedad.

Gavande (1973), sostiene que hay dos objetivos principales en la medición del agua del suelo. El primero es determinar el contenido de humedad (cantidad de agua contenida en una unidad de masa o volumen del suelo). Esta información es necesaria para calcular el agua que se necesita para restaurar la humedad. El otro objetivo es correlacionar la respuesta de la planta con la cantidad de agua presente en la zona radicular.

2.1.1.4 Color

Esta propiedad es fácil de observar y permite deducir rasgos importantes en el suelo, a simple vista, como:

- Color oscuro o negro indica contenido alto en materia orgánica,
- Color blancuzco presencia de carbonatos y/o yesos,
- Colores grises/verdes/azulados hidromorfía permanente,
- Colores pardos amarillentos óxidos de hierro hidratados y unidos a la arcilla y a la materia orgánica,

- Colores rojos, óxidos férricos tipo hematites, medios cálidos con estaciones de intensa y larga sequía.
- Colores abigarrados grises y rojos/pardos. Compuestos ferrosos y férricos. Característicos de los suelos pseudogley con condiciones alternantes de reducción y oxidación (Edafología, Lección 4. Propiedades Físicas).

2.1.1.5 Densidad del Suelo

La densidad se define como el peso del suelo seco sobre el volumen del suelo (partículas sólidas) y se lo expresa en g/cm³:

$$\delta = \frac{P}{v}$$

Dónde:

δ = densidad, g/cm³

p= peso, g

v=volumen, cm³

En el estudio de suelos se distinguen dos tipos de densidad, la densidad real y la densidad aparente:

Densidad real: Es el promedio ponderado de las densidades de las partículas sólidas del suelo, cuya ecuación es:

$$\delta_{real} = \frac{\text{peso seco de la muestra}}{\text{volumen de los sólidos de la muestra}}$$

Densidad aparente: Es la relación que existe entre el peso seco (105° C) de una muestra de suelo, y el volumen que esa muestra ocupaba en el suelo:

$$\delta_{aparente} = \frac{\text{peso de los sólidos de la muestra}}{\text{volumen de los sólidos de la muestra} + \text{Volumen poroso}}$$

2.1.2 Propiedades Químicas

Las Propiedades químicas permiten reconocer ciertas condiciones del suelo cuando se dan cambios químicos o reacciones que alteran la composición del suelo.

2.1.2.1 Materia Orgánica

La materia orgánica está constituida por los residuos de plantas y animales descompuestos. Da al suelo algunos alimentos que las plantas necesitan para su crecimiento y producción; mejora las condiciones del suelo para un buen desarrollo de los cultivos. (FAO. Materia orgánica y actividad biológica)

De la materia orgánica depende la buena agregación de los suelos. Un suelo de consistencia demasiada suelta (arenoso) se puede mejorar haciendo aplicaciones de materia orgánica (compost); así mismo, un suelo demasiado pesado (arcilloso) se mejora haciéndolo más suave y liviano mediante aplicación de materia orgánica.

La materia orgánica ofrece algunos beneficios al suelo entre ellos se encuentra:

- Le da granulación a la tierra haciéndola más porosa, impermeable y fácil de trabajar.
- Hace que los suelos de color claro se vuelvan oscuros y por lo tanto absorban una cantidad mayor de radiaciones solares.
- Defiende los suelos contra la erosión porque evita la dispersión de las partículas minerales, tales como limos, arcilla y arenas.
- Mejora la aireación o circulación del aire en el suelo por eso el suelo orgánico se llama “Suelo vivo”
- Ayuda al suelo a almacenar alimentos para las plantas.

2.1.2.2 Fertilidad

Esta propiedad consiste en la cantidad de alimentos que contiene el suelo; es decir, la cantidad de nutrientes.

Estos nutrientes se agrupan en dos grupos que son: macronutrientes (N, P, Ca, K, Mg, S); y, micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Co). Cada uno de los nutrientes cumple con las siguientes funciones:

MACRONUTRIENTES

Nitrógeno (N)

- Ayuda al desarrollo de las plantas
- Da al follaje de color verde
- Ayuda a que se logren buenas cosechas
- Es el elemento químico principal para la formación de las proteínas.

Fósforo (P)

- Favorece el buen crecimiento de las plantas
- Forma raíces fuertes y abundantes
- Contribuye a la formación y maduración de los frutos.
- Es indispensable en la formación de semillas.

Potasio (K)

- Contribuye a la formación de tallos fuertes y vigorosos.
- Ayuda a la formación de azúcares almidones y aceites.
- Protege a las plantas de enfermedades.
- Mejora a la calidad de las cosechas.

Calcio (Ca)

- Estimula el crecimiento de la raíz y el tallo de la planta
- Permite que la planta tome fácilmente los alimentos del suelo.

Magnesio (Mg)

- Es necesario para la formación de aceites y grasas
- Constituye el elemento principal en la formación de clorofila, sin la cual la planta no puede formar azúcares.

Azufre (S)

- Ayuda a transformar al nitrógeno orgánico en mineral, forma asimilable por las plantas.

MICRONUTRIENTES

Están constituidos por: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B), Molibdeno (Mo), Cobalto (Co).

Se encuentran en la mayor parte de los suelos, en pequeñas cantidades que son suficientes para las plantas. Cuando estos microelementos llegan a faltar en los suelos, las hojas de las plantas se muestran amarillentas y deformadas; pueden aparecer torcidas, arrugadas, o encrespadas en sus bordes. Los microelementos deben permanecer en el suelo en cantidades pequeñas, porque en abundancia se vuelven tóxicos o sea que envenenan las plantas.

Un suelo fértil es aquel que contiene los elementos nutritivos que las plantas necesitan para su alimentación, estos alimentos los adquiere el suelo mediante enriquecimientos con materia orgánica. Un suelo pobre o carente de materia orgánica es un suelo estéril; y por lo tanto, improductivo.

2.1.2.3 PH

Los suelos pueden tener una reacción ácida o alcalina, y algunas veces neutral. La medida de la reacción química del suelo se expresa mediante su valor de pH. El valor de pH oscila de 0 a 14, y el pH es igual a 7 es el que indica que el suelo tiene una reacción neutra. Los valores inferiores a 7 indican acidez y los superiores a 7,

alcalinidad. El pH óptimo para el crecimiento de la mayoría de plantas está comprendido entre 6.5 y 7.2 (FAO. Propiedades químicas).

2.1.2.4 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es una medida de la cantidad de cationes que pueden ser retenidos y liberados por el suelo. La materia orgánica tiene una CIC alta, por lo que los suelos con un alto contenido de materia orgánica presentan por lo general una CIC mayor que la de los suelos con un bajo contenido de materia orgánica (Agroecología Productividad y Vida).

Los cationes que tienen mayor importancia para las plantas son el calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}), potasio (K^+), amonio (NH_4^+), que intervienen en el crecimiento vegetal. El sodio (Na^+) e hidrógeno (H^+) tienen un efecto sobre las características físicas y químicas del suelo.

Los suelos ácidos exhiben un alto porcentaje de iones hidrógeno absorbido; mientras que, los suelos que poseen un pH entre 6 a 8 tienen un alto porcentaje de iones calcio en esa condición. Los suelos con alto contenido de iones sodio presentan un estado de dispersión y resisten la infiltración del agua, en tanto que los que poseen un alto porcentaje de iones calcio están bien agregados y exhiben altos caudales de infiltración (Capacidad de intercambio catiónico, 2011).

Los suelos minerales con una CIC alta tienden a ser más fértiles que los que poseen una CIC baja. La posibilidad de que los nutrientes se pierdan por lixiviación es baja.

2.2 EDAFOFAUNA

Los macroinvertebrados del suelo son importantes reguladores de muchos procesos del ecosistema: tienen efectos positivos en la conservación de la estructura del suelo; actúan sobre el microclima, la humedad y la aireación;

pueden activar o inhibir la función de microorganismos y están involucrados en la conservación y ciclado de nutrientes. (Morales, 2002)

La mayor cantidad de edafofauna se encuentra en suelos húmedos y con mucha materia orgánica, como: los anélidos, comúnmente llamados lombrices de tierra. Éstos avanzan a través del suelo ingiriéndolo y abonándolo tras digerir una parte de la materia orgánica, una mezcla íntima, neutra y porosa, de arcillas y sustancias biológicas que contribuye como ningún otro factor a la fertilidad del suelo.

Un segundo grupo, lo forman pequeños artrópodos detritívoros, entre los que destacan los ácaros, especialmente los oribátidos, los diplópodos y los colémbolos. Junto a éstos, otros dos grupos de hexápodos, los proturos y los dipluros son más o menos exclusivos del suelo.

Otros invertebrados importantes son los insectos que polinizan las especies vegetales y controlan las poblaciones de otros invertebrados menores como son: coleópteros, dípteros, ortópteros, lepidópteros, odonatos e himenópteros. Los arácnidos también son importantes como depredadores de invertebrados menores.

La acción de la fauna edáfica resulta finalmente en la incorporación de elementos orgánicos a los ciclos de nutrientes, razón por la cual se considera importante conocer la estructura y organización de estos organismos en los diferentes ecosistemas. (Rivas, 2007)

Chamorro (2001), sostiene que los horizontes orgánicos de los suelos de mayor diversidad de edafofauna es el horizonte A. Esta característica bioedáfica sufre de fluctuaciones, especialmente marcada en los valores de su densidad de poblaciones y en la composición de las comunidades. Ello sucede cuando los ecosistemas son intervenidos por el ser humano, como en el caso de cambios de uso de suelo (de bosque nativo a monocultivos) y por la utilización de agroquímicos.

La disminución de la edafofauna con la profundidad del suelo es representada por grupos taxonómicos específicos, como *collembola* y *acari* y es aplicable a la mayoría de comunidades orgánicas, en condiciones normales.

Las lombrices de tierra y las hormigas son macroorganismos que mejor toleran los cambios y se adaptan fácilmente a las condiciones de suelos trastornados. De la misma forma que las lombrices son mejoradoras de suelo mediante labores de transformación de residuos biodegradables, las hormigas contribuyen a facilitar e incrementar los procesos de transformaciones orgánicas en el suelo, tanto en suelos perturbados como no perturbados, conformando complejos órgano-minerales. Según Chamorro (2001) estos organismos del suelo son componentes promisorios para los sistemas de producción agropecuaria sustentable.

Según el autor antes mencionado, el clima la actividad biológica de los sistemas edáficos, pueden ser motivo de fluctuaciones en el aporte de biomasa. Las diferencias en el clima producen cambios en el comportamiento de los organismos y también en sus interrelaciones con otros factores del suelo y modifican la génesis y las propiedades físico-químicas de los suelos. También señala que, los organismos que habitan los horizontes minerales del suelo dependen para su asentamiento tanto de las propiedades físicas como de las químicas.

En cuanto se refiere al horizonte orgánico, es necesario implementar procedimientos de uso y manejo sustentable del recurso suelo, destinados a conservarlo como amortiguador y regulador de los factores climáticos drásticos, que influyen en el establecimiento de macro organismos del suelo.

2.3 CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR AGROQUÍMICOS

Un suelo es considerado como contaminado cuando sus características físicas, químicas y biológicas sufren de alteraciones por la presencia de componentes de carácter peligroso, que pueden ser de origen humano, a tal grado que representan un riesgo inaceptable para los ecosistemas incluyendo la salud humana.

La contaminación por agroquímicos está dada por contaminantes de origen químico, los cuales, por su elevada concentración alteran la composición original del suelo.

Hoy en día, la cantidad y variedad de productos potencialmente contaminantes en un suelo son prácticamente inabarcables, entre los cuales están los compuestos inorgánicos, que se encuentran en forma natural en el suelo en concentraciones reguladas por los procesos biogeológicos del suelo, pero la sobresaturación de estos compuestos por la aplicación de agroquímicos, en su mayoría, se considera como contaminantes (Sabroso, 2004). Algunos de estos contaminantes se señalan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tipos de contaminantes del suelo y sus efectos

TIPOS	EFFECTOS
Cianuros	Ecotoxicidad: muy tóxico Riesgo para el medio acuático: alto Riesgo para el medio terrestre: alto Otros efectos: ataca a las raíces de las plantas impidiendo su crecimiento.
Bromuros	Ecotoxicidad: extremadamente tóxico Riesgo para el medio acuático: alto Riesgo para el medio terrestre: alto
Sulfatos, Sulfitos y Sulfuros	Ecotoxicidad: extremadamente tóxico (Ac. Sulfúrico y óxidos de azufre) Riesgo para el medio acuático: alto (Ac. Sulfúrico y óxidos de azufre) Riesgo para el medio terrestre: alto (Ac. Sulfúrico y óxidos de azufre) Otros efectos: son componentes de la lluvia ácida acidifican el suelo
Fósforo	Ecotoxicidad: extremadamente tóxico Riesgo para el medio acuático: alto Riesgo para el medio terrestre: medio Otros efectos: favorece la eutrofización (crecimiento excesivo de algas) de los ríos y acuíferos
Amonios, Nitratos y Nitritos	Ecotoxicidad: de extremada a altamente tóxico Riesgo para el medio acuático: alto a medio Riesgo para el medio terrestre: medio Otros efectos: favorece la eutrofización.

Fuente: Sabroso, M. Guía sobre suelos contaminados, 2004.

Otro de los contaminantes derivados de los agroquímicos son los contaminantes orgánicos, que están formados por un sinnúmero de sustancias que en su mayoría

son producidas por el hombre, siendo altamente tóxicas como los plaguicidas que de acuerdo con su naturaleza química (Cuadro 2), se clasifican en:

Cuadro 2. Contaminantes derivados de los plaguicidas y sus efectos

TIPOS	USOS	EFFECTOS
Derivados halogenados de Hidrocarburos alifáticos	Fumigantes	Son persistentes en el ambiente y se acumulan en los organismos vivos. Su fijación en el suelo contribuye al descenso de la fertilidad. Su fotodescomposición o hidrólisis origina compuestos tóxicos para el suelo.
Derivados halogenados de Hidrocarburos alicíclicos	Insecticidas Fungicidas	
Derivados halogenados Aromáticos	Insecticidas Acaricidas Herbicidas Fungicidas	
Organofosforados	Insecticidas	Son persistentes en el ambiente y se acumulan en los organismos vivos.
Carbamatos	Insecticidas Herbicidas	Muy tóxico, pero no se acumulan en los organismos vivos
Derivados de la urea	Herbicidas	Esterilización parcial del suelo

Fuente: Sabroso, M. Guía sobre suelos contaminados, 2004.

2.4 LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

Los bajos niveles de fertilidad en gran medida son resultado de las malas prácticas de manejo del suelo, como la quema, el abuso de agroquímicos y el sobre pastoreo, principalmente cuando se siembra en terrenos inclinados, provocando erosión, bajando así la fertilidad y la productividad del mismo.

Para mantener fértil y productivo el suelo, es necesario aplicar prácticas de manejo o de conservación, que además ayudan a mantener la humedad por más tiempo, reducir la erosión, aumentar la fertilidad y contribuir a conservar las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, para mantener su capacidad productiva.

2.5 ABONOS ORGÁNICOS

Se consideran como tales los residuos de plantas y animales que se usan para mejorar las propiedades físicas y/o químicas del suelo. Son muy útiles en terrenos de cultivo especialmente de zonas áridas y semiáridas, donde los suelos son pobres en materia orgánica (Yaguana, 2010).

La misma autora, afirma que para que los nutrientes estén disponibles es necesario que la materia orgánica esté descompuesta o mineralizada (humus). La descomposición es un proceso bioquímico realizado por la microflora y microfauna del suelo para deshacer restos animales y vegetales. El proceso de descomposición puede darse mediante composteras (sobre la superficie o subterráneas, con uso de lombrices o bacterias).

También pueden usarse residuos de cosechas sin descomponer o estiércoles (cuyes, gallinas, bovinos...). Los mejores estiércoles son los de aves luego los de ovinos, caprinos, bovinos, equinos y porcinos. La relación entre estiércol de aves y ovinos es de 1:10; y, la de estiércol de aves-bovinos, equinos y porcinos de 1:15 (Yaguana, 2010).

La cantidad de abono orgánico a aplicar depende de la riqueza de nutrientes del abono orgánico, la fertilidad actual del suelo y requerimiento del cultivo. Cuando se coloca estiércoles, especialmente de aves, se recomienda no poner excesos, pues pueden llegar a ser tóxicos por la cantidad de anhídrido carbónico que se desprende en su descomposición (sembrar o plantar 2 ó 3 meses después de la estercoladura).

El cálculo de la cantidad de abono se realiza en función de peso para lo cual se debe conocer la densidad aparente del suelo o considerarla de manera aproximada según la textura, así:

Suelos de textura fina: $1.0 - 1.2 \text{ g/cm}^3$

Suelos de textura media: $1.2 - 1.4 \text{ g/cm}^3$

Suelos de textura gruesa: $1.4 - 1.6 \text{ g/cm}^3$

2.5.1 Azolla (*Azolla sp.*)

2.5.1.1 Descripción y taxonomía

La *Azolla sp.*, es una planta acuática flotante de crecimiento rápido, que de forma individual comúnmente alcanza entre 1 y 1,25 cm de longitud, pero puede llegar a los 4 cm y su diámetro es de 1-2 cm. Las plantas jóvenes o densamente sombreadas son usualmente verdes; mientras que las adultas o expuestas directamente al sol son rojizas.

Posee rizomas y raíces individuales ramificadas (1-3 cm) en determinados puntos. Tiene tallo corto ramificado, las pequeñas hojas tienen folíolos de 0,5 a 1 mm., son paripinnadas alternas y están solapadas en forma de escalera; mientras que, las ramas parten del tallo central.

Esta especie pertenece al Reino Plantae, División Pteridophyta, Clase Filicopsida, Orden Salviniales, Familia Azollaceae, Género *Azolla*, Especie *Azolla sp.* Este género agrupa varias especies de pequeños helechos acuáticos tales como: *Azolla filiculoides*, *Azolla microphylla*, *Azolla caroliniana*, *Azolla mexicana* y *Azolla pinnata* (Suárez).

2.5.1.2 Reproducción

Su reproducción puede ser asexual, por gajos. Cada rama rota formará una nueva planta. También puede reproducirse sexualmente; como todos los helechos, tiene esporas en unos cuerpos conocidos como esporangios, los cuales son poco visibles y están entre las hojas (Stanley, 1978 citado por Suárez).

Scagel, *et al*, (1966), afirman que la *Azolla* a diferencia del resto de helechos tiene dos tipos de esporas. Durante los meses secos, numerosas estructuras esféricas llamadas esporocarpos se forman en el envés de las ramas. Tienen 2 mm de diámetro, y dentro hay numerosos esporangios macho. Las esporas macho

(microesporas) son extremadamente diminutas y se producen dentro de cada microesporangio. Los esporocarpos femeninos son mucho más pequeños, y sólo contienen un esporangio y una espora funcional llamada megaspora. La *Azolla* tiene microscópicos gametocitos machos y hembras que se desarrollan dentro de los esporos macho y hembra. El gametocito femenino viene del megasporo y sostiene de uno a varios arquegonios, cada uno conteniendo un solo huevo. El microesporo forma un gametofito masculino con un único anteridio que producirá ocho espermios nadantes. El gloquidio barbado en los clusters de esporos masculinos presumiblemente les causa que se fijen a las megasporas femeninas, facilitando así la fertilización.

2.5.1.3 Origen, distribución y hábitat

El origen de la *Azolla* no se ha encontrado citado en la literatura, pero al parecer es originaria del trópico y el subtrópico y está ampliamente distribuida (Lumpkin y Plucknett, 1980 citado por Suárez), hallándose a menudo en asociación con otras plantas flotantes. Los autores citados indican que el agua donde se desarrolla puede tener temperaturas entre 15 y 35°C y amplios rangos de pH, superiores a 4; la planta prefiere aguas tranquilas o de poco movimiento, así como ricas en nutrimentos y se requiere profundidades de 0,5 a 1 m para su cultivo.

2.5.1.4 Propiedades

Debido a su capacidad de fijación de nitrógeno, se usan para incrementar la productividad de la agricultura. Se han realizado estudios en el cultivo del arroz, con la finalidad de aplicar la *Azolla sp.* como biofertilizante, con resultados sorprendentes en la cosecha no sólo por la alta productividad del más del 50%, sino también por la reducción de los costos al no requerir insumos químicos para el control de malezas y en el valor nutritivo derivado del uso del abono orgánico (Becerra, *et al.*, 1990, p. 5). Se señala además que, este abono biogénico puede ser utilizado en todo tipo de cultivos desde los ciclos cortos hasta los perennes.

El rendimiento estimado de *Azolla filiculoides*, se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Rendimiento estimado de *Azolla filiculoides*

Área total de los tanques (m ²)	468
Cosecha diaria (kg)	100
Cantidad total en base fresca (kg)	5
Cantidad total en base seca (kg)	-
Proteína en ms (%)	23
Proteína total diaria(kg)	1,15
Producción anual estimada (t/ha)	
Biomasa	39
Proteína	9

Fuente: Becerra, *et al.*, 1990.

En cuanto a las propiedades químicas, niveles de macronutrientes encontrados, se hace referencia en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Niveles de macronutrientes (% en base seca), en *Azolla filiculoides*.

Macronutrientes	Ensayo m ²	Rangos (%)
N	3,8	2,0-5,3
P	0,7	0,2-1,6
CA	1,7	0,5-1,7
K	1,8	0,3-6,0

Fuente: Van Hove y López (1983), citados por Becerra, *et al.*, 1990.

2.5.2 Humus de Lombriz

El humus de lombriz es la deposición de la lombriz. "la acción de las lombrices da al fundamento un valor agregado", se lo valora como un abono completo y eficaz para mejorar los suelos. El lombrí-compuesto tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, de esta manera facilita su manipulación. La lombriz que se usa para producirlo es la roja Californiana (*Eisenia foetida*).

De acuerdo con Suquilanda (1996) el humus constituye una mezcla compleja bastante resistente de sustancias amorfas y coloidales, de color pardo o pardo oscuro, que se forma por síntesis a medida que los tejidos originales orgánicos

sufren una disolución enzimática por acción de los diferentes organismos del suelo.

El humus tiene naturaleza proteica que mejora las propiedades físico-químicas del suelo; y, se caracteriza por aportar todos los nutrientes para la dieta de la planta. Es considerado como el mejor abono, pues contiene un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio y es rico en oligoelementos; y, dispone de una buena cantidad de auxinas y hormonas que influyen en el crecimiento de las plantas (*Ibíd*).

2.5.2.1 Características y propiedades del humus

(Principales propiedades del humus de lombriz, Septiembre 19, 2008), sintetizan las características y propiedades del humus, así:

- Químicamente se encuentra estabilizado como un coloide.
- El pH del humus de lombriz está entre 7 y 7,5
- Es un fertilizante bio-orgánico activo, mejora las características organolépticas de la planta, flores y frutos.
- El lombricompostado contiene 60% de materia orgánica
- Estabiliza el pH del suelo, evitando cambios bruscos (capacidad buffer).
- Alta carga microbiana (20 mil millones por gramo seco) que restaura la actividad biológica del suelo.
- Se puede aplicar en cualquier dosis sin riesgo de quemar la planta.
- Su efecto regulador de la nutrición, perdura hasta 5 años en el suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciendo más permeable al agua y al aire.
- Retiene agua y minerales
- Evita el estrés de la planta al ser trasplantada (1 kg de humus retiene hasta 2 L de agua).
- El humus atrae hacia sí partículas de nutrientes y agua, estos elementos son liberados en forma dosificada y sistemática cuando las plantas los necesitan.

- Contienen auxinas que influyen en el desarrollo de las plantas vecinas.

2.5.2.2 Componentes del Humus de Lombriz

El humus de lombriz, tiene componentes minerales, microorganismos que favorecen el crecimiento y producción (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores promedios de los contenidos de nutrientes del humus de lombriz.

COMPONENTES	VALORES MEDIOS
Nitrógeno	1.95 - 2.2%
Fósforo	0.23 - 1.8%
Potasio	1.07 - 1.5%
Calcio	2.70 - 4.8%
Magnesio	0.3 - 0.81%
Hierro disponible	75 mg/l
Cobre	89 mg/kg
Zinc	125 mg/kg
Manganeso	455 mg/kg
Boro	57.8 mg/kg
Carbono Orgánico	22.53%
C/N	11.55%
Ácidos Húmicos	2.57 gEq/100g
Hongos	1500 c/g
Levaduras	10 c/g
Actinomicetos total	170.000.000 c/g
Act. Quitinasa	100 c/g
Bacterias aeróbicas	460.000.000 c/g
Bact. Anaeróbicas	450.000 c/g
Relación aer/anaer	1.:1000

Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo. Lombricultura S.C.I.C

2.5.3 Compost

Constituye un proceso biológico aeróbico, resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, por acción de los microorganismos bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para

el suelo, que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión y facilita la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas (Infoagro, s.f. sec. 1)

Además de su utilidad directa, el compost implica una solución estratégica y ambientalmente aceptable a la problemática planteada por el uso de agroquímicos y a la generación de residuos orgánicos de ciudades y agroindustrias. El compostaje es una tecnología alternativa a otras que no siempre son respetuosas de los recursos naturales y el medio ambiente; y, que además tienen un costo elevado.

2.5.3.1 Propiedades del compost

(Propiedades del compost), indica que las propiedades del compost son las siguientes:

- Mejora las propiedades físicas del suelo, favorece la estabilidad de los agregados, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad; e, incrementa la capacidad de retención de agua.
- Favorece a las propiedades químicas del suelo, aumenta el contenido en macronutrientes N, P, K, y micronutrientes; la capacidad de intercambio catiónico (CIC); y, es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Incrementa la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos, que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. La población microbiana es un indicador directo de la fertilidad del suelo.

2.5.3.2 Factores que condicionan el proceso de compostaje

Para que los microorganismos, que intervienen en la formación del compost, puedan vivir y desarrollar la actividad de descomposición, se necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Infoagro (s.f., secc. 4), afirma que son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son temperatura y humedad; y, relación C/N.

2.5.3.3 Composición físico-química del compost

En el cuadro 6, se expresa la composición del compost, según bioagro.

Cuadro 6. Valores promedios de nutrientes en el compost.

pH H ₂ O	7,8-8
M.O. (Materia Orgánica)	35-40%
C/N	16-20
Humedad	40-45%
Nitrógeno Total	1,5-1,8%
Fósforo total	0,8-1%
Potasio (K)	1%
Calcio (Ca)	1%
Magnesio (Mg)	0,9-1%
Cobre (Cu)	4%
Zinc (Zn)	3-4%
Manganeso (Mn)	0,5%
Germinación	Inferior al 8%
Presentación	Granos inferiores a 10 mm
Densidad	0,48-0,5 ton./m ³
Nemátodos	Ausentes

Fuente: http://www.bioagro.com.uy/composicion_quimica.htm

2.6 CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)

Para iniciar el cultivo de lechuga se tiene dos opciones: adquirir la planta o sembrar en un semillero. En ambos casos, además de contar con la variedad idónea para cada época del año, se tiene que partir de una buena calidad, tanto en el desarrollo vegetativo como en el estado sanitario.

Los aspectos más relevantes que se deben tener en cuenta a la hora de iniciar el proceso de producción de planta de lechuga de calidad son: la siembra, el riego, la fertilización, el manejo de las temperaturas y el control preventivo de plagas y enfermedades (Suquilanda M. 1996).

2.6.1 Condiciones Agroecológicas del Cultivo

2.6.1.1 Suelos y Altitud

Esta variedad se desarrolla entre los 1800 a 2800 msnm. Los suelos ricos en materia orgánica, al retener agua favorecen al sistema radicular reducido de la lechuga y suple la demanda de agua por parte del cultivo. Suelos de textura franco arenosos y francos arcillosos son los mejores, el pH indicado para que se desarrolle este tipo de cultivo está entre 5.2 y 5.8 en suelos orgánicos.

2.6.1.2 Requerimientos Nutricionales

El cultivo de lechuga no requiere de cantidades altas de nutrientes; sin embargo se debe realizar una comparación con los análisis de suelo y discutir la fertilización para obtener una buena producción.

En el **Cuadro 7**, se encuentran las recomendaciones de fertilización de acuerdo al contenido de nutrientes, expresadas en términos de elementos minerales puros. Recomendaciones de fertilización en hortalizas de hoja (lechuga) por hectárea.

Cuadro 7. Valores nutricionales requeridos para la lechuga.

Nivel de nutrientes en el suelo	M.O. % (SUELO)	N Kg/ha	P (ppm)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	K (meq/100/1)	K ₂ O (Kg/ha)
BAJO	5	40 - 60	< 20	80 -120	< 0,20	40 -60
MEDIO	5-10	20 - 40	20 -40	40-80	0,20 -0,40	20 -40
ALTO	10-20	40	> 40	10-40	> 40	10-20

Fuente: Suquilanda M. 1996. Minilechugas. Manual para la producción orgánica, Quito (Ec.). FUNDAGRO

2.6.2 Tecnología del Cultivo

Suquilanda (1996), plantea la siguiente tecnología del cultivo para la variedad **Green salad bowl**

Arada: Esta labor se la debe realizar un mes antes del trasplante, a una profundidad de 30 centímetros, con esto se consigue airearlo y exponerlo a la acción de los agentes meteorológicos y controladores naturales, con el fin de eliminar plagas que se encuentran en el campo.

Nivelada: Se nivela de manera que cuando se requiera dar riego, el agua se distribuya de forma equivalente.

Elaboración de surcos: Estos surcos se los realiza siguiendo las curvas de nivel con el fin de evitar que el agua erosione el suelo por arrastre de materiales.

Desinfección del suelo: Se la realiza a base de agentes microbiológicos antagonistas, como también se debe espolvorear ceniza si se trata de áreas pequeñas, con esto se logra evitar enfermedades a raíces y al follaje.

Siembra: El cultivo de lechuga se lo debe intercalar con otras hortalizas, leguminosas, hierbas medicinales, empleando un sistema de rotación de cultivos con la finalidad de controlar plagas y lograr un manejo ecológico del suelo.

Siembra indirecta: Se realiza almácigos para luego de 4 a 5 semanas llevar al campo donde serán trasplantadas.

Trasplante: Es aconsejable realizar esta labor cuando la plántula tiene de 3 a 5 hojas, y aproximadamente de 10 a 12 centímetros de altura. Se debe realizar una selección de plántulas para garantizar la homogeneidad del cultivo.

Distancias de siembra: Cuando el riego se lo va hacer por gravedad se debe realizar surcos de 0,30 m y se deja una distancia de 0,25 entre plantas.

Fertilización: Se lo realiza en base a los resultados del análisis de suelo. El abono orgánico se lo incorpora al suelo con anterioridad para que pueda ser aprovechado de mejor manera.

Riego: El agua que se utiliza para esta actividad debe ser lo más limpia ya que la lechuga es una hortaliza que se consume cruda. La frecuencia del riego se lo hace dependiendo de la época.

Deshierbas: Esta labor se la realiza con la finalidad de retirar las malezas, empleando herramientas de labranza (azadón).

Cosecha: El tiempo de cosecha debe estar entre 6 a 8 semanas dependiendo de la variedad que se esté cultivando, esta labor se la debe realizar durante las primeras horas de la mañana para lograr tener una planta fresca y cumplir con parámetros de calidad que exige el mercado.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La Granja experimental Yuyucocha se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Caranqui. Su localización geográfica es:

Latitud:	00° - 21' - 53'' N
Longitud:	78° - 06' - 32'' W
Coordenada X:	819312 m E UTM
Coordenada Y:	10036401 m N UTM
Datum:	WGS 84
Zona:	17 Sur
Altitud:	2243 msnm

En el área se tiene las siguientes características ecológicas:

Temperatura Media:	18,4°C
Precipitación Media:	589,3 mm
Meses Secos:	Julio, Agosto, Septiembre
Humedad Relativa en meses secos:	73,9%
Clasificación Ecológica de Holdridge:	Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB)
Clasificación Bioclimática:	Sub-Húmedo Templado (S. H. TEM.)
Fuente:	Estación meteorológica Ibarra Aeropuerto

El suelo presenta las siguientes características:

SUELO:

Textura: Franco Arenoso (Fco.Ar.)
pH.: Neutro (7,42)
M.O.: Bajo
C.E.: 0,3 dS/m (No salino)
C.I.C.: 11,3 cmol/kg

Taxonomía del suelo:

Orden: Inceptisol
Suborden: Andepts
Gran grupo: Eutrandepts
Subgrupo: Vitric Eutrandepts
Símbolo cartográfico: Hw

Los inceptisoles están formados por materiales líticos de origen volcánico. Son superficiales a moderadamente profundos y de topografía plana a ondulada. Morfológicamente presentan perfiles de formación incipiente, en los cuales se destaca la presencia de un horizonte cámbico (B) de matices pardo amarillento con evidencias de alteración y falta de acumulación de material iluviado.

Los Andepts son Inceptisoles originados de cenizas volcánicas y su ocurrencia está en o cerca de las montañas que tiene actividad volcánica (principalmente en el callejón interandino). Son suelos que se presentan más o menos sin restricciones de drenaje, alto contenido de materiales piroclásticos. La característica principal de estos suelos es que debido a que pueden ser originados de diferentes aportes volcánicos, presentan muchas veces horizontes enterrados que corresponden a anteriores capas superficiales ricas en materia orgánica. (SOIL TAXONOMY, 1975).

MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

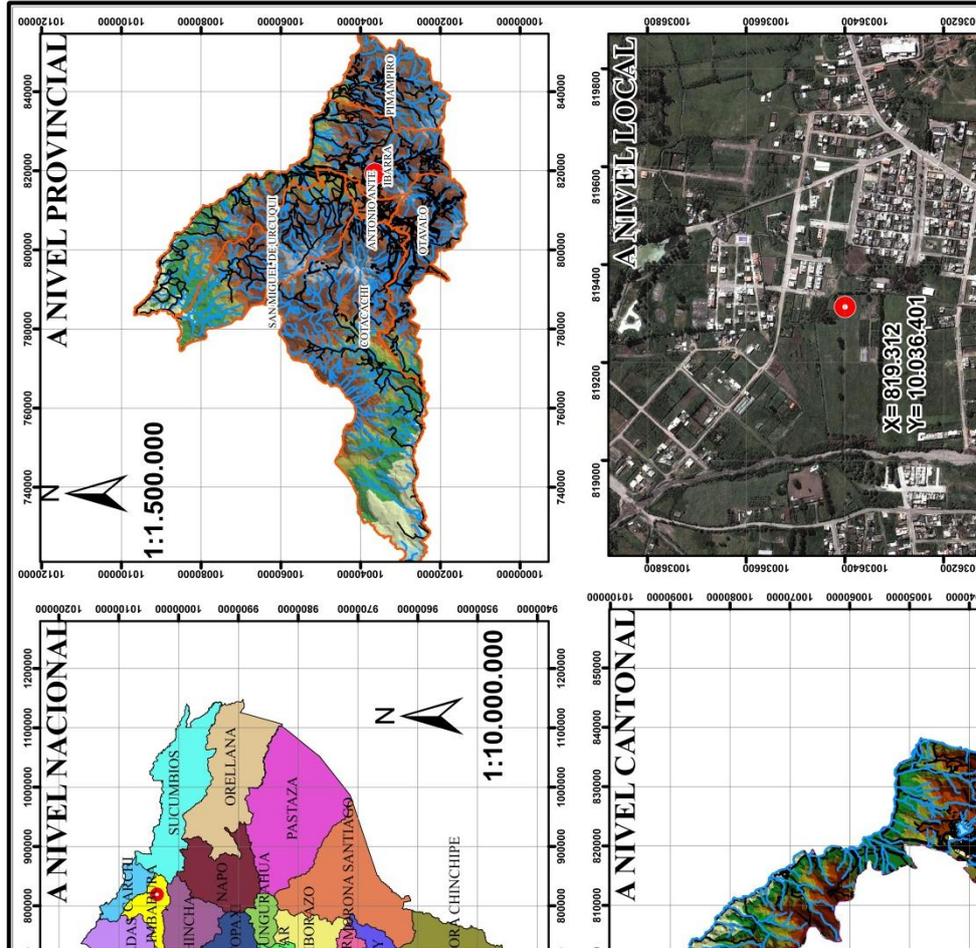
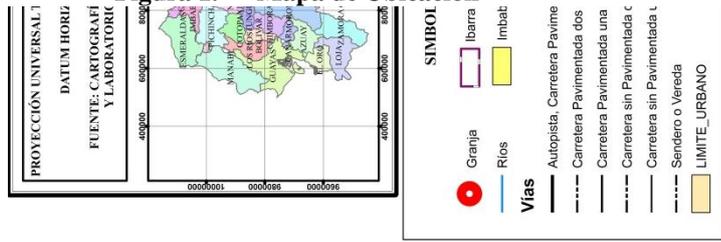


Figura 1. Mapa de Ubicación



UNIVERSIDAD
FACULTAD DE I
AGROPECUA
ESCUELA
RECURSOS NA

Tesis:
 Efecto de Azollasp., en la p
 del suelo en la Granja Experi

Tema:
MAPA DE U

3.2 MATERIALES

Materiales de campo:

- Material vegetal (residuos de cosechas)
- Estiércol de animal(ganado vacuno ,ovino y animales menores)
- Ceniza vegetal
- Lombrices (*Eisenia foetida*)
- Helecho (*Azolla sp.*)
- Agua de riego
- Estacas
- Rollo de piola nylon
- Fundas ziploc para muestras de suelo
- Cinta adhesiva
- Semillas de lechuga variedad “**Green salad bowl**”
- Herramientas agrícolas: palas, azadones, rastrillos
- Sarán
- Productos fitosanitario orgánicos
- Manguera de riego
- Trampas para edafofauna: recipientes, detergente, alcohol, formol
- Rótulos de madera
- Libretas de campo

Materiales de oficina:

- Carta topográfica de Ibarra a escala: 1:50.000
- Software ArcGis 9.3

Materiales y equipos de laboratorio:

- Balanza analítica
- Cajas petri

- Microscopio (Estereoscopio)
- GPS Garmin 60 CSX
- Muestreador de suelos
- Calibrador pie de rey
- Tensiómetros
- Computador portátil
- Flash memory
- Impresora
- Cámara digital
- Filmadora
- Proyector de imágenes

3.3 MÉTODOS

La investigación comprendió las siguientes fases:

- Preparación y obtención de los tres abonos a evaluarse.
- Delimitación del área del ensayo
- Preparación del suelo y obtención de plántulas de lechuga
- Trasplante y cuidados culturales del cultivo
- Registro de resultados y procesamiento de la información

3.3.1 Factores en estudio

Los factores en estudio fueron tres tipos de abonos:

- *Azolla sp.*
- Humus de lombriz, y
- Compost

3.3.2 Tratamientos

Los tratamientos empleados fueron los siguientes:

T0 Testigo

T1 *Azolla sp.*

T2 Humus

T3 Compost

3.3.3 Diseño experimental

Para este ensayo se implementó el Diseño de Bloques Completos al Azar con tres tratamientos y un testigo absoluto. Se hicieron cinco repeticiones.

3.3.4 Características del experimento

Repeticiones	5
Tratamientos + Testigo	4
Total de unidades experimentales	20
Área total	208,28 m ²
Forma de la parcela	Rectangular
Tamaño de la unidad experimental	4,5 m ² (3 x 1,5)m
Numero de surcos	5
Número de plantas por surcos	12
Distancia entre surcos	0,30 m
Distancia entre plantas	0,25 m
Número de plantas por unidad experimental	60
Área de la parcela neta	1,80 m ²
Plantas/parcela neta	24

3.3.5 Análisis estadístico

El esquema del análisis de varianza, fue el siguiente:

t: Tratamientos= 3 + T0

r: Repeticiones= 5

ADEVA	
F. de V.	gl.
Total	$(t \times r) - 1 = 19$
Bloques	$(r-1) = 4$
Tratamientos +T	$(t-1) = 3$
Error	$(t-1)(r-1) = 12$
CV (%)	

3.3.6 Análisis funcional

Al detectar diferencias significativas entre tratamientos se procedió a realizar las siguientes pruebas estadísticas:

- Prueba de Tukey al 5%

3.3.7 Variables evaluadas

- **Calidad nutricional de la *Azolla sp.*, en relación con el compost y humus de lombriz**

Se efectuó a través del análisis de laboratorio, para determinar los principales nutrientes de cada uno de los abonos. Se midió macronutrientes, micronutrientes, carbono orgánico, relación C/N, para luego mediante comparación determinar la calidad de cada uno de ellos.

- **Cambio en las propiedades físico-químicas del suelo con los tres tipos de abonos**

Se realizó mediante dos análisis de suelo: antes del cultivo; y, después del cultivo, en este caso para cada uno de los tratamientos. Se estableció cambios en pH, textura, densidad aparente, porosidad, macro y micronutrientes, capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica y constantes hidrofísicas (CC, PM, AA). Los resultados se evaluaron por comparación.

- **Evaluación del cultivo**

Se realizó mediante la medición, para cada uno de los tratamientos, de las siguientes variables:

- Prendimiento y sobrevivencia, en porcentaje;
 - Longitud de hojas (cm), a los 15, 30 y 45 días del trasplante
 - Número de hojas a los 15, 30 y 45 días de la trasplante.
 - Longitud de raíces (cm), diámetro de tallo (cm): y, peso de las plantas (g).
- Estas variables se evaluaron al momento de la cosecha.

La incidencia de plagas se determinó mediante trampas y por observación directa en el cultivo.

La productividad se estableció para cada tratamiento y los resultados se expresaron en kg/ha.

- **Costos/tratamiento**

Se estableció el costo considerando costos directos e indirectos; para luego con los datos obtenidos calcular la relación beneficio/costo.

- **Modificación en la macro-edafofauna antes, durante y después de los tratamientos.**

Se midió en tres ocasiones: antes, durante y después del cultivo. En las dos últimas épocas, para cada uno de los tratamientos.

Se ubicó, trampas Pitfall, para luego identificarlos en el laboratorio de Biología de la Universidad Técnica del Norte con lo que se determinó la variación de la riqueza y diversidad de organismos de los tratamientos, tanto antes, durante y después de la aplicación de éstos.

3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

- **Obtención del compost**

En una compostera de 1,5 x 3 metros se colocaron capas ordenadas de: residuos de cosechas, estiércol, tierra y ceniza. Posteriormente, los materiales se mezclaron y homogenizaron, previa trituración para más fácil descomposición.

Una vez formado el montón se realizó un manejo adecuado de la compostera, aireándola y humedeciéndola según fuera necesario, para favorecer la actividad de los microorganismos.

- **Obtención del humus de lombriz**

Se utilizaron los mismos materiales y cantidades, con que se elaboró el compost. Se adicionó lombrices (*Eisenia foetida*). La descomposición en el lecho se favoreció, mediante manejo adecuado de la humedad, aireación y temperatura.

- **Obtención del abono a base de *Azolla sp.***

Para la obtención del abono orgánico se recolectó *Azolla sp.*, en un estanque; una vez obtenido el material necesario para la investigación se realizó la deshidratación del mismo, para lo cual se lo expuso directamente al sol por una semana, para después triturarlo, a mano por así permitirle este material orgánico.

Finalmente, se lo tamizó a través de una malla para luego aplicarlo como abono en las parcelas correspondientes.

- **Delimitación del área del ensayo**

Se delimitó las parcelas experimentales, según dimensiones previamente establecidas (3 x 1,5 m). Posteriormente, se distribuyeron los tratamientos en función del sorteo realizado (Ver Figura 2).

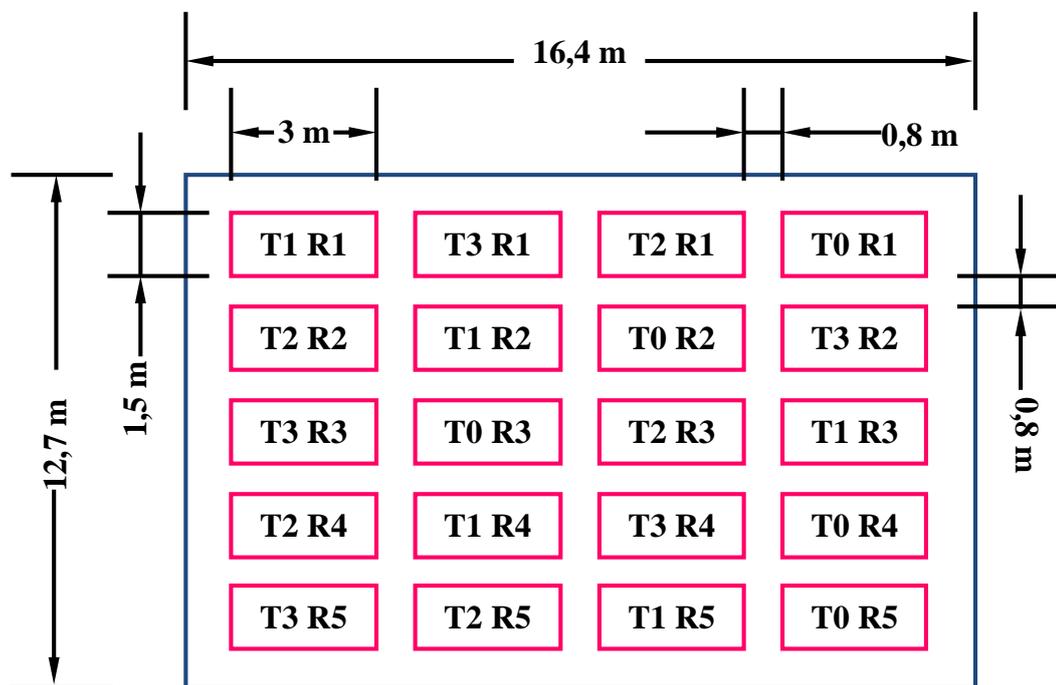


Figura 2. Distribución de los Tratamientos y Repeticiones

- **Evaluación de la calidad de la *Azolla sp.*, en relación con los otros abonos**

Una vez obtenido los tres abonos se realizó el respectivo análisis de nutrientes en el Laboratorio de Fertilizantes de Agrocalidad, de cada uno de ellos para evaluar la calidad de estos por comparación (Ver anexo 2.)

- **Aplicación de los abonos**

La aplicación del abono se hizo realizando el respectivo cálculo, según los requerimientos de la lechuga, contenido nutricional de los abonos y resultados del análisis de suelo (Anexo 1).

La aplicación se realizó 20 días antes del trasplante, incorporándolo en toda la parcela.

Las cantidades requeridas, por unidad experimental (parcela), fueron:

Compost: 8 kg

Humus: 7 kg

Azolla sp.: 7,2 kg (de materia seca)

- **Manejo del Cultivo**

Preparación del terreno

Para preparar el terreno se removió el suelo manualmente con azadón. Una vez que se obtuvo un suelo suelto y con condiciones aptas para el cultivo; posterior a la aplicación de los abonos correspondientes, se realizó los respectivos surcos.

Obtención de plántulas

Se elaboró un semillero en una platabanda de 1 x 3 m. Las semillas se sembraron en surcos distanciados en 5 centímetros. Cuando las plantas tuvieron alrededor de tres a cuatro hojas se trasladaron al lugar del ensayo.

Siembra y trasplante

Para la obtención de las plántulas se realizó un semillero 3 x 1 m, cerca del sitio experimental.

El trasplante se lo realizó a las tres semanas de siembra de las semillas una vez que las plántulas alcanzaron el tamaño óptimo (3 a 5 hojas verdaderas); colocando las plántulas a distancias de 0,30 m entre surcos y 0,25 m entre plantas.

Prácticas culturales

Se realizó el cuidado correspondiente haciendo los riegos cada día después de la siembra y luego del prendimiento una vez por semana o según las condiciones de humedad del suelo; así mismo se hizo dos deshierbas y aporques.

Cosecha

La cosecha se realizó a los 45 días luego de la siembra cuando las plantas alcanzaron la madurez comercial.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CALIDAD NUTRICIONAL DE LA *Azolla sp.*, EN RELACIÓN CON EL COMPOST Y HUMUS DE LOMBRIZ

Para ello se realizó análisis del contenido de nutrientes de cada uno de los abonos elaborados. Los datos constan en el **Cuadro 8**.

Cuadro 8. Contenido nutricional de *Azolla sp.*, humus y compost. Yuyucocha, UTN, 2012

Nutriente	<i>Azolla sp.</i>	Humus	Compost
NT	1,31%	0,42%	0,33%
P ₂ O ₅	0,06%	0,22%	0,23%
K ₂ O	0,09%	0,04%	0,17%
CaO	0,87%	0,73%	1,05%
MgO	0,53%	0,49%	0,34%
Fe ⁺⁺	1,0%	2,74%	2,50%
Cu ⁺⁺	4 ppm	20 ppm	21 ppm
Zn ⁺⁺	38 ppm	73 ppm	102 ppm
Mn ⁺⁺	358 ppm	314 ppm	345 ppm
MO	67,57%	7,98%	7,75%
pH	5,59	7,55	8,30
Relación C/N	29,92	11,02	13,63

Fuente: Laboratorio de Agrocalidad, 2012.

De acuerdo con los resultados de los análisis efectuados en el laboratorio se obtuvo que, el helecho *Azolla sp.*, mismo que previamente fuera secado y triturado, se asemeja en la riqueza nutricional de los abonos orgánicos convencionales como son el Humus y el Compost. Los valores más altos en cuanto a nitrógeno (NT), magnesio (MgO), manganeso (Mn), y Materia Orgánica (MO), se deben a que la *Azolla sp.*, no fue un material descompuesto; lo cual se deja entrever también en la relación carbono nitrógeno que fue cercana a 30.

En cuanto al pH, la *Azolla sp.*, mostró una reacción ligeramente ácida, el humus fue prácticamente neutro; mientras, el compost dio un pH alcalino, por lo se podría afirmar que en los dos primeros casos (*Azolla* y humus), serían más adecuados para el suelo por su reacción; en tanto que, el compost tendría mayor afectación por su mayor contenido de sales, sin embargo, este hecho no se vio reflejado al final del ensayo pues la conductividad eléctrica del extracto de saturación en los tres casos fue menor de 2 ds/m, es decir sin salinidad. Esto indica que el riego cumplió un importante papel en eliminación de posibles contenidos de sales presentes en el suelo.

El abono orgánico con el helecho *Azolla sp.*, fue menor a los otros abonos en los contenidos de fósforo (P_2O_5), cobre (Cu) y zinc (Zn), lo que se explica por su menor mineralización.

En las **Figuras 3a9**, se ilustran los contenidos de materia orgánica, pH, macro y micronutrientes presentes en cada uno de los abonos estudiados.

4.1.1 Contenido de materia orgánica en los tres tipos de abonos

El valor de la materia orgánica para la *Azolla sp.*, fue de 67,57% que es el valor más alto en comparación con el resto de abonos orgánicos, seguido por el humus y el compost que registraron 7,98 y 7,75%, respectivamente. Estas cantidades son importantes toda vez que la materia orgánica forma varios compuestos que ayudan

al crecimiento tanto de las plantas como de los microorganismos; por lo que, es indispensable su presencia en el suelo.

A continuación en la **Figura 3**, se comparan gráficamente los contenidos de materia orgánica para *Azolla sp.*, humus de lombriz y compost.

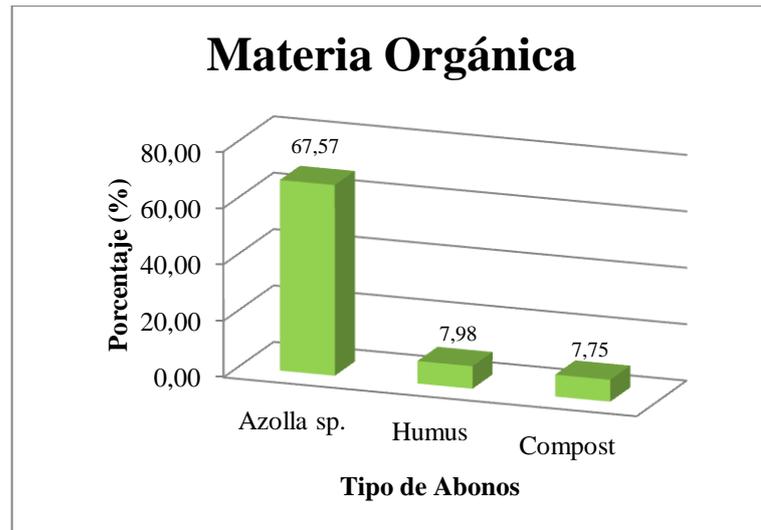


Figura 3. Contenido de materia orgánica en cada uno de los abonos

4.1.2 Relación Carbono-Nitrógeno en los tres tipos de abonos

La relación carbono/nitrógeno indica la calidad de materia orgánica que tienen los abonos al aplicarlos en el suelo.

En la *Azolla sp.*, la relación Carbono-Nitrógeno fue de 29,92; seguido por el Compost que tiene un valor de 13,63 y por último el Humus con 11,02; lo cual es concordante con el estado de mineralización (**Figura 4**). La relación fue menor en el humus por su mayor descomposición y por tanto mejor disponibilidad de nutrientes para las plantas; lo cual no influyó en los resultados finales del cultivo de lechuga ya que la mejor producción se observó en *Azolla sp.*

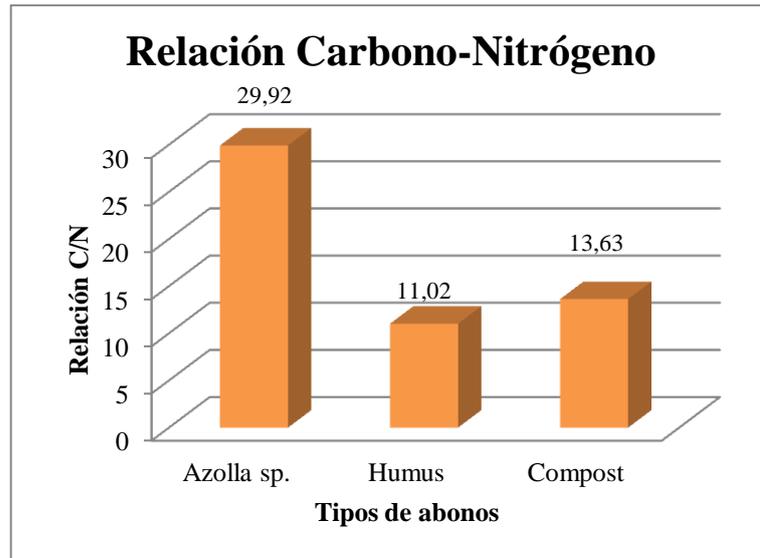


Figura 4. Relación Carbono-Nitrógeno en cada uno de los abonos

4.1.3 pH en los tres tipos de abonos

El valor del pH de la *Azolla sp.*, fue de 5,59 correspondiente a ligeramente ácido; el del humus 7,55, prácticamente neutro; y, el compost con 8,30 que fue el valor más alto, es decir el valor alcalino (**Figura 5**). De esto se puede afirmar que en cuanto a la reacción el mejor abono fue *Azolla sp.*, ya que a pH neutro o ligeramente ácido se dan las condiciones más favorables para encontrar los elementos de forma soluble y con buena disponibilidad.

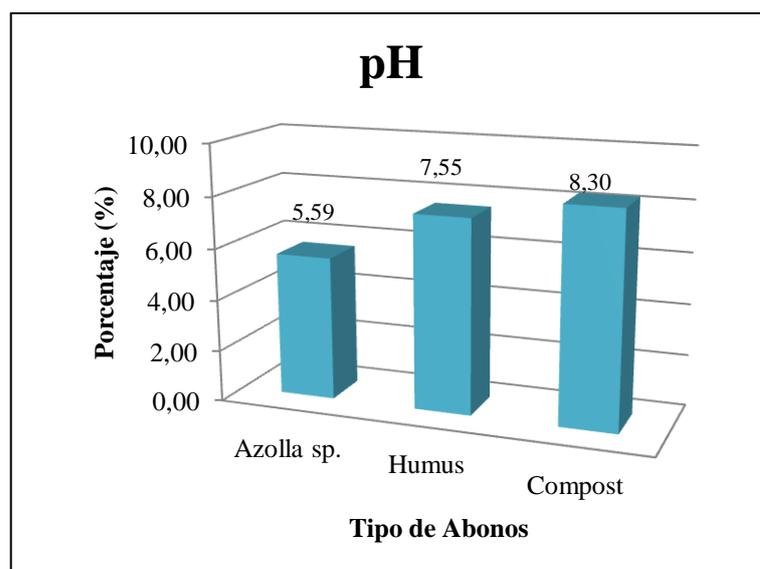


Figura 5. pH del abono de *Azolla sp.*, compost y humus de lombriz

4.1.4 Contenido de Macronutrientes en los tres tipos de abonos

El nitrógeno en el suelo favorece al crecimiento de las plantas, ya que este elemento es un componente básico de las proteínas, ácidos nucleicos, clorofilas entre otros. El valor de este nutriente para la *Azolla sp.*, fue de 1,31%, valor que es prácticamente dos y cuatro veces los contenidos de nitrógeno del Humus y compost, que tuvieron 0,42% y 0,33% respectivamente. Aquí se puede observar que la *Azolla sp.*, es mejor para la producción de cultivos cuyo objetivo comercial es el follaje (**Figura 6**).

El Fósforo que como nutriente contribuye a la formación de yemas y raíces, fue menor para *Azolla sp.*, con 0,06%, valor más bajo en comparación con los otros dos abonos: Compost con 0,23% y Humus con 0,22%.

El potasio elemento útil en las reacciones enzimáticas, metabolismo y translocación del almidón, absorción del ión NO_3^- , apertura de estomas y síntesis de proteínas, acentúa el vigor de las plantas, aporta resistencia a las enfermedades y da fuerza al tallo- resultó ser mayor en el compost con 0,17%, seguido de *Azolla sp.*, con 0,09% y humus con 0,04%. La *Azolla sp.*, registró un contenido intermedio entre el compost y el humus, en cuanto al contenido de potasio.

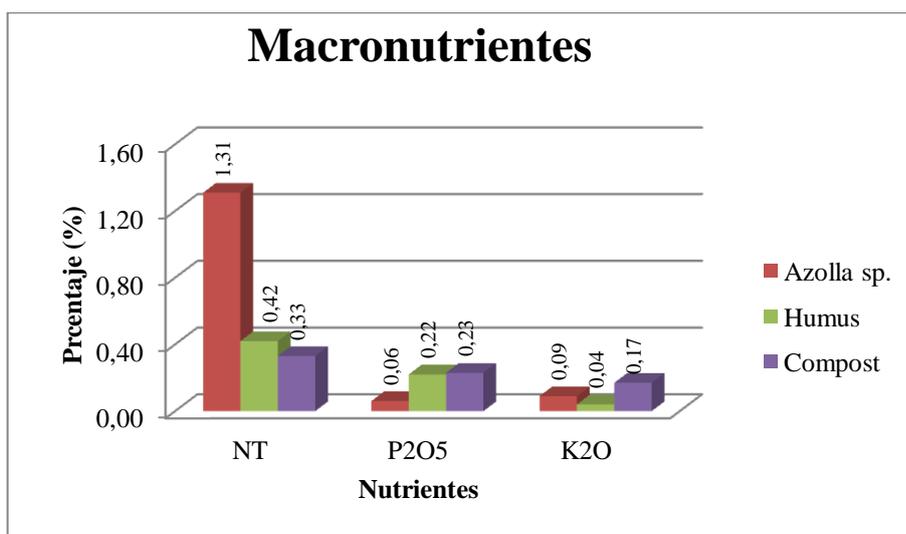


Figura 6. Contenido de Nitrógeno total, Fósforo y Potasio en cada uno de los abonos

El Calcio estimula el crecimiento de la raíz y el tallo de la planta, además permite que la planta tome fácilmente los alimentos del suelo. La cantidad de este nutriente en la *Azolla sp.*, es de 0,87% que es el segundo valor más alto en comparación con el resto de abonos orgánicos, seguido por el Humus con 0,73%, mientras que el Compost ocupa el valor más alto con 1,05%.

El Magnesio ayuda a la formación de aceites y grasas y principalmente en la formación de clorofila, sin la cual la planta no puede formar azúcares. El valor de este importante nutriente para el *Azolla sp.*, es de 0,53% que es el valor más alto en comparación con el resto de abonos orgánicos, seguido por el Humus con 0,49%, y el Compost con 0,34%. (Figura 7)

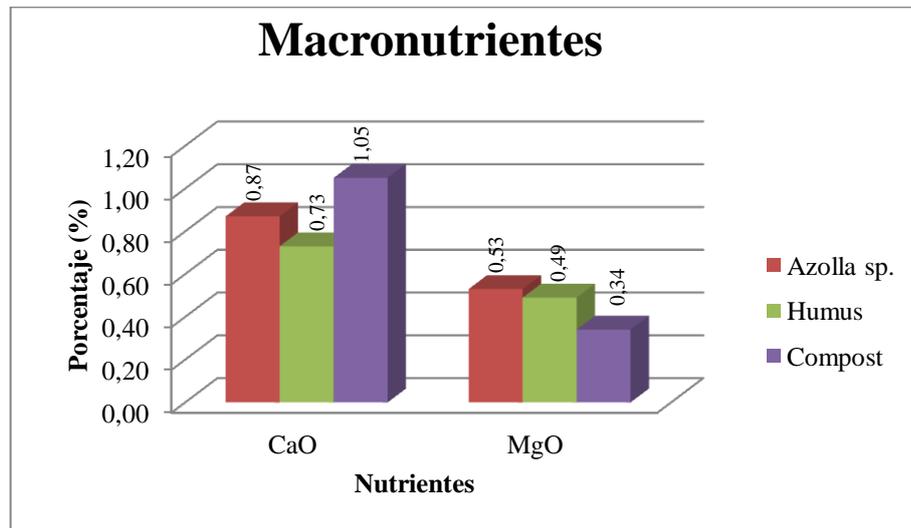


Figura 7. Contenidos de Calcio y Magnesio asimilables, en cada uno de los abonos

4.1.5 Contenido de Micronutrientes en los tres tipos de abonos

Los micronutrientes son elementos que las plantas los requieren en menor cantidad, pero necesarios ya que la deficiencia altera el crecimiento y desarrollo.

4.1.5.1 Contenido de Hierro en los tres tipos de abonos

El Hierro al aplicarlo en el suelo evita la clorosis o amarillamiento férrico de las plantas. El valor de este elemento para la *Azolla sp.*, fue de 1% que es el valor

más bajo en comparación con otros abonos orgánicos, compost y humus con 2,50 y 2,74%, en su orden (**Figura 8**). Todos los valores de hierro, resultaron ser altos en los tres abonos y no se evidenció problemas por la deficiencia de este nutriente.

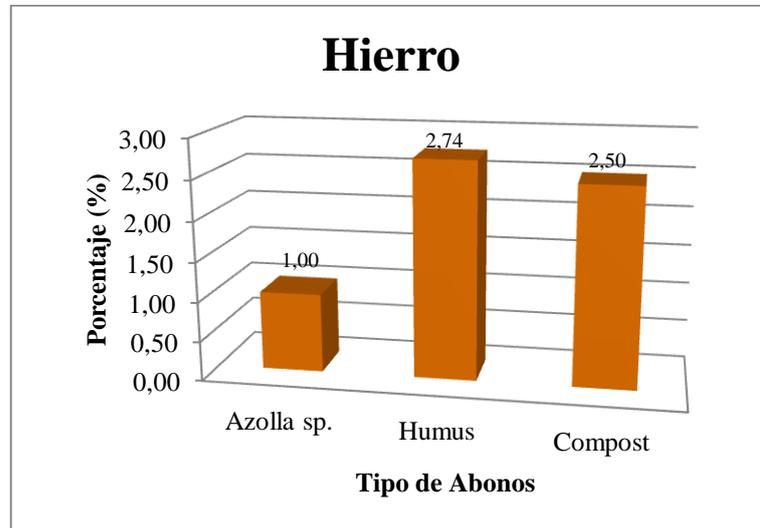


Figura 8. Contenido de Hierro de *Azolla sp.*, compost y humus de lombriz

4.1.5.2 Contenido de cobre, zinc y manganeso en los tres tipos de abonos

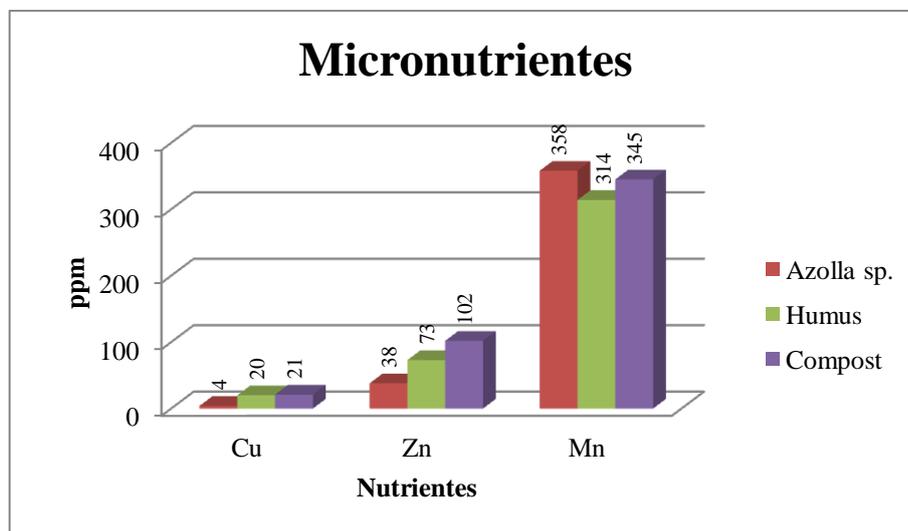


Figura 9. Contenido de Cobre, Zinc y Manganeso en el *Azolla sp.*, compost y humus de lombriz

En cuanto a los contenidos de cobre, zinc y manganeso (**Figura 9**), la *Azolla sp.*, resultó ser mejor en la cantidad de manganeso con 358 ppm; mientras que, en

cobre zinc registró los valores más bajos de 4 y 38 ppm, respectivamente. El manganeso es indispensable en la síntesis de la clorofila, lo cual es relevante ya que en el cultivo de lechuga se requiere que el follaje presente coloración verde. Para el contenido de cobre y Zinc, los resultados fueron más bajos en relación con los otros abonos; sin embargo, fueron suficientes, pues no se observaron deficiencias nutricionales en ninguno de los tratamientos investigados.

4.2 CAMBIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRES TIPOS DE ABONOS

Mediante análisis de laboratorio se determinó las propiedades físico-químicas del suelo, tanto antes del cultivo como después de la cosecha. Ello permitió determinar los cambios ocurridos en el suelo, para luego inferir su mejoramiento o degradación.

4.2.1 Propiedades Físicas

Dentro de ello se determinaron las constantes hidrofísicas: humedad equivalente, capacidad de campo, punto de marchitez y agua aprovechable; además, clase textural y densidad aparente (Ver Cuadro 9).

Cuadro 9. Propiedades físicas del suelo antes y después del cultivo de lechuga. Yuyucocha, UTN, 2012

PROPIEDADES		Antes	Después del cultivo			
		Suelo sin abonar	Testigo	<i>Azolla sp.</i>	Humus	Compost
Humedad Equivalente (%)		13,48	14,42	17,04	16,37	16,08
Capacidad de campo 1/3 atm (%)		14,28	15,09	17,36	16,78	16,53
Punto de marchitez 15 atm (%)		7,33	7,84	9,26	8,9	8,74
Agua aprovechable (%)		6,95	7,25	8,1	7,88	7,79
Textura	% Arena	46	50	42	48	48
	% Limo	38	35	43	37	37
	% Arcilla	16	15	15	15	15
Clase Textural		Franco	Franco	Franco	Franco	Franco
Densidad aparente (δ_a)		1,3	1,38	1,4	1,4	1,41

Fuente: Laboratorio de Agrocalidad, 2012.

Del Cuadro 9 y Figura 10, se puede determinar que, con la aplicación de abonos el suelo mejoró notoriamente en cuanto a las constantes hidrofísicas, lo cual indica que aumentó la retención de humedad. Si se compara en cuanto a abonos entre sí los datos fueron más altos para *Azolla sp.*, que favoreció más la relación suelo-agua, superando al resto de los tratamientos aplicados, tanto como en Humedad equivalente, Capacidad de campo, Punto de marchitez y Agua aprovechable. A este tratamiento siguieron el humus y compost; y, al final el testigo absoluto. Ello tiene especial connotación, pues al haber más agua aprovechable la cantidad de riego a aplicar es menor; es decir, se reducen los volúmenes de agua que debe reponerse en el suelo, lo cual disminuye el consumo (se ahorra agua).

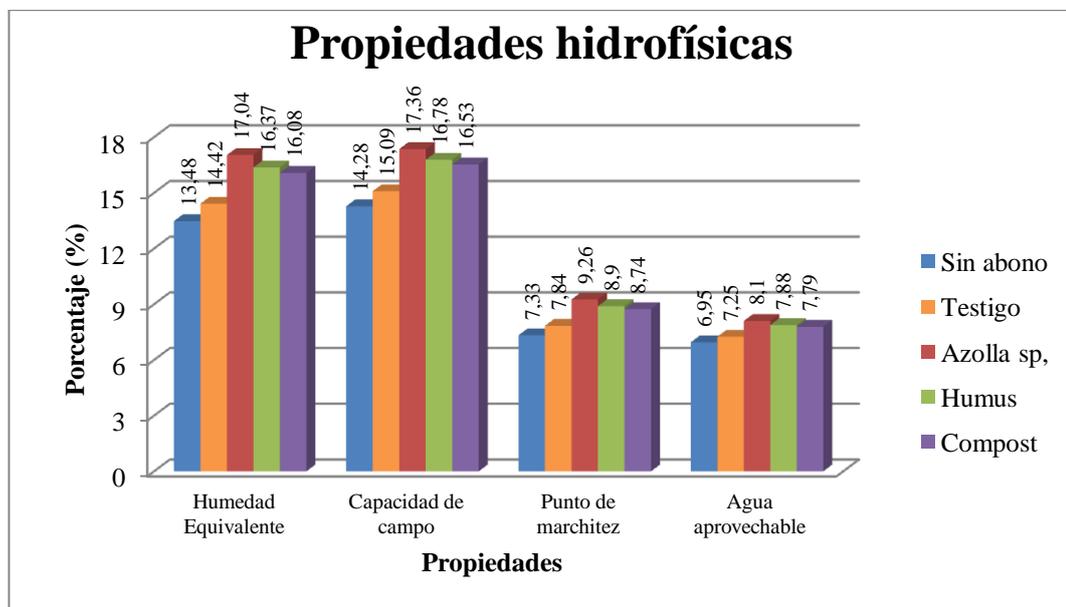


Figura 10. Histograma de las constantes hidrofísicas del suelo, antes del cultivo; y, después en los tratamientos con *Azolla sp.*, compost y humus de lombriz. Yuyucocha, UTN, 2012.

Las diferencias de contenidos de humedad también se aprecian al comparar el suelo sin abonar (antes del cultivo); y, el testigo, siendo mayores los valores en éste último. Esto tiene su razón de ser por cuanto para el cultivo el suelo fue previamente preparado, con lo que se facilitó la aireación y porosidad; y, en consecuencia la retención de humedad.

La textura del suelo donde se realizó el estudio fue de tipo Franco y no registró cambios porque no se cambió (ni agregó, ni quitó), fracciones de tipo mineral.

La densidad aparente se ubicó en un promedio de $1,4 \text{ g/cm}^3$, lo cual es coincidente con la textura del suelo (suelo de textura media) y de porosidad entre el 40-45%. Por otra parte, también indica que el suelo no sufrió compactación.

En la **Figura 10**, se aprecia gráficamente que los contenidos de humedad tanto en Humedad equivalente, Capacidad de campo, punto de marchitez y agua aprovechable, mostraron un comportamiento que en orden descendente fue para *Azolla sp.*, seguido de Humus, compost, testigo; y, al final antes del cultivo, lo que da la idea de cuán importante es la aplicación de materia orgánica y abonos en la retención de humedad del suelo.

4.2.2 Propiedades Químicas

Para establecer variaciones se determinaron, mediante análisis de laboratorio, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre, zinc; conductividad eléctrica; y, capacidad de intercambio catiónico. Esto, antes del cultivo; y, después de él para cada uno de los tratamientos aplicados.

En términos generales, si se comparan los resultados antes y después del cultivo, se puede notar que las cifras son mayores en el segundo caso, lo que significa que mejoró la fertilidad del suelo. Esto se puede ver especialmente en lo referente a los contenidos de Materia Orgánica (MO), nitrógeno (N), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn); y, también en capacidad de intercambio catiónico (CIC); es decir, en un 90% del contenido nutricional del sustrato con *Azolla sp.* Ello es favorable toda vez que la fertilidad se ve aumentada aún luego de que el cultivo ya usó los nutrientes para su crecimiento y desarrollo. Para un nuevo cultivo la fertilidad está más alta y por lo tanto, se deberá poner menor cantidad de nutrientes lo cual se verá reflejado en los costos menores que deba realizarse por este concepto. Como se puede observar en el **Cuadro 10**.

Cuadro 10. Propiedades químicas del suelo antes y después del cultivo de lechuga. Yuyucocha, UTN, 2012.

Propiedades	ANTES	DESPUÉS			
	Suelo sin abono	Testigo	<i>Azolla sp.</i>	Humus	Compost
PH	7,42	7,72	6,75	7,42	7,52
MO (%)	1,5	1,43	2,51	2,51	1,79
N (%)	0,07	0,07	0,12	0,12	0,09
P (ppm)	31,5	48,2	43,1	56,1	59,7
K (cmol/kg)	0,34	0,39	0,32	0,29	0,38
Ca (cmol/kg)	6,48	9,12	8,16	9,24	9,77
Mg (cmol/kg)	2,42	3,72	3,74	3,55	3,63
Fe (ppm)	43,90	103,8	124,1	107,7	96,6
Mn (ppm)	8,62	8,08	12,24	8,18	9,05
Cu (ppm)	3,41	4,55	4,43	4,46	4,44
Zn (ppm)	1,59	3,49	3,59	3,52	4,19
CE (ds/m)	0,37	0,74	0,4	0,75	0,66
CIC (cmol/kg)	11,3	10,36	12,52	12,52	11,08

Fuente: Laboratorio de Agrocalidad, 2012.

En cuanto al pH, este se mantuvo ligeramente neutro, con pequeñas variaciones cuantitativas, que no afectaron prácticamente su cualificación; y, por otra parte en este rango se mantiene dentro de los límites que garantizan una buena absorción de nutrientes.

Respecto de la conductividad eléctrica, ésta permaneció dentro de los límites de no salinidad, que aseguran más seguridad en cuanto al rendimiento de los cultivos.

A continuación se hace constar un análisis más pormenorizado, en cuanto a variables de fertilidad y tratamientos investigados (**Figuras 11-23**).

4.2.2.1 pH en el suelo, antes y después del cultivo

El pH de suelo fue relativamente menor en los tratamientos con abonos en relación con lo que se observó antes del cultivo y con el Testigo. El mejor valor de pH se obtuvo en el tratamiento con *Azolla sp.*, que registró un valor de 6,75 (prácticamente neutro), rango en el que de igual manera se encuentran los otros

tratamientos: Humus con 7,42 y Compost con 7,52; mientras, el Testigo tuvo 7,72. En caso de *Azolla sp.*, pudiera probarse para bajar la alcalinidad del suelo (Ver **Figura 11**).

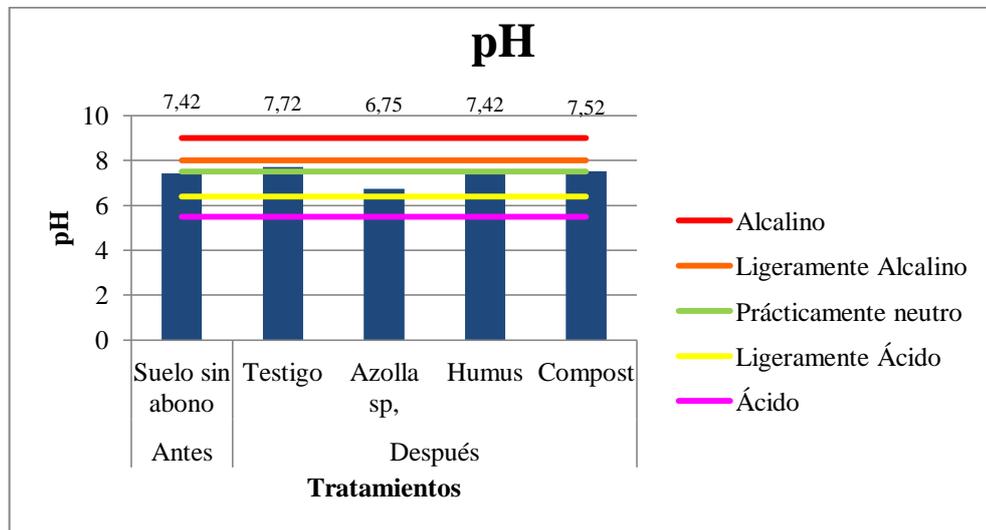


Figura 11. pH del suelo, antes y después del cultivo

El pH después del cultivo, resultó ser óptimo para la actividad microbiana que es importante en el proceso de descomposición y transformación de la materia orgánica; también en la disponibilidad de nutrientes, este rango de pH es favorable.

4.2.2.2 Materia Orgánica en el suelo

La Materia Orgánica en el suelo se vio mayormente favorecida en los tratamientos con *Azolla sp.*, y humus, pues subieron a 2.51% (alto); mientras, con el compost se tuvo 1,79% y el Testigo 1,43% (ambos en el rango medio). Lo que ratifica la importancia de añadir abonos orgánicos al suelo, especialmente *Azolla* y humus para subir el contenido de materia orgánica.

En la **Figura 12** Se indica la materia orgánica antes y después de la aplicación de los tratamientos de *Azolla sp.*, Humus, Compost y el testigo.

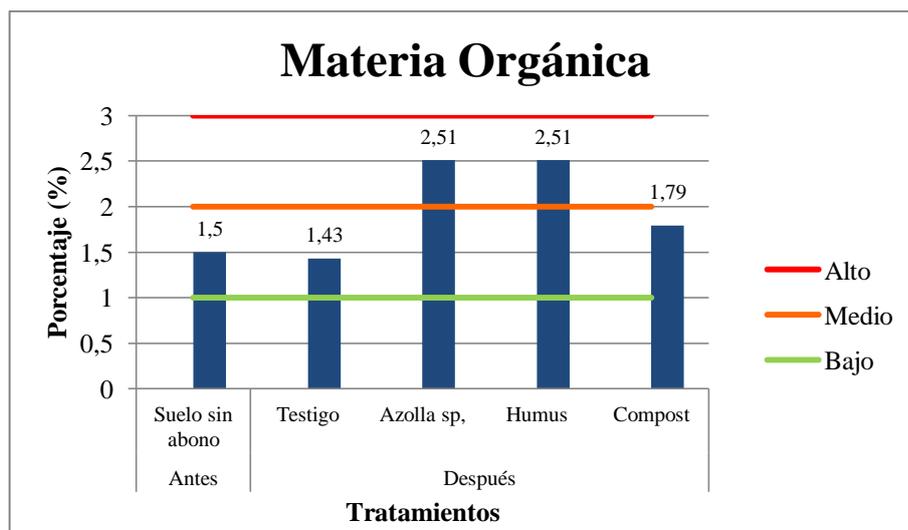


Figura 12. Materia Orgánica antes y después de los tratamientos

4.2.2.3 Nitrógeno total en el suelo, antes y después del cultivo

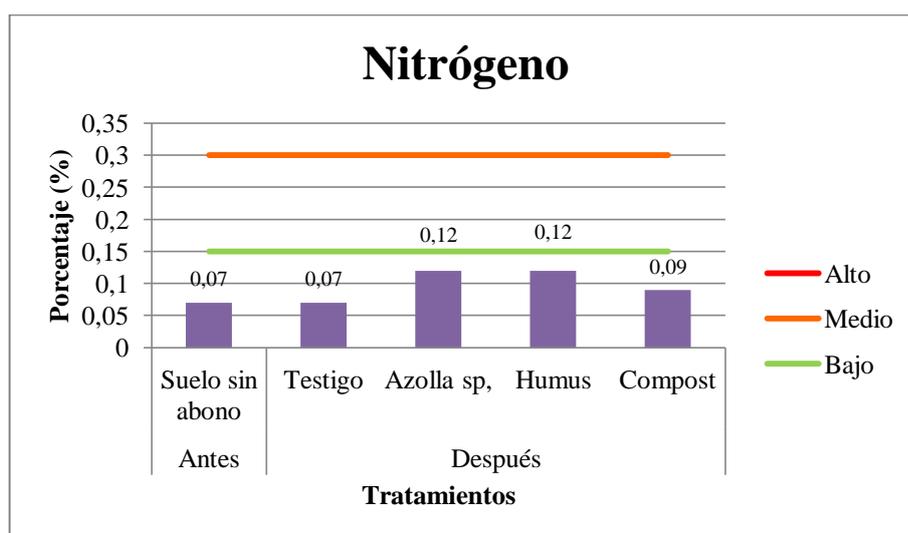


Figura 13. Nitrógeno antes y después de los tratamientos

Como se observa en la **Figura 13**, el Nitrógeno en el suelo que recibió la adición de *Azolla sp.*, registró un aumento en relación con el suelo sin fertilización de la primera muestra. De 0,07% a 0,12%, dato que es el mismo tanto en *Azolla*, como en el humus. En los valores del antes y el Testigo después del cultivo se observó que son iguales con 0,07%, mismo que se encuentra por debajo de los requerimientos de Nitrógeno para suelos de la Región Sierra, por lo que para poner cultivos habría que llenar los requerimientos de este nutriente.

4.2.2.4 Fósforo en el suelo, antes y después del cultivo

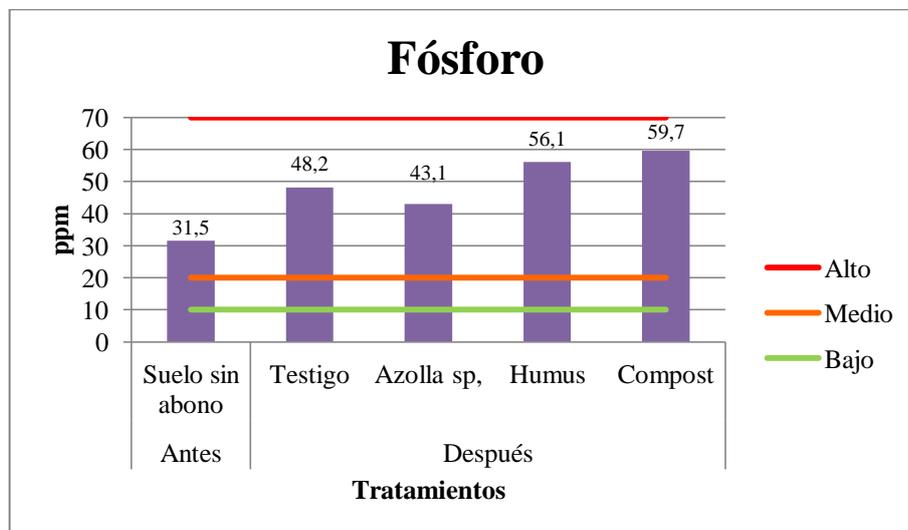


Figura 14. Fósforo antes y después de los tratamientos

Los contenidos de Fósforo fueron mayores en el compost con 59,7 ppm; luego siguió el humus con 56,1 ppm; el Testigo 48,2 ppm; y, al final la *Azolla* con 43,1 ppm (Figura 14). En relación con el “antes” el dato fue de 31,5 ppm que fue el más bajo de todos. No obstante, todos los valores se ubicaron dentro del rango alto. Esto es importante porque el fósforo tiene poca movilidad y es un macronutriente necesario para la formación especialmente de raíces de las plantas.

Todos los datos incluidos, del antes y después de los tratamientos, se encuentran en cantidades de fósforo son altas para la Región Sierra, donde los requerimientos de fósforo para el cultivo de lechuga son sólo 20 ppm y la *Azolla sp.*, se encuentra sobre este valor con una diferencia adicional de 23,1 ppm.

4.2.2.5 Potasio en el suelo, antes y después del cultivo

El **Potasio** en el suelo en que se aplicó la *Azolla sp.*, aumentó en comparación con el suelo sin abonar (de 0,18 a 0,32 cmol/kg). De igual manera ocurrió con el Humus que tuvo 0,29 cmol/kg y que fue el valor más bajo; mientras que, el Compost registró 0,38 cmol/kg y de igual manera el Testigo con 0,39 cmol/kg (Figura 15). Todos los valores de los tratamientos se ubicaron en el rango medio

a diferencia del suelo antes del ensayo que tuvo un nivel bajo. Se tiene entonces que la fertilización con los tres abonos estudiados, sí elevó los niveles de potasio en el suelo lo cual es ventajoso para el desarrollo de la planta ya que este elemento ayuda en la síntesis de nutrientes.

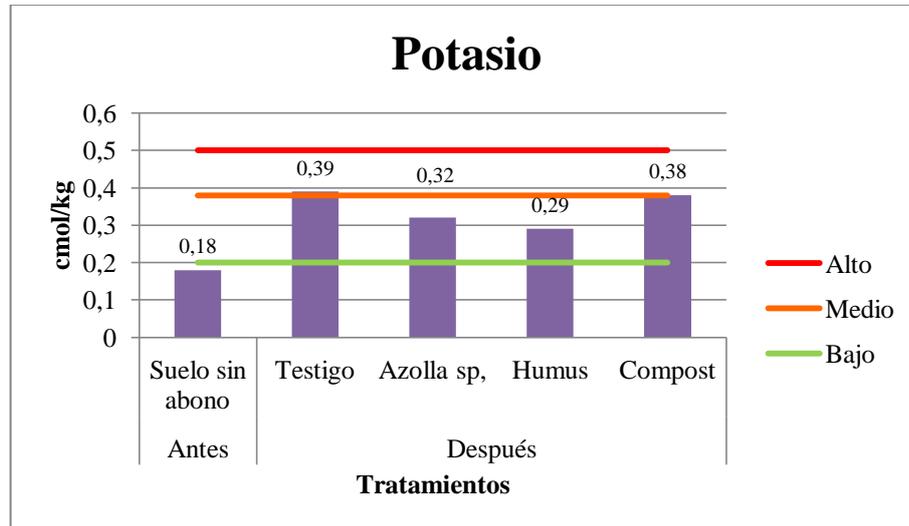


Figura 15. Fósforo antes y después de los tratamientos

4.2.2.6 Calcio en el suelo

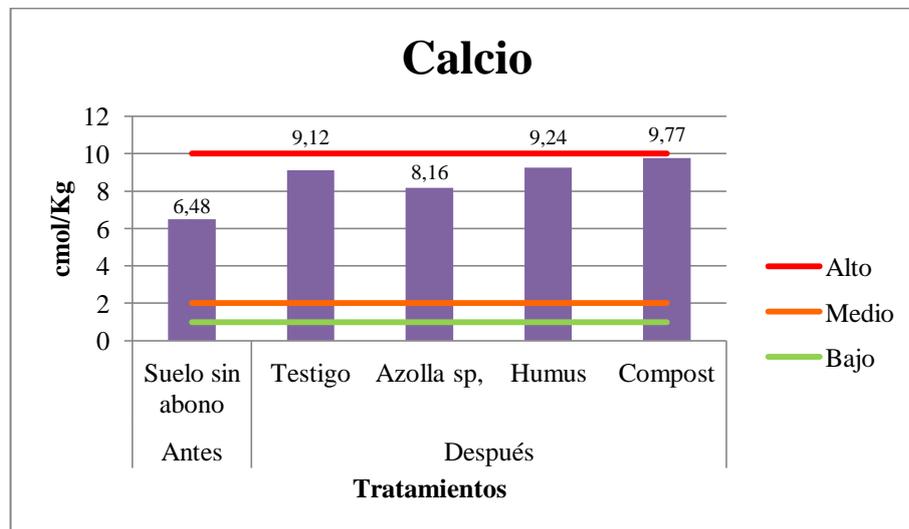


Figura 16. Calcio antes y después de los tratamientos

En la **Figura 16**. El Calcio en el suelo en que se aplicó *Azolla sp.*, fue más bajo (8,16 cmol/kg), que en los tratamientos con compost (9,77 cmol/kg) y humus (9,24 cmol/kg). Esto probablemente debido a que el valor de pH que tuvo el

abono, fue inferior a 7, lo cual hace pensar que este abono sería útil para hacer correcciones del suelo cuando el pH sea alcalino.

Todos los valores tanto en el antes como en el después de los tratamientos se encontraron en un rango alto de contenido de Calcio. Esto favoreció la agregación del suelo y con ello la aireación, permeabilidad e infiltración.

4.2.2.7 Magnesio en el suelo, antes y después del cultivo

El Magnesio en el suelo aumentó en los tratamientos que recibieron abonadura, pues de 2,42 cmol/kg que tuvo el suelo sin cultivar, se pasó a niveles superiores en el suelo luego del cultivo, por lo que se puede decir que el cultivo favoreció el incremento de magnesio, incluso en el Tratamiento Testigo (3,72 cmol/kg). Al comparar los tipos de abonos aplicados se puede ver que el mayor nivel se alcanzó con la adición de *Azolla sp.* (3,74 cmol/kg), luego le siguió el Compost con 3,63 cmol/kg; y, finalmente el Humus, con 3,55 cmol/kg., de Magnesio en el suelo.

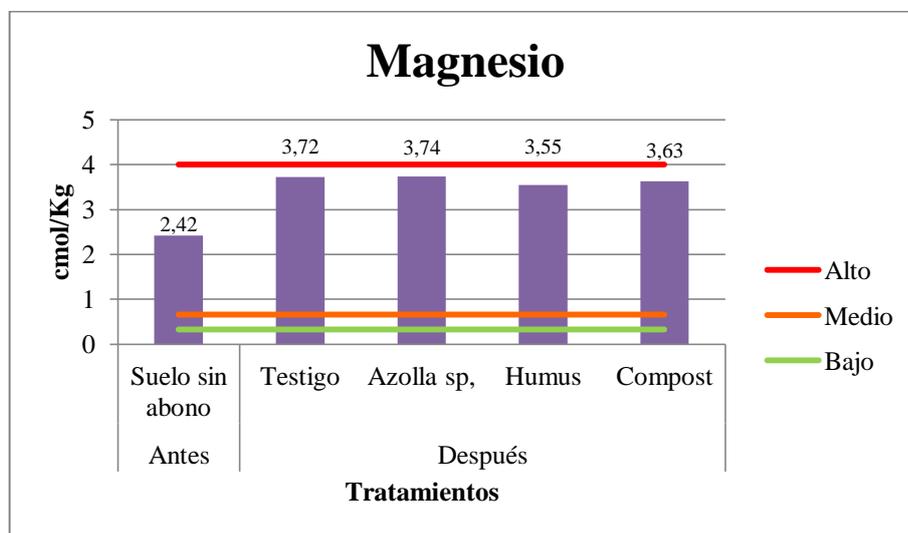


Figura 17. Magnesio antes y después de los tratamientos

Como se observa en la **Figura 17** todos estos valores de Magnesio, tanto en el antes como en el después, se ubicaron en el rango alto, notándose eso sí, diferencias cuantitativas con la adición de abonos en relación de abonos y el cultivo realizado.

4.2.2.8 Hierro en el suelo, antes y después del cultivo

Los contenidos de hierro resultaron ser superiores en el suelo luego del cultivo incluso en el Tratamiento Testigo, lo cual indica que hubo un incremento en el suelo cultivado en sí, pues se pasó de 43,9 ppm a 103,8 ppm. En relación con los tratamientos los mayores incrementos se dieron con la adición de *Azolla sp.* (124,1 ppm), seguida de por el Humus con 107,7 ppm, y el Compost con 96,6 ppm de este nutriente.

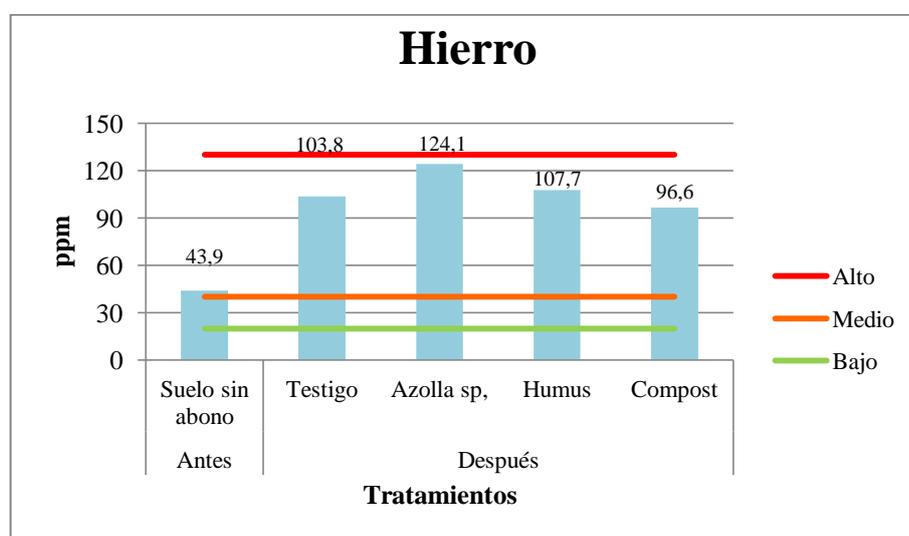


Figura 18. Hierro antes y después de los tratamientos

En la **Figura 18** se puede ver que el contenido de hierro antes del cultivo estuvo prácticamente en el nivel medio y luego del cultivo pasó a niveles altos, correspondientes a un buen nivel para suelos de la Región Sierra. Se nota además que hay un aumento significativo a partir de la instalación de los tratamientos.

4.2.2.9 Manganeso en el suelo, antes y después del cultivo

El Manganeso interviene en el crecimiento de las raíces; y, su aumento fue significativo al comparar los contenidos en el suelo antes del cultivo y después de éste, pasando de un nivel bajo al nivel medio. En cuanto a los abonos el mayor incremento se dio para *Azolla sp.*, con 12,24 ppm, seguido del Compost con 9,05 ppm y luego del Humus con 8,18 ppm. El Testigo fue más bajo (8,08 ppm de

manganeso); lo que determina que la adición de abonos favoreció el incremento de este nutriente en el suelo (**Figura 19**).

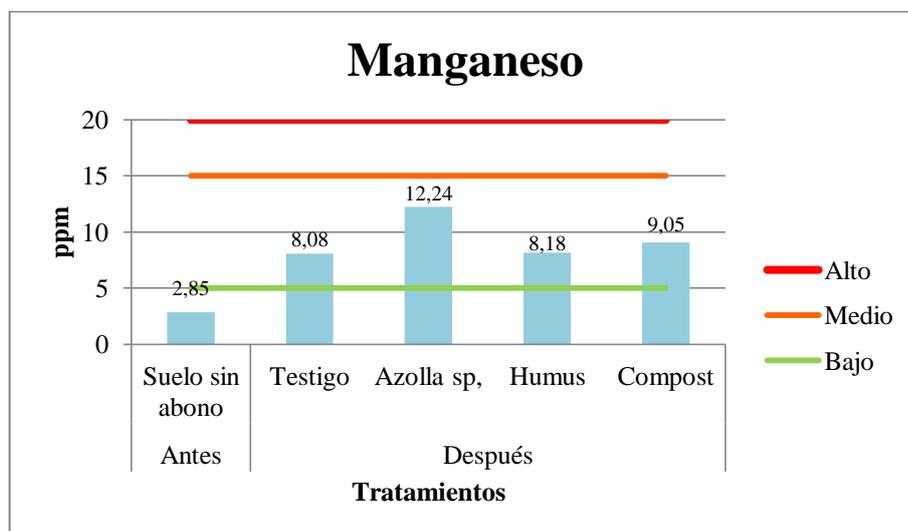


Figura 19. Manganeso antes y después de los tratamientos

4.2.2.10 Cobre en el suelo, antes y después del cultivo

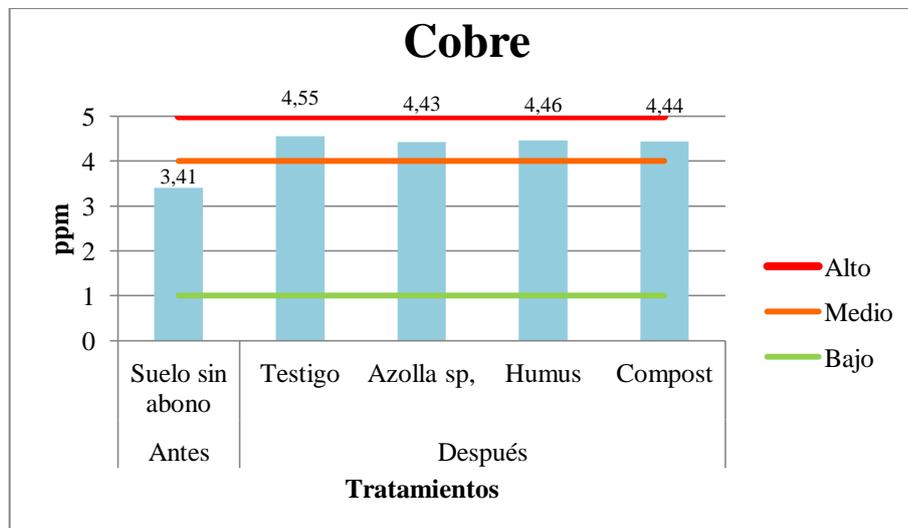


Figura 20. Cobre antes y después de los tratamientos

En los contenidos del Cobre, como nutriente del suelo, se observó similar comportamiento que en el manganeso y el hierro; el contenido fue menor en el suelo antes del cultivo que después de él, ya que el nivel pasó del rango medio al rango alto (**Figura 20**). De 3,41 ppm de cobre antes del cultivo se elevó a 4,55 ppm en el Testigo (hubo incidencia del cultivo). Al hacer la comparación de los

resultados obtenidos en el suelo, con la adición de abonos las diferencias son de centésimas, por lo que puede inferirse que tanto *Azolla sp.*, compost y humus, incrementan los contenidos de este nutriente en la misma proporción (Humus 4,46 ppm, Compost 4,44 ppm y *Azolla sp.* 4, 43 ppm).

4.2.2.11 Zinc en el suelo, antes y después del cultivo

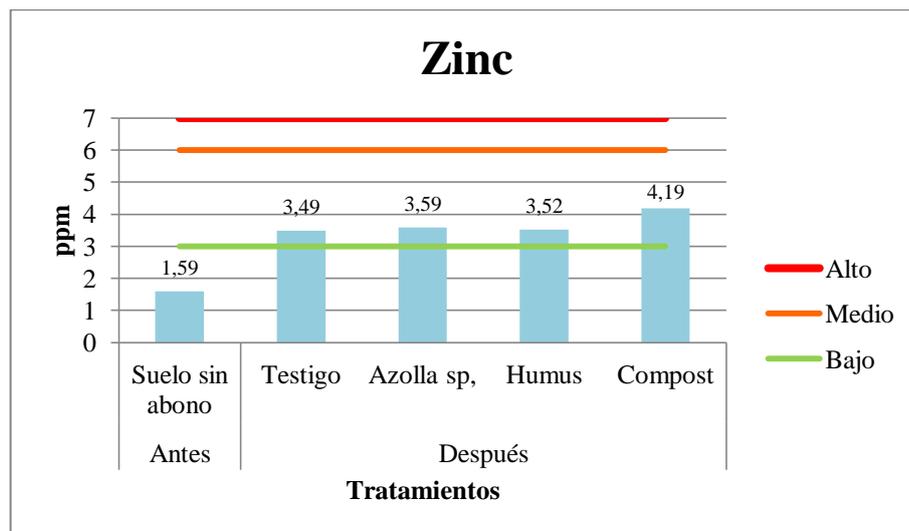


Figura 21. Zinc antes y después de los tratamientos

En la **Figura 21** El Zinc en el suelo antes del cultivo registró 1,59 ppm elevándose su contenido luego del cultivo por cuanto para el tratamiento Testigo fue de 3,49 ppm (se pasó del rango bajo al medio). En cuanto al suelo que recibió abonaduras, los valores fueron mayores en el compost (4,19 ppm); a éste siguió el tratamiento con *Azolla sp.*, con 3,59 ppm; y, finalmente el Humus con 3,52 ppm.

4.2.2.12 Capacidad de Intercambio Catiónico en el suelo, antes y después del cultivo

La Capacidad de Intercambio Catiónico subió en los tratamientos que recibieron abono. Así: fueron mayores en los tratamientos con *Azolla sp.*, y Humus, con 12,52 cmol/kg; y, luego con el Compost que fue de 11,08 cmol/kg. El testigo tuvo un valor de 10,36 cmol/kg, mientras el valor de CIC para el suelo antes de los tratamientos fue de 11.3 cmol/kg. En todo caso, podría decirse que la CIC se

incrementó y que ello es favorable porque ésta es directamente proporcional a la fertilidad del suelo (**Figura 22**).

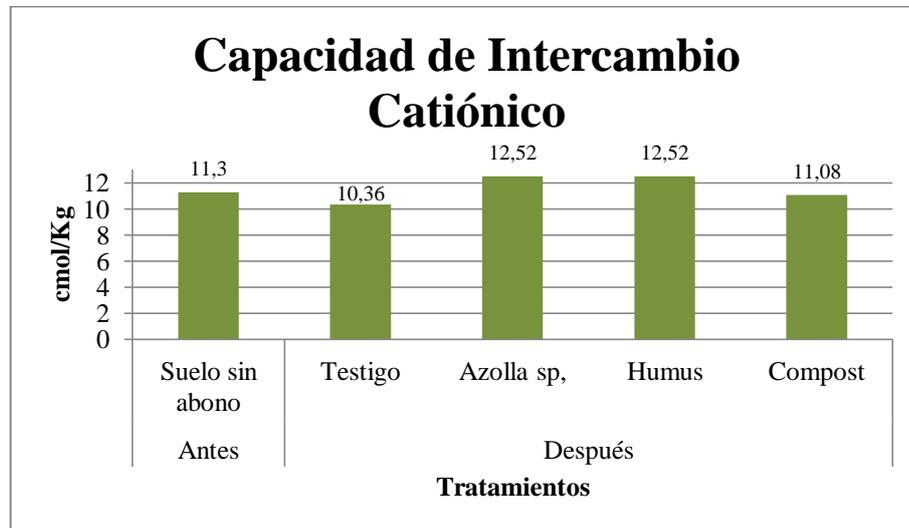


Figura 22. Capacidad de Intercambio Catiónico antes y después de los tratamientos

4.2.2.13 Conductividad eléctrica en el suelo con sus respectivos tratamientos

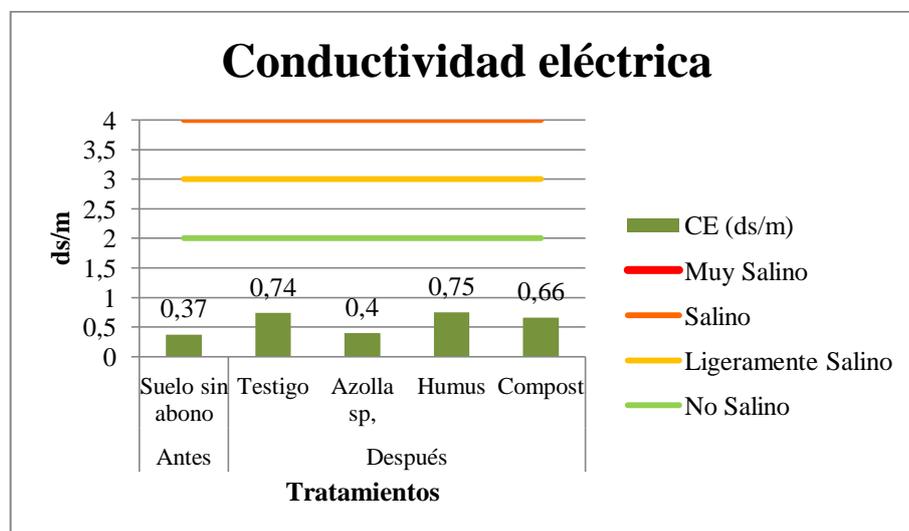


Figura 23. Conductividad eléctrica antes y después de los tratamientos

La Conductividad Eléctrica para el suelo se mantuvo dentro de niveles bajos, sin salinidad (**Figura 23**). Al observar los tratamientos en el suelo que fue abonado con *Azolla sp.*, se registraron menores valores que en los otros tratamientos; lo cual indica que este abono se podría usar para corregir suelos con problemas de

salinidad. En los demás tratamientos los niveles de Conductividad eléctrica; aunque con ligeras variaciones cuantitativas, se mantuvieron dentro de límites aceptables de contenido de sales. Ello permite decir que los cultivos que se hagan en los suelos donde se realizó el ensayo no tendrían bajas en su rendimiento debido al contenido de sales en su composición.

4.3 EVALUACIÓN DEL CULTIVO

4.3.1 Prendimiento, sobrevivencia del cultivo.

Cuadro 11. Prendimientos y Sobrevivencia de *Azolla sp.*, humus y compost. Yuyucocha. 2012

Tratamientos	Prendimiento (%)	Sobrevivencia (%)
T0 (Testigo)	92,0	97,3
T1 (<i>Azolla sp.</i>)	92,7	98,0
T2 (Humus)	92,7	99,0
T3 (Compost)	94,0	99,3

Elaboración: Las Autoras

El prendimiento se registró hasta el décimo día del trasplante y se pudo verificar que el tratamiento con *Azolla sp.*, tiene un prendimiento de 92,7%; valor que al comparar con el resto de tratamientos es similar en especial con el Humus. El Compost es el que tiene mayor prendimiento con 94% y en último lugar se encuentra el Testigo con 92%. Como se representa en la **Figura 24**

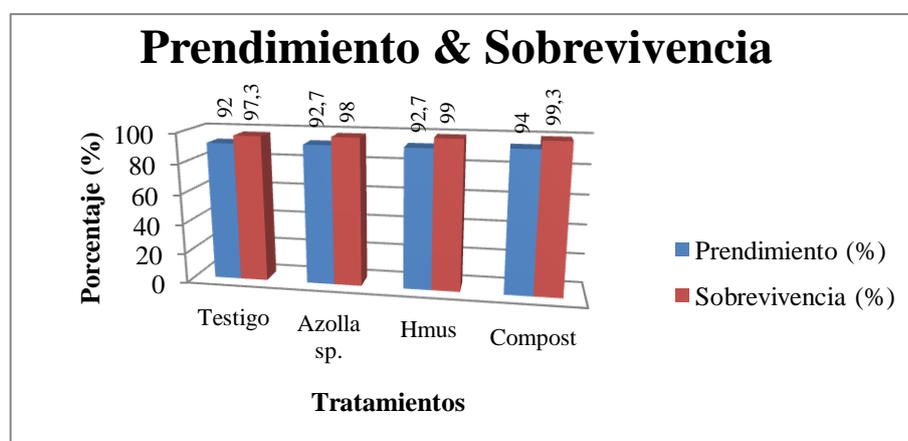


Figura 24. Prendimiento y sobrevivencia para los tratamientos

Para la sobrevivencia de igual manera no hubo una diferencia significativa entre los tratamientos. Para el tratamiento con *Azolla sp.*, tiene sobrevivencia de 98% antecedido por el Humus y el Compost, con 99,3 y 99%; tratamientos con mayor sobrevivencia y por último se encuentra el Testigo con 97,3%

Al realizar el análisis de varianza, tanto el prendimiento como la sobrevivencia no se registraron diferencias significativas al nivel del 95% de probabilidad estadística por lo tanto no se realizó la prueba de Tukey debido a que el comportamiento de los tratamientos son homogéneos, incluido el testigo absoluto tuvieron bajas tasas de mortalidad.

4.3.2 Desarrollo en longitud y número de hojas a los 15, 30 y 45 días de la plantación.

En el desarrollo de la longitud de las hojas, a los 15 días no se registraron diferencias significativas en los tratamientos; según el análisis de varianza al nivel del 95% de probabilidad estadística, en los tres abonos aplicados; tanto *Azolla sp.*, Humus y Compost incluido el testigo resultaron ser estadísticamente similares, confirmándose así la hipótesis nula.

En el desarrollo de la longitud de las hojas a los 30 días, de igual manera, no hubo significancia con la aplicación de *Azolla sp.*, Humus y Compost por lo que se considera que los abonos actuaron de manera similar en el desarrollo longitudinal de las plantas al mes del trasplante.

En cambio el comportamiento en el desarrollo longitudinal de las hojas a los 45 días; tiempo en el que el cultivo llega a su madurez y se procede a la cosecha, hubo pequeña significancia según el ADEVA (Análisis de Varianza) al 95% en los bloques; por lo que al no encontrar diferencias significativas en los tratamiento no se procedió a realizar la prueba de Tukey al 95%. Lo que se llega a determinar que el efecto de la *Azolla sp.*, compost, humus de lombriz y testigo, en la productividad y mejoramiento del suelo es similar (**Figura 25**).

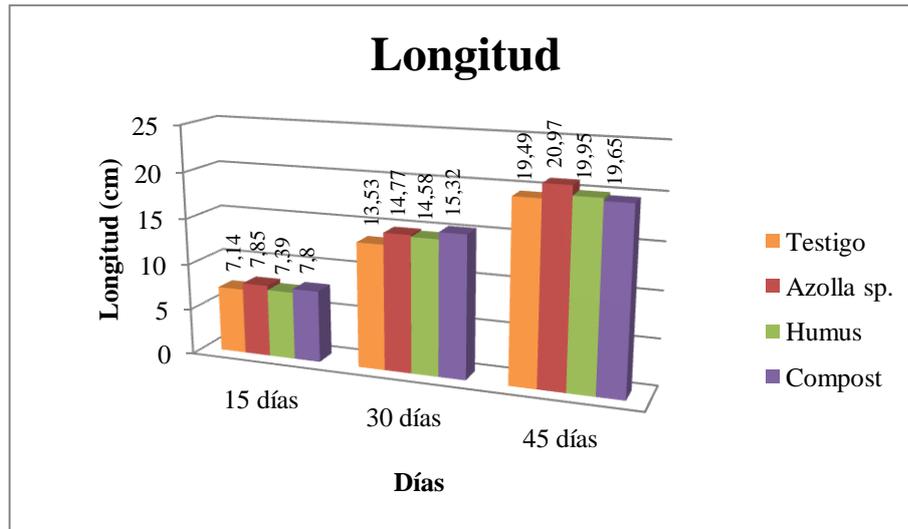


Figura 25. Longitud de hojas a los 15, 30 y 45 días después del trasplante para el Testigo, *Azolla sp.*, Humus y Compost.

Al analizar numéricamente los datos se pudo observar que en el tratamiento con *Azolla sp.*, se registró un mayor tamaño de hojas en relación con los otros tratamientos; como el Humus y el Compost.

En la **Figura 26** se encuentra detallado gráficamente el desarrollo del número de hojas a los 15, 30 y 45 días de crecimiento de la plantas.

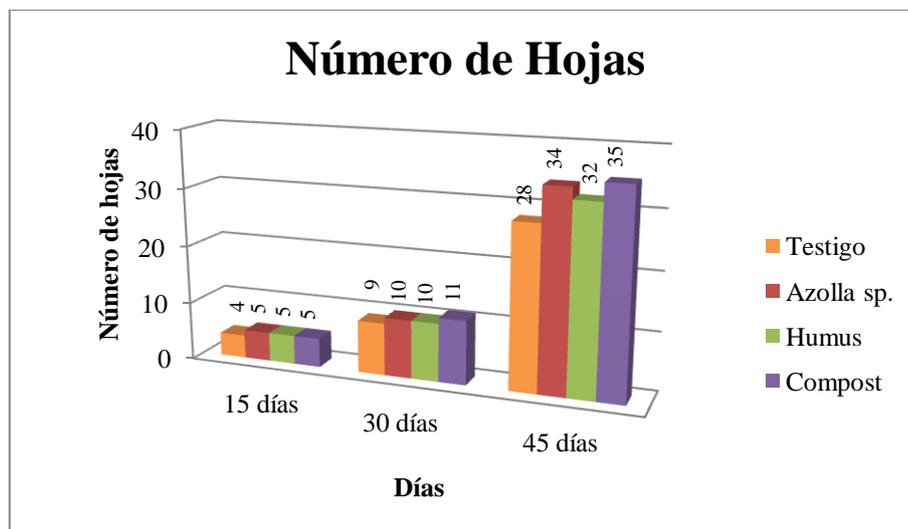


Figura 26. Número de hojas a los 15, 30 y 45 días después del trasplante para el Testigo, *Azolla sp.*, Humus y Compost.

Al analizar estadísticamente mediante el análisis de varianza al 95%, el número de las hojas a los 15 días de trasplante, se estableció que hubo diferencia entre los

tratamientos de manera que al aplicar la prueba de Tukey al 95% se formaron dos grupos, siendo el testigo el único diferente e inferior a los demás tratamientos.

En el desarrollo en número de hojas a los 30 días, no hubo significancia en la aplicación de *Azolla sp.*, Humus y Compost por lo que se considera que actuaron de manera similar; incluso con el testigo absoluto y de tal manera se comprueba la hipótesis nula.

En el número de hojas a los 45 días, se distinguió significancia en los tratamientos según el ADEVA al 95% y al aplicar la prueba de Tukey al 95%, se formaron dos rangos en los que los tratamiento *Azolla sp.*, Humus y Compost son diferentes al testigo que es el inferior.

4.3.3 Evaluación del diámetro de tallo, longitud de raíz y peso de las plantas.

El diámetro del tallo, como se observa en la **Figura 27**, a los 45 días de trasplante según el análisis de varianza al 95% se estableció que si existe significancia, lo que significa que el efecto de la *Azolla sp.*, en comparación al Compost y al Humus es diferente estadísticamente, en el mejoramiento y productividad del suelo. Pero al aplicar la prueba de Tukey al 95% no se encontró diferencia entre los tratamientos por la rigurosidad de la prueba.

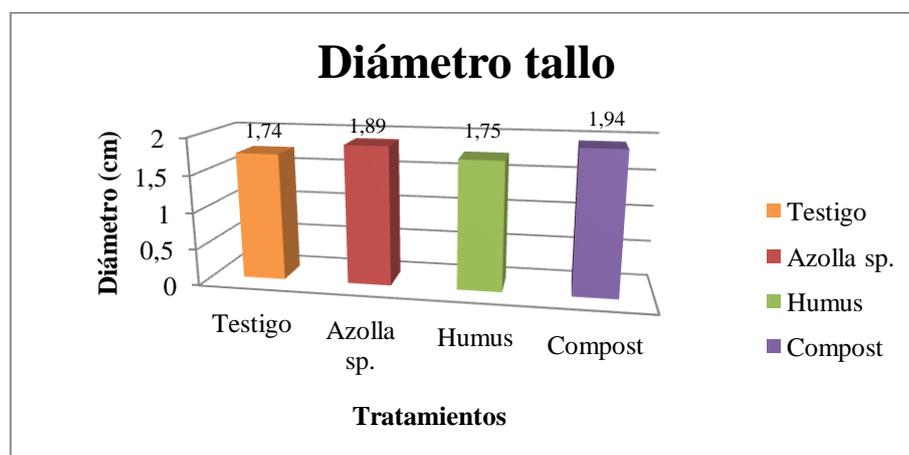


Figura 27. Diámetro del tallo a 45 días después del trasplante para los tratamientos.

En la variable de la longitud de raíz a los 45 días al realizar el análisis de varianza no se encontró significancia alguna; por lo que en el desarrollo radical, al aplicar los tratamientos tanto de *Azolla sp.*, Compost y Humus incluido el testigo actúan de manera parecida estadísticamente, por tal razón no se ejecutó la prueba de Tukey al 95% (**Figura 28**).

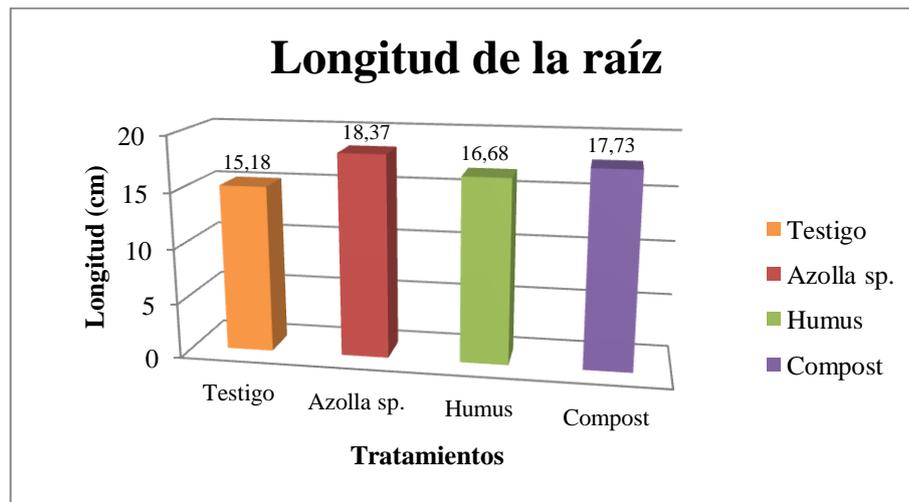


Figura 28. Longitud de la raíz a 45 días después del trasplante para los Tratamientos

El peso de las plantas a la cosecha se determinó que si existe significancia en los tratamientos según el análisis de varianza al 95%; y se determina que tanto el tratamiento de *Azolla sp.*, y Compost son similares y son los mejores tratamientos mientras que el Testigo es el inferior; según la prueba de Tukey al 5% (**Figura 29**).

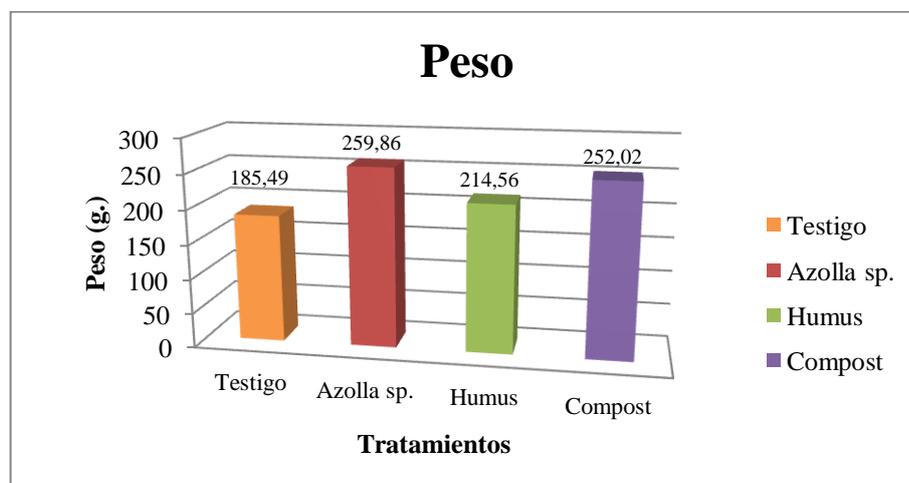


Figura 29. Peso de la planta a los 45 días después del trasplante para los Tratamientos

4.4 LA INCIDENCIA DE PLAGAS EN CADA TRATAMIENTO.

La influencia de plagas en los tratamientos no ha sido significativa ya que no habido proliferación importante de plagas en ningún tratamiento en especial.

La cantidad y variedad de plagas resultan controlables e inofensivas para el desarrollo normal de las plantas. (**Cuadro 12**)

Esto se debe a la propagación benéfica de las llamadas comúnmente como mariquitas (*Coccinella sp.*), ya que estas ayudan al control biológico gracias a su aparato bucal masticador que se alimentan de pulgones, cochinillas, larvas, etc., especies que causan daño a las plantas en grandes cantidades.

Cuadro 12. Plagas en los tratamientos de *Azolla sp.*, humus y compost. Yuyucocha. 2012

PLAGAS TESTIGO						
REINO	PHYLO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera		larva	3
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera		larva	9
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Aphididae	pulgón	11
Animalia	Arthropoda	Insecta	Cicadellidae		-	1
PLAGAS <i>Azolla sp.</i>						
REINO	PHYLO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA
Animalia	Arthropoda	Insecta	Coleoptera		larva	1
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera		larva	8
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Aphididae	pulgón	10
PLAGAS HUMUS						
REINO	PHYLO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera		larva	17
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Aphididae	pulgón	9
PLAGAS COMPOST						
REINO	PHYLO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA
Animalia	Arthropoda	Insecta	Lepidoptera		larva	9
Animalia	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Aphididae	pulgón	8

Elaboración: La Autoras

En la **Figura 30** se observa que la cantidad de insectos maléficó es menor para causar daño al cultivo. En mayor cantidad de individuos patógenos se encuentra el

tratamiento con Humus (26 individuos); seguido por el Testigo (24 individuos); *Azolla sp.*, y Compost con 19 y 17 individuos respectivamente.

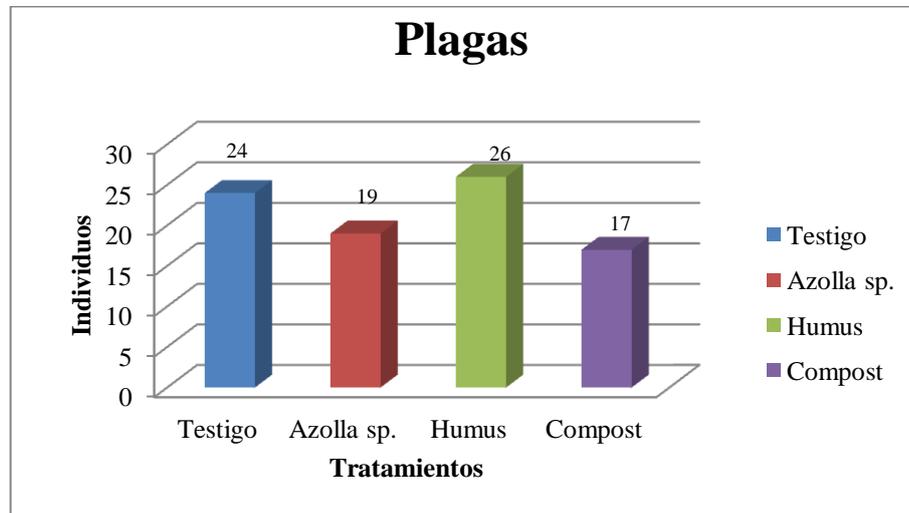


Figura 30. Individuos patógenos presentes en los tratamientos.

4.5 LA PRODUCTIVIDAD A LA COSECHA DEL CULTIVO, PARA CADA TRATAMIENTO (kg/ha)

La Productividad en cuanto al tratamiento con *Azolla sp.*, resultó ser la más alta de los tratamientos con 8020,26 kg/ha, seguidos por el Compost con 7778,35 kg/ha, el Humus con 6622,12 kg/ha., y por último con el valor más bajo es el Testigo, al que no se aplicó ningún tipo de fertilización con 5724,90 kg/ha (Figura 31).

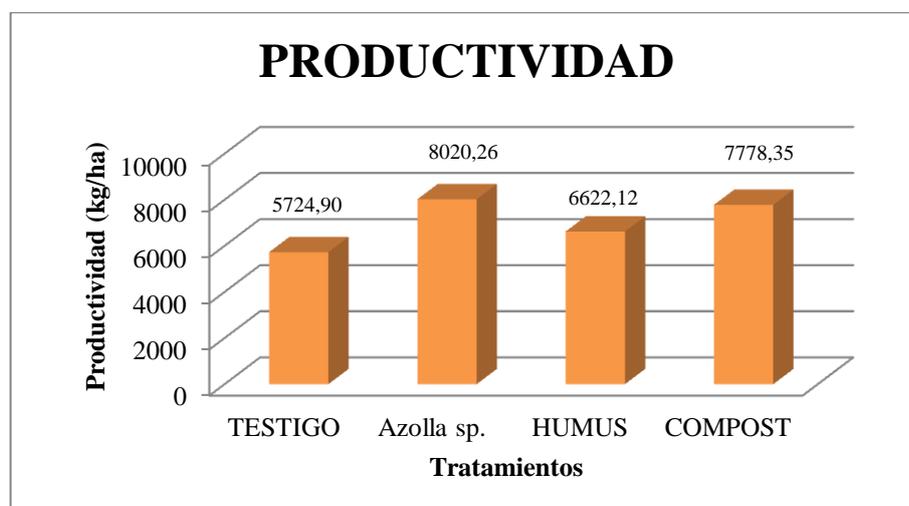


Figura 31. Productividad para el Testigo, *Azolla sp.*, Humus y Compost.

Es decir que la relación entre la cantidad de producto obtenido con el tratamiento con *Azolla sp.*, es el mejor ya que el cultivo rindió más con este tratamiento que con el resto de tratamientos, en la misma área.

Estadísticamente al realizar el análisis de varianza al 95%, la productividad muestra diferencias significativas en los tratamientos; por lo tanto se aprueba la hipótesis alternativa.

Al realizar la prueba de Tukey al 95% los tratamientos con *Azolla sp.*, y compost son los mejores, mientras que el testigo es el tratamiento inferior.

4.6 COSTOS TRATAMIENTO

Para determinar el cálculo de costos de producción para cada tratamiento, se lo realizó tomando en cuenta los costos variables como: preparación del suelo, mano de obra y labores culturales, costos fijos como: testistas y la depreciación de materiales que se empleó en la producción de lechuga para cada tratamiento.

Las actividades realizadas se registraron para todo el ensayo, obteniendo un valor total que se lo dividió para el número de tratamientos, el valor que corresponde al testigo es de \$13,99, a este valor se le agregó el costo de los abonos orgánicos aplicados en cada tratamiento, como se observa en el **Cuadro 13**.

Cuadro 13. Costos de producción para cada tratamiento

Tratamientos	Costos de producción/tratamiento (USD)
Testigo	13,99
<i>Azolla sp.</i>	20,47
Humus	28,69
Compost	30,39

Elaboración: Las Autoras

Se puede evidenciar que el tratamiento con *Azolla sp.*, tuvo un costo de USD 20,47; seguido, en forma ascendente, por el T2 que corresponde a Humus con

USD 28,69 y por último el tratamiento con Compost USD 30,39 que resultó ser el más costoso en comparación con el resto de tratamientos.

Para más detalle el cálculo general de los costos de producción se encuentran en el **Anexo 16**.

En la **Figura 32** se observa los costos de producción por tratamiento en una hectárea.

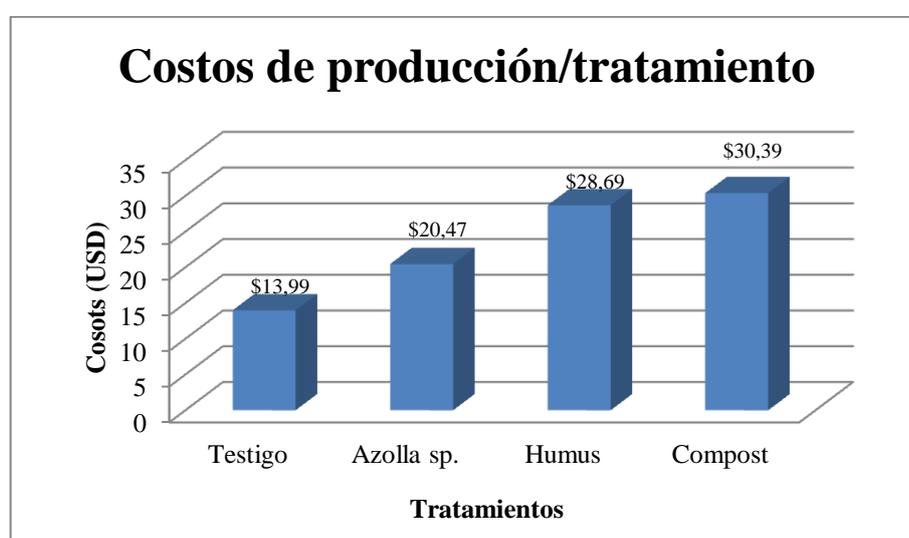


Figura 32. Costos de producción para los Tratamientos.

Mediante los costos determinados por tratamiento se realizó el análisis económico de los tratamientos por el método de relación Beneficio/Costo, cuyos detalles se encuentran en el **Cuadro 14**.

Cuadro 14. Análisis económico de la relación beneficio costo por cada tratamiento.

Tratamientos	Rendimiento en kg/ha	Costos de producción/ha (USD)	Ingreso neto/ha (USD)	Relación Beneficio/costo
Testigo	5724,90	6217,78	11449,79	1,84
<i>Azolla sp.</i>	8020,26	9097,78	16040,53	1,76
Humus	6622,12	12751,11	13244,25	1,04
Compost	7778,35	13506,67	15556,69	1,15

Elaboración: Las Autoras

El mejor resultado obtenido de la relación Beneficio/Costo fue para el testigo absoluto con 1.84 debido a que los costos para el rendimiento de este tratamiento fue menor; pero de igual manera en la productividad fue el más bajo en comparación con el resto de tratamientos.

El tratamiento con *Azolla sp.*, en la relación Beneficio/Costo fue el mejor para con los otros abonos, con 1,76; seguido por el Compost con 1,15 y por último se encuentra el tratamiento con Humus con 1,04. Cabe mencionar que el tratamiento con *Azolla sp.*, fue el de mayor productividad.

4.7 MODIFICACIÓN EN LA MACRO EDAFOFAUNA ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LOS TRATAMIENTOS

Para determinar esta variable se realizó tres muestreos; antes, durante y después de la aplicación de los tratamientos. Las colectas se efectuaron mediante trampas Pitfall ubicadas al ras del suelo en cada una de las unidades muestrales.

En el primer muestreo, el área donde se realizó la investigación se hallaba cubierta de arvenses (malezas). Para la segunda colecta se efectuó, durante el desarrollo del cultivo de lechuga, aproximadamente al mes del trasplante. La tercera se realizó después de la cosecha.

Entre las familias de macro edafofauna más comunes en el primer muestreo se encontró a Thripidae, Formicidae, Oxyopidae. Entre las familias más numerosas, en la segunda colecta realizada durante la aplicación de los tratamientos están Oxyopidae, Thripidae, Formicidae, Coccinellidae, Reduviidae. Para el tercer muestreo que se encontró entre las familias más numerosas: Oxyopidae, Formicidae, Coccinellidae y larvas de Lepidoptera.

En los tres muestreos coinciden las familias encontradas, además los organismos colectados en su mayoría constituyen insectos benéficos y muy escasos fueron

patógenos para el cultivo. Para más detalle las familias totales colectadas se encuentran en el **Anexo 17**.

Para determinar la modificación de la riqueza de familias, número total de individuos y diversidad de macro edafofauna se realizaron tres muestreos, antes durante y después de los tratamientos. Para el muestreo que se realizó antes de la instalación del cultivo se tiene el dato en general, ya que al estar sin ningún tipo de tratamiento y ser homogéneo el sustrato se obtuvo el valor promedio.

A continuación en la **Cuadro 15** se presentan los siguientes datos de los tres muestreos; antes, durante y después del cultivo de lechuga, de la Riqueza de familias, número total de individuos y diversidad de la macro edafofauna según índices de diversidad de Shannon.

Cuadro 15. Riqueza de familias, número total de individuos y diversidad de la macro edafofauna antes, durante y después de los tratamientos. Yuyucocha, UTN, 2012.

PARÁMETROS	ANTES	DURANTE				DESPUÉS			
		T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
Número total de individuos (N)	59	150	297	129	100	139	131	127	86
Riqueza de familias (S)	11	13	12	11	10	11	9	11	8
Uniformidad (E)	0,77	0,61	0,72	0,63	0,65	0,76	0,66	0,77	0,70
Índice de Shannon (H)	1,85	1,55	1,78	1,51	1,49	1,82	1,44	1,84	1,45
Varianza de Shannon	0,01	0,01	0,002	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

T0= Testigo; T1=*Azolla sp.*; T2= Humus; T3= Compost

Elaboración: Las Autoras.

4.7.1 Modificación de la riqueza de Familias y número total de individuos

En la **Figura 33**. Se puede apreciar que la Riqueza de familias; en el primer muestreo que se hizo antes de la aplicación de los tratamientos, en promedio es de 11 familias.

Para el segundo muestreo que se realizó durante el cultivo y la aplicación de los tratamientos la riqueza de familias de macro edafofauna aumentó en el caso del

tratamiento con *Azolla sp.*, a 12 familias, y el Testigo a 13 familias; mientras que para el tratamiento con Humus se mantiene en 11 familias y para el tratamiento con Compost disminuye a 10 familias. Se encontró que durante la aplicación de los tratamientos el valor más alto tiene el Testigo, seguido por *Azolla sp.*, Humus y Compost; aunque la diferencia entre estos es mínima.

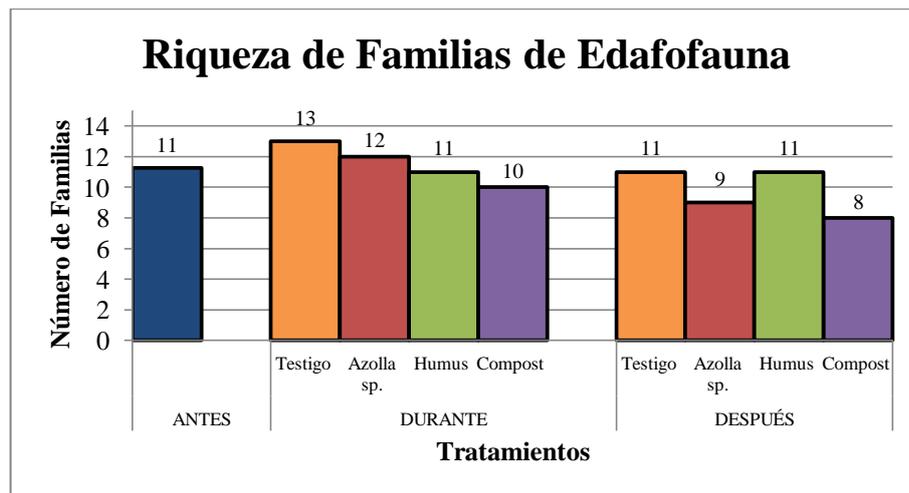


Figura 33. Riqueza de familias de la macro edafofauna antes, durante y después de los tratamientos

Después del cultivo se registró que para la riqueza de familias disminuyó para los tratamientos con *Azolla sp.*, a 9 familias; Compost, a 8 familias; y el Testigo con 11 familias; mientras que el tratamiento con Humus se mantiene en 11 familias. En este caso quien más riqueza de familias tiene es el Testigo y el Humus, seguido por *Azolla sp.*, y el Compost.

En la riqueza de familias no se notó una relación directa con el tratamiento de fertilización orgánica aplicada; pues fue mayor cuando en el suelo hubo mayor variedad de plantas y disponibilidad de alimento para la macro edafofauna.

El número total de individuos para todos los tratamientos y en los tres muestreos se representa en la **Figura 34**.

En el primer muestreo, antes de ser instalados los tratamientos, el número total de individuos en promedio es de 59 especímenes.

En cambio para el segundo muestreo que se realizó durante la instalación de tratamientos, en el número total de individuos aumentó, ya que el tratamiento con *Azolla sp.*, con 297 individuos, fue el valor más alto durante la aplicación de los tratamientos y también entre todos los tratamientos en los tres muestreos; seguido por el Testigo (150 individuos), Humus (129 individuos) y el Compost (100 individuos).

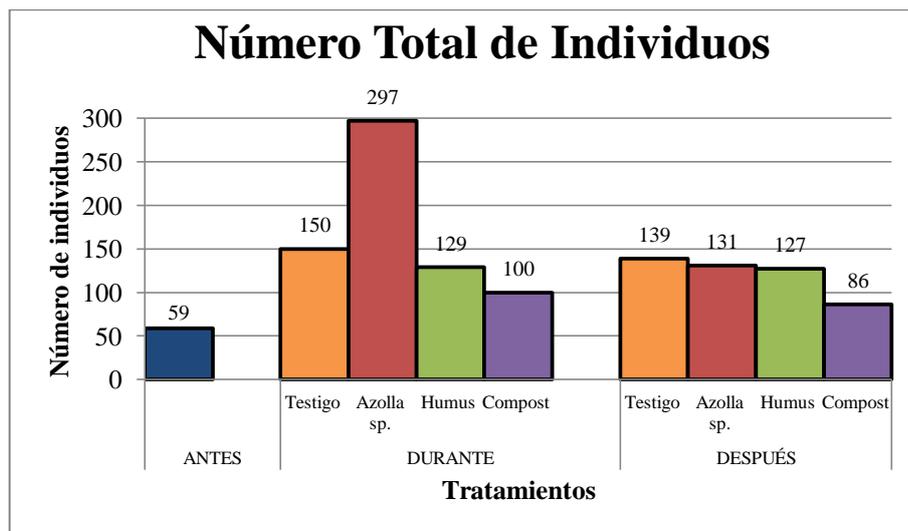


Figura 34. Número total de individuos de la macro edafofauna antes, durante y después de los tratamientos

Mientras que para después de la aplicación de los tratamientos, el número total de individuos disminuyó para la *Azolla sp.*, a 131 individuos, de igual manera ocurre con el Testigo que redujo a 139 individuos; con el Humus a 127 individuos y el Compost a 86 individuos. En este caso el tratamiento que tiene mayor número de individuos fue el Testigo, seguido por *Azolla sp.*, Humus y Compost.

De acuerdo a los datos obtenidos de la macro edafofauna quien presenta mayor riqueza de familias es el Testigo del segundo muestreo realizado durante el cultivo; y mayor número de individuos es para el tratamiento con *Azolla sp.*, durante el cultivo. Es decir que durante la aplicación de los tratamientos fue donde más desarrollo tuvo la propagación de macro edafofauna.

El número de individuos de macro edafofauna tiene una dependencia con el tipo de tratamiento, siendo mayor para *Azolla sp.*; seguido del humus y al final el Compost.

4.7.2 Modificación de la diversidad según índices de Shannon

Para el primer muestreo realizado antes de instalar los tratamientos el valor de la diversidad según índices de Shannon fue de 1,85; valor que se encuentra en rango medio a bajo de diversidad; como se aprecia en la **Figura 35**.

Para el segundo muestreo efectuado durante la aplicación de los tratamientos la diversidad por Índices de Shannon disminuye tanto en *Azolla sp.*, con 1,78; Humus, con 1,51; Compost, con 1,45; y el Testigo, con 1,55. Pero para este muestreo quien tiene mayor diversidad entre tratamientos es *Azolla sp.*, seguido por el Testigo, Humus y Compost. Disminuye numéricamente pero se mantiene dentro del nivel intermedio de diversidad.

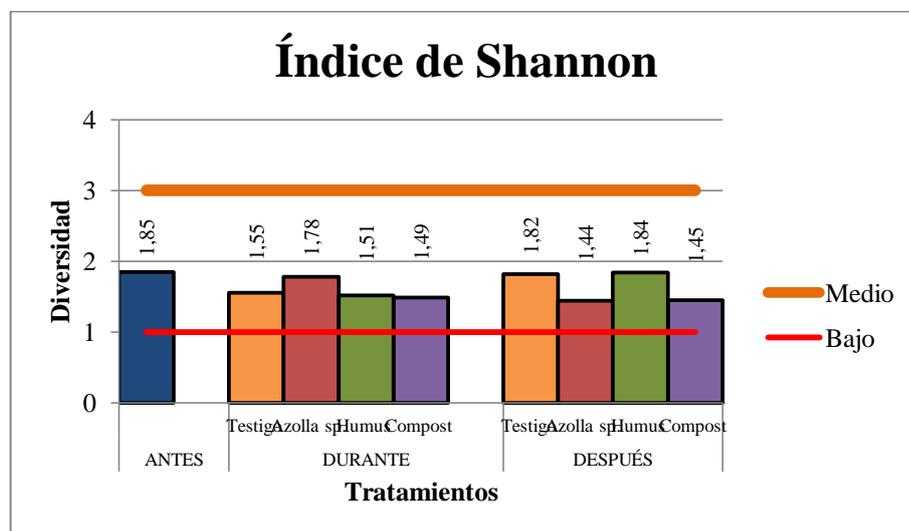


Figura 35. Índice de diversidad según Shannon de la macro edafofauna antes, durante y después de los tratamientos

Después de la cosecha del cultivo la diversidad por el índice de Shannon aumentó para los tratamientos con Humus (1,84) y el Testigo (1,82); mientras que disminuyó la diversidad para los tratamientos con *Azolla sp.*, (1,44); y con Humus

(1,45). Lo cual probablemente se debió a que ciertos tratamientos estaban ubicados en los bordes del ensayo, próximos a sitios con mayor cantidad de maleza. El orden de diversidad y por tratamiento fue: Humus, Testigo, *Azolla sp.*, y Compost.

La diversidad según índices de Shannon en cada uno de los tratamientos en los tres muestreos de macro edafofauna; realizados antes, durante y después del cultivo y la aplicación de los tratamientos, es de tendencia media a baja, por razones de ser un espacio dedicado a la agricultura y por ende está sometido por actividades antrópicas, por lo que no se desarrollan con normalidad procesos ecológicos naturales.

Estos resultados, en que en el primer muestreo hay más diversidad se debe a que al momento de realizar la colecta en la primera ocasión el suelo se encontraba cubierto con mayor diversidad de plantas herbáceas (malezas), mientras que durante el cultivo, al haber un solo tipo de especie, la diversidad de macro edafofauna disminuye relativamente, manteniéndose en similares niveles después de la cosecha. Pero siempre los índices de diversidad, de acuerdo con Shannon, permanecieron en el rango medio a bajo. Por lo que la diversidad no dependió de la calidad del suelo, sino más bien se relacionó directamente a la diversidad de hábitats.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- El abono del helecho *Azolla sp.*, presenta el mayor contenido nutricional, en comparación con el compost y el humus.
- La composición química de *Azolla sp.*, como materia orgánica, se asemeja en gran parte a los abonos orgánicos convencionales como son el Compost y el Humus; en especial, a este último.
- El helecho *Azolla sp.*, obtuvo valores más altos en cuanto a nitrógeno (**NT**), magnesio (**MgO**), manganeso (**Mn**), y de manera muy significativa en la Materia Orgánica (**MO**), y relación C/N ya que no fue un material descompuesto; lo cual refleja su calidad nutricional y por tanto su validez como abono orgánico.
- El abono de *Azolla sp.*, mostró una reacción ligeramente ácida; en cuanto al pH, por lo que este abono sería el más adecuado para el suelo, porque favorece la actividad microbiana involucrada en el proceso de descomposición y transformación de la materia orgánica.
- La aplicación de compost, humus y *Azolla sp.*, favorecieron las propiedades físicas del suelo y mejoraron la retención de humedad en todas las unidades experimentales y ello se comprueba en los valores de humedad para las constantes hidrofísicas: capacidad de campo, punto de marchitez y agua aprovechable.

- La *Azolla sp.*, por sus propiedades, favorece la mejor retención suelo-agua, seguido por el humus y el compost respectivamente.
- No se modificó la textura del suelo toda vez que no se hicieron cambios en cuanto a la mineralogía del suelo.
- El suelo antes y después de los tratamientos, no sufrió cambios significativos en la densidad aparente lo que indica que el sustrato no sufrió compactación y mantuvo su porosidad.
- Al final del cultivo, en los tratamientos con abonaduras, mejoró la fertilidad del suelo, en especial con el de *Azolla sp.*, que mostró incrementos en el 90% de nutrientes tales como Materia Orgánica (MO), nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn); y, también en capacidad de intercambio catiónico (CIC).
- El suelo en cuanto al pH se mantuvo cercano a la neutralidad, tanto antes como después de los tratamientos, con pequeñas variaciones cuantitativas, pero dentro de la escala óptima que garantiza una buena absorción de nutrientes.
- El suelo antes y después de la aplicación de los tratamientos, tuvo una conductividad eléctrica, correspondiente al rango de no salinidad, tanto para *Azolla sp.*, Compost y Humus. Ello indica que con el cultivo, el suelo no sufrió degradación por incremento de sustancias salinas.
- El efecto de la *Azolla sp.*, compost y humus de lombriz en la productividad y mejoramiento del suelo fue diferente, probándose así la hipótesis alternativa. Las diferencias se reflejaron en cuanto al diámetro del tallo, número de hojas y peso.

- Los mejores tratamientos reflejados del cultivo resultaron ser el Compost y la *Azolla sp.*
- La aplicación de abonos si mejora el rendimiento del cultivo de lechuga variedad “Green salad bowl”; siendo, éste mayor en el tratamiento con *Azolla sp.*, seguidos por el Compost, el Humus. El testigo mostró rendimientos más bajos que los tratamientos que recibieron fertilización.
- El abono en el que hubo mayor costo fue el Compost; mientras que el tratamiento con mejor relación Beneficio/Costo fue para *Azolla sp.*, que a su vez tuvo mayor productividad.
- La riqueza de familias y la diversidad de macro edafofauna tiene relación con la diversidad de plantas y cobertura de suelo, mas no con el tratamiento de fertilización orgánica aplicada; pues fue mayor cuando en el suelo hubo mayor número y variedad de plantas.
- Los valores de diversidad según el Índice de Shannon, tanto antes, durante y después de la aplicación de los tratamientos y en cada uno de éstos, muestran que la diversidad de macro edafofauna es de media con tendencia a baja. Esto se da porque el lugar de investigación tiene intervención antropogénica, y dedicado a la agricultura, lo cual explica la disminución de la diversidad.
- El número de individuos de macro edafofauna resultó tener conexión con el abono aplicado siendo mayor para los tratamientos en que se aplicó *Azolla sp.*; seguido del humus y al final el Compost.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Probar el helecho *Azolla sp.*; posterior al secado y triturado, o elaborado como compost en diferentes dosis, en cultivos de hortalizas u otros
- Emplear *Azolla sp.* como materia orgánica o abono elaborado para la corrección de suelos de pH alcalino.
- Usar fertilización orgánica para suelos desgastados, ya que este tipo de abonos ayuda mucho a la reposición de nutrientes y de propiedades tanto físicas, químicas y biológicas importantes para el suelo.
- Experimentar el abono orgánico a base del helecho *Azolla sp.*, sea en otro tipo de hortalizas y para otros cultivos. También en casos de reforestación.
- Realizar una investigación relacionada con la utilización del abono orgánico a base del helecho *Azolla sp.*; combinado con otro tipo de abono como puede ser el Compost y el Humus, para determinar la eficiencia que tienen en un cultivo y en la conservación de suelo.
- Aplicar el abono orgánico a base del helecho *Azolla sp.*, en zonas de poca precipitación, ya que esta materia orgánica ayuda a la relación suelo-agua, pues incrementa la retención de humedad.
- Realizar estudios si existe modificación de la micro edafofauna con la aplicación de *Azolla sp.*, como fertilizante para el suelo.

CAPÍTULO VII

7. RESUMEN

La investigación “EFECTO DE *Azolla sp.*, EN LA PRODUCTIVIDAD Y MEJORAMIENTO DEL SUELO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL YUYUCOCHA, IMBABURA”, se desarrolló en una de las Granjas Experimentales de la Universidad Técnica del Norte, en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Caranqui. La ubicación geográfica corresponde a las coordenadas UTM X: 819312 y Y: 10036401; Datum WGS 84, Zona 17 Sur.

Se efectuó con el fin de favorecer el cambio en la utilización de agroquímicos, que han provocado alteraciones en las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo en la Granja Experimental Yuyucocha, se planteó el uso de *Azolla sp.*, frente al compost y humus, abonos orgánicos que presentan ventajas ecológicas y económicas; y, que se inscriben dentro de la actual tendencia de obtener una producción limpia.

El objetivo general fue: Evaluar el efecto de tres abonos orgánicos: *Azolla sp.*, compost y humus de lombriz, en la productividad y mejoramiento del suelo en la Granja Experimental de Yuyucocha, Imbabura. Para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos: Evaluar la calidad nutricional de la *Azolla sp.*, en relación con el compost y humus de lombriz; comparar la composición físico-química del suelo, antes y al final de la investigación; determinar variaciones en la edafofauna del suelo, antes, durante y al final del estudio; evaluar el rendimiento del cultivo en cada uno de los tratamientos; y, determinar los costos de producción en cada tratamiento.

Para el ensayo se implementó el Diseño de Bloques Completos al Azar con tres tratamientos más un testigo absoluto, con cinco repeticiones. Las unidades experimentales fueron de 4,5 m², dando un área total de ensayo de 208,28 m². Las variables evaluadas fueron: Calidad nutricional de la *Azolla sp.*, en relación con el compost y humus de lombriz; cambio en las propiedades físico-químicas del suelo con los tres tipos de abonos; modificación en la macro-edafofauna: antes, durante y después de los tratamientos; evaluación del cultivo; y, costos/beneficio. Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó la prueba de Tukey al 5%.

La investigación comprendió la elaboración y recolección de los abonos orgánicos sometidos a estudio; la delimitación de los ensayos, obtención de las plántulas de lechuga; aplicación de los abonos en las respectivas unidades experimentales -la dosis se determinó con base en el análisis de suelo y calidad de los abonos-; implantación del cultivo de lechuga, labores culturales; y, toma de datos de las variables.

Al efectuar la comparación nutricional, se evidenció que *Azolla sp.*, tiene alto contenido de nutrientes en relación con el compost y humus. En los análisis de suelo realizados después del cultivo se determinó que, con la aplicación de *Azolla sp.*, el suelo mejoró en cuanto a la retención de humedad al igual que en la calidad de nutrientes. Se determinó significancia estadística en cuanto al diámetro del tallo, número de hojas y peso de lechuga, a los 45 días del trasplante. Aplicada la prueba de Tukey al 5%, los tratamientos con mejor comportamiento en relación con las variables fueron Compost y *Azolla sp.* El tratamiento de mayor rendimiento y mejor relación Costo/Beneficio fue el de *Azolla sp.* En edafofauna no hubo modificación significativa en la diversidad antes, durante y después de la aplicación de los tratamientos.

De lo investigado se concluyó que la *Azolla sp.*, por sus características nutricionales y como materia orgánica es muy útil para el mejoramiento de las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo sometido a procesos de producción, incluso con más rendimientos que los que se logran con compost y el

humus. Se recomienda, probar el helecho *Azolla sp.*, como abono orgánico en diferentes dosis, en suelo de pH mayor a 7 y en otros cultivos; sólo o combinado con otros abonos orgánicos.

CAPÍTULO VIII

8. SUMMARY

The research "Effect of *Azolla sp.*, PRODUCTIVITY AND IMPROVEMENT OF SOIL IN THE EXPERIMENTAL YUYUCOCHA FARM, IMBABURA" took place in one of the experimental farms of the Universidad Técnica del Norte, in Imbabura Province, specifically in Caranqui. The geographical location corresponds to the UTM coordinates X: 819312 and Y: 10036401; Datum WGS 84, Zone17 South

This study has been carried out in order to promote a change in the way people use the agrochemical products which have caused alterations in the physico-chemical and biological characteristics of the soil in the Yuyucocha Experimental Farm consequently the use of *Azolla sp.*, was proposed and the use of compost and humus, organic fertilizers that have ecological and economic benefits. These elements are part of the current trend of getting a healthier production.

The general objective was to evaluate the effect of the three organic fertilizers: *Azolla sp.*, compost and humus on productivity and soil improvement in the Yuyucocha Experimental Farm, Imbabura. The specific objectives are: to evaluate the nutritional quality of the *Azolla sp.*, in relation to compost and humus; to compare the physical and chemical properties of the soil, before and after the investigation; to determine variations in soil fauna before, during and after the study; to evaluate the farming productivity in each treatments, and finally to determine production costs for each treatment.

For this experiment, it was implemented a complete block design with three treatments randomly, plus one witness and five repetitions. The experimental units were 4.5 m², resulting a total experimental area of 208,28 m². The variables evaluated were: Nutritional quality of *Azolla sp.*, in relation to compost and humus; change in physical-chemical properties of the soil with the three types of fertilizers; modification in the macro-soil fauna: before, during and after the treatments; evaluation of the crop and cost / benefit. For the statistical treatment of data was used the Tukey test at 5%.

The research included the elaboration and collection of organic fertilizers to be studied, the delimitation of experiments, obtaining of lettuce seedlings, application of fertilizers in the respective experimental units; the dose was based on soil analysis and -quality fertilizers, lettuce crop establishment, cultivation, and data collection of variables.

In the nutritional comparison, it was determined that *Azolla sp.*, has high nutrient content in relation to compost and humus. The soil analysis performed after the crop, determined that with the application of *Azolla sp.*, the soil improved in water retention and quality of nutrients. It was determined the statistical significance in the stalk diameter, number of leaves and weight at 45 days after transplant. Applying Tukey test at 5%, it could be determined the best treatments results based on the variables were Compost and *Azolla sp.* As a result, the treatment with the best performance and cost/benefit was *Azolla sp.*. In soil fauna no significant change in the diversity before, during and after the application of treatments.

As a conclusion of this research, *Azolla sp.*, is very useful as an organic matter to improve the physic-chemical and biological characteristics of the soil subjected to production processes due to its nutrients. It has been proven to be even more effective than compost and humus. It is recommended to try the *Azolla sp.*, fern, as organic fertilizer at different doses in soil with pH higher than 7 and other crops, alone or combined with other organic fertilizers.

CAPÍTULO IX

9. BIBLIOGRAFÍA

Azolla, ABONO VERDE. Disponible: <http://blog.espol.edu.ec/estudioazolla/>

BECERRA, M. *Azolla filiculoides* como reemplazo parcial de los suplementos proteicos tradicionales en las dietas para cerdos en crecimiento y engorde a base de zumo de caña de azúcar. Ganadería Investigación para el Desarrollo Rural.1990.

CHAMORRO, C. 2001 Suelo: Maravilloso Teatro de la Vida. Documento en línea. Disponible: http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_25/97/483-494.pdf

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL COMPOST. Disponible en: http://www.bioagro.com.uy/composicion_quimica.htm

COMPOST. Disponible en: http://www.ciencias-marinas.uvigo.es/bibliografiaambiental/agricultura_ecologica/Manual%20compostaxe.pdf

COMPOSTAJE. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

CONTAMINACIÓN DEL SUELO POR AGROQUÍMICOS. Disponible en: <http://www.ecologismo.com/2009/03/25/contaminacion-del-suelo-por-agroquimicos/>

CORTÉS, Guía Sobre PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS. 2004.

CROSARA, A., El suelo y los problemas ambientales. Disponible en: <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Suelos%20y%20problemas%20ambientales.pdf>

CULTIVOS ASOCIADOS. Disponible en: <http://www.pixelmec.com/alimentos-organicos/Agricultura-ecologica/Asociacion-de-cultivos-en-la-agricultura-ecologica.htm>

DEFINICIÓN DEL SUELO. Disponible en: www.unioviado.es/bos/Asignaturas/Fvca/seminarios/Seminariosuelo.doc

EL SUELO. Disponible en: http://EDAFOLOGIA_Lección1_¿Que es elsuelo.htm

FAO. MATERIA ORGÁNICA Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA. Disponible en: http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27spanish/ba/organic_matter.pdf

FAO. s.f. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s04.htm

FLORES, M. PROPUESTA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL SUELO MEDIANTE EL USO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS ELABORADOS CON MATERIAS PRIMAS VEGETALES EN LA PLAYA DE AMBUQUÍ, PROVINCIA DE IMBABURA. Tesis de Grado como requisito para obtener el título de Ingenieros en Recursos Naturales Renovables. 2009.

FUNACH-ASCAPAM, EL SUELO, Propiedades físicas-químicas, Conservación. 2002.

GAVANDE, S.A. Física de suelos; Principios y aplicaciones. México D.F. LIMUSA. 1973.

GOMERO, L., MANEJO ECOLÓGICO DE SUELOS, CONCEPTOS, EXPERIENCIAS Y TÉCNICAS. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA. 1999.

GONZÁLEZ, C. Guía de suelos contaminados. Zaragoza, 2004.

HUMUS. Disponible:<http://www.lombricultura.cl/lombricultura.cl/userfiles/file/biblioteca/humus/HUMUS%20DE%20LOMBRIZ%20Y%20SU%20APLICACION.pdf>

IÑIGUEZ, M. Edafología. Universidad Nacional de Loja. s.f. Departamento de Publicaciones.

LECHUGA, CULTIVOS Y CUIDADOS. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/florlactucasativa.htm>

LECHUGA. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>

LEÓN, M. ESTUDIO DE *Erichhornia crassipes*, *Lemna gibba* y *Azolla filiculoides* EN EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN SISTEMAS COMUNITARIOS Y UNIFAMILIARES DEL CANTÓN COTACACHI. Tesis de Grado como requisito para obtener el título de Ingenieras en Recursos Naturales Renovables.2008.

MORALES, J. DINÁMICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS EDÁFICOS Y SU RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN EN UNA SUCESIÓN SECUNDARIA EN EL PARAMO VENEZOLANO. Disponible en: <http://www.ciens.ula.ve/icae/publicaciones/paramo/pdf/morales2002.pdf>. 2002

OSORIO, L. Manejo Ecológico de Suelos, Conceptos, Experiencias y Técnicas. 1999.

PRINCIPALES PROPIEDADES DEL HUMUS DE LOMBRIZ. Disponible en: <http://vermicompostporcef.wordpress.com/2008/09/19/principales-propiedades-del-humus-de-lombriz/>. 2008

PROPIEDADES DEL COMPOST. Disponible en: <http://www.compostchile.com/default.asp?id=168&idNota=179>

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO. Disponible en: http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_t03.htm

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO. Disponible en: <http://www.slideshare.net/suelos09/propiedades-quimicas>

RIVAS, G. PROYECTO ESTADO DEL ARTE DE LA INFORMACIÓN BIOFISICA Y SOCIOECONÓMICA DE LOS PÁRAMOS DE NARIÑO.

- EDAFOFAUNA. Disponible en:
<http://corponarino.gov.co/expedientes/intervencion/biodiversidad/tomo02caracteristicasbiofisicas.pdf>. 2007
- ROJAS, O. Plagas agrícolas 2007.
- RUCKS, L., Propiedades Físicas del Suelo, Uruguay, Universidad de la República. 2004. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/FISICAS/fisicas.pdf>.
- SABROSO, M., GUÍA DE CONTAMINACIÓN DE SUELOS: Disponible en:
http://www.conectapyme.com/files/medio/guia_suelos_contaminados.pdf
 Zaragoza. 2004.
- SCAGEL, R. F., Un estudio evolutivo del Reino Vegetal. Wadsworth. (1966)
- SUÁREZ, J. GONZÁLEZ, E. LAS PLANTAS ACUÁTICAS EN UN CONTEXTO DE APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES. I. *Azolla spp.* Disponible en:
<http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v21n1/pdf/pyf01198>
- SUELOS: EL AZUFRE COMO NUTRIENTE PARA LAS PLANTAS. Disponible en: http://www.produccion.com.ar/1999/99jul_10.htm
- SUQUILANDA, M., Serie de agricultura orgánica, Ecuador, UPS ediciones. 1996.
- SZTERN, D., MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST, BASES CONCEPTUALES Y PROCEDIMIENTOS. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Disponible en:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/compost.pdf>
- UNIVERSIDAD DE CHILE, FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS. Conservación de suelos.
- VACA M. ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN DE SUELOS EN CUATRO SITIOS DE LA MICROCUENCA YAHUARCOCHA UTILIZANDO TRES ESPECIES NATIVAS, *Acacia macracantha* H.&B., *Caesalpinia spinosa* M. &K. y *Schinus molle* L. EN ZANJAS DE INFILTRACIÓN.

Tesis de Grado como requisito para obtener el título de Ingenieras en Recursos Naturales Renovables. 2009.

YAGUANA, G. Manejo y conservación de suelos y aguas, Documento de Clase. Ibarra, Universidad Técnica del Norte.2010.

ZAMORA, T., El Suelo II, Hoja divulgativa N°14. 2006.

CAPÍTULO X

10. ANEXOS

ANEXO 1. Requerimientos nutricionales de la lechuga

Cuadro 1.1. Requerimientos nutricionales para el cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa*) según Suquilanda

RECOMENDACIONES PARA EL CULTIVO DE LECHUGA según SUQUILANDA		
N (kg/ha)	P₂O₅(kg/ha)	K₂O (kg/ha)
60	20	30

Fuente: Suquilanda M. Producción orgánica de lechuga (*Lactuca sativa*)

Cuadro 1.2. Propiedades químicas del suelo según los análisis de laboratorio

PROPIEDADES DEL SUELO	
MO	1,50%
N	18,75 ppm
P	31,50 ppm
K	0,34 cmol/kg
PH	7,42
δ	1,30 ton/m³

Fuente: Laboratorio de Agrocalidad, 2012.

Cuadro 1.3. Propiedades químicas del Compost, Humus y *Azolla sp.*, según los análisis de laboratorio

PROPIEDADES DE LOS ABONOS			
ABONO	N (%)	P (%)	K (%)
Compost	0,33	0,23	0,17
Humus	0,42	0,22	0,04
<i>Azolla sp.</i>	1,31	0,06	0,09

Fuente: Laboratorio de Agrocalidad, 2012.

ANEXO 2.

Resultados de los Análisis de laboratorio del suelo antes de aplicar los tratamientos.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 125		Hoja 1 de 2
	Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845		

Fecha del informe: 16-Abr-2012

Remitente de la(s) muestra(s):
 Propietario de la(s) muestra(s): Sra. Gabriela Enriquez
 Número Telefónico: 080895779
 Email:
 No. Factura: 10194

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 10-Abr-2012
 Nombre de la finca o terreno / Parroquia:
 Ciudad: Ibarra
 Provincia: Imbabura

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Método aplicado		Pot.*	Vol.*		Col.*	AA*						
No. LAB.	Nombre de la Muestra	pH	MO* (%)	N* (%)	P* (ppm)	K* (cmol/Kg)	Ca* (cmol/Kg)	Mg* (cmol/Kg)	Fe* (ppm)	Mn* (ppm)	Cu* (ppm)	Zn* (ppm)
589	M-1	7.42	1.50	0.07	31.5	0.34	6.48	2.42	582.6	8.62	3.41	1.59

* Pot.: Potenciométrico; Cond.: Conductimétrico; Vol.: Volumétrico; Col.: Colorimétrico; AA: Absorción Atómica; Turb.: Turbidimétrico; CE: Conductividad eléctrica; MO: Materia Orgánica; N: Nitrógeno total; P: Fósforo; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; Fe: Hierro; Mn: Manganeso; Cu: Cobre; Zn: Zinc; B: Boro y S: Azufre

OBSERVACIONES:

- Los resultados se expresan en base seca.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 1.0	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 1	< 0.33	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	1 - 2.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	1.0 - 3.0	0.34 - 0.66	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 2.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 3	> 0.66	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASESORAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

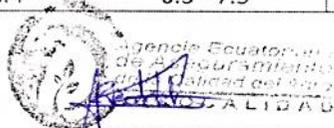
INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 125

Hoja 2 de 2

Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8,1



Dr. Alejandra Recalde Vera
RESPONSABLE TÉCNICO



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 195

Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845

Hoja 1 de 1

Fecha del informe: 23-May-2012

Remitente de la(s) muestra(s):

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 02-May-2012

Propietario de la(s) muestra(s): Sra. Gabriela Enriquez

Nombre de la finca o terreno / Parroquia: La Granja / Yuyucocha

Número Telefónico: 080895779

Ciudad: Ibarra

Email: gaby_enru@hotmail.com

Provincia: Imbabura

No. Factura: 10337

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Método aplicado	Cond.*	Cal.*	Céntrifuga				Bouyoucos			Clase textural	
			Humedad Equivalente (%)	Capacidad de campo 1/3 atm (%)	Punto de marchitez 15 atm (%)	Agua aprovechable (%)	Textura				
No. LAB.	Nombre de la Muestra	CE* (ds/m)	CIC* (cmol/Kg)					% A*	% L*	% Ac*	
696	Granja Yuyucocha	0.37	11.3	13.48	14.28	7.33	6.95	46	38	16	Franco

* Cond.: Conductimétrico; Cal.: Cálculo; CE: Conductividad eléctrica; CIC: Capacidad de Intercambio catiónico; A: Arena; L: Limo y Ac: Arcilla

OBSERVACIONES:

- Los resultados se expresan en base seca.


Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro
AGROCALIDAD
LABORATORIO DE SUELOS
Dra. Alejandra Recalde Vera
RESPONSABLE TÉCNICO

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad

ANEXO 3. Resultados de los Análisis de laboratorio del contenido nutricional de los tres tipos de fertilizantes orgánicos; compost, humus y *Azolla sp.*

 <p>Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca</p>	LABORATORIO DE FERTILIZANTES	 <p>AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</p>
	INFORME DE ANÁLISIS	
(Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext: 231)		

Hoja 1 de 3

Informe N° 12154

Fecha del Informe: 26/04/2012

Persona o Empresa solicitante: GABRIELA ENRIQUEZ

Dirección: Yuyucocha

Teléfono: 062280343

Parroquia:

Cantón: Ibarra

Provincia: Imbabura

País: Ecuador

Fecha de Ingreso de la muestra: 10/04/2012

No. de Factura: 10194

Código (s) de muestra (s): 12490-12492

DATOS DE LA MUESTRA:

Descripción: Se entregaron al Laboratorio 3 muestras sólidas, recibidas en buen estado para control de calidad de fertilizantes.

Fecha inicio análisis: 10/04/2012

Fecha finalización análisis: 25/04/2012

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DE FERTILIZANTES

COD MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO
12490	COMPOST	NT*	0.33	%	Kjeldahl
		P ₂ O ₅ *	0.23	%	Colorimétrico*
		K ₂ O*	0.17	%	AA (llama)*
		CaO*	1.05	%	AA (llama)*
		MgO*	0.34	%	AA (llama)*
		Fe*	2.50	%	AA (llama)*
		Cu*	21	%	AA (llama)*
		Zn*	102	%	AA (llama)*
		Mn*	345	%	AA (llama)*
		MO*	7.75	%	Gravimétrico
		pH	8.30	1:2	Potenciométrico

*NT= Nitrógeno Total, P₂O₅= Fósforo, K₂O= Oxido de Potasio, Ca= Calcio, Mg= Magnesio, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Zn= Zinc, Mn= Manganeso, y AA= Absorción Atómica.

	LABORATORIO DE FERTILIZANTES	 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
	INFORME DE ANÁLISIS	
(Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef: 02-2372-845 Ext. 231)		

Hoja 2 de 31
Informe N° 12154
Fecha del Informe: 26/04/2012

COD MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO
12491	HUMUS	NT*	0.42	%	Kjeldahl
		P ₂ O ₅ *	0.22	%	Colorimétrico*
		K ₂ O*	0.04	%	AA (llama)*
		CaO*	0.73	%	AA (llama)*
		MgO*	0.49	%	AA (llama)*
		Fe*	2.74	%	AA (llama)*
		Cu*	20	ppm	AA (llama)*
		Zn*	73	ppm	AA (llama)*
		Mn*	314	ppm	AA (llama)*
		MO*	7.98	%	Gravimétrico
		pH	7.55	1:2	Potenciométrico
12492	AZOLLA	NT*	1.31	%	Kjeldahl
		P ₂ O ₅ *	0.06	%	Colorimétrico*
		K ₂ O*	0.09	%	AA (llama)*
		CaO*	0.87	%	AA (llama)*
		MgO*	0.53	%	AA (llama)*
		Fe*	1.0	%	AA (llama)*
		Cu*	4	ppm	AA (llama)*
		Zn*	38	ppm	AA (llama)*
		Mn*	358	ppm	AA (llama)*
		MO*	67.57	%	Gravimétrico
		pH	5.59	1:2	Potenciométrico

*NT= Nitrógeno Total, P₂O₅= Fósforo, K₂O= Oxido de Potasio, Ca= Calcio, Mg= Magnesio, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Zn= Zinc, Mn= Manganeso, y AA= Absorción Atómica.

 <p>Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca</p>	LABORATORIO DE FERTILIZANTES	 <p>AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO</p>
	INFORME DE ANÁLISIS (Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito Telef. 02-2372-845 Ext: 231)	

Hoja 3 de 3
Informe N° 12154
Fecha del Informe: 26/04/2012

OBSERVACIONES:

- Los resultados de la muestra se reportan en % p/p.
- Las muestras no tienen formulación teórica declarada.

Analizado por: Quim. Amparo Pacheco y Bioq. Patricio García.



 Bioq. Patricio García J
 Responsable Técnico

- Hoja 1 de 2
- Los resultados analíticos presentes en el informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
 - Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad

MC 2001-01

ANEXO 4. Resultados de los Análisis de laboratorio del suelo después de la aplicación de los tratamientos.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 438 Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845	Hoja 1 de 3

Fecha del informe: 17-Ago-2012

Remitente de la(s) muestra(s):

Fecha de ingreso de la(s) muestra(s): 07-Ago-2012

Propietario de la(s) muestra(s): Sra. Gabriela Enríquez

Nombre de la finca o terreno / Parroquia:

Número Telefónico: 062280343 / 080895779

Cantón: Mira

Email:

Provincia: Carchi

No. Factura: 10823

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Método aplicado		Pot.*	Cond.*	Vol.*		Col.*	AA*							Cal.*
No. LAB.	Nombre de la Muestra	pH	CE* (ds/m)	MO* (%)	N* (%)	P* (ppm)	K* (cmol/Kg)	Ca* (cmol/Kg)	Mg* (cmol/Kg)	Fe* (ppm)	Mn* (ppm)	Cu* (ppm)	Zn* (ppm)	CIC* (cmol/Kg)
1327	T1 –Testigo	7.72	0.74	1.43	0.07	48.2	0.39	9.12	3.72	103.8	8.08	4.55	3.49	10.36
1328	T2 –Azolla sp	6.75	0.40	2.51	0.12	43.1	0.32	8.16	3.74	124.1	12.24	4.43	3.59	12.52
1329	T3 –Humus	7.42	0.75	2.51	0.12	56.1	0.29	9.24	3.55	107.7	8.18	4.46	3.52	12.52
1330	T4 –Compost	7.52	0.66	1.79	0.09	59.7	0.38	9.77	3.63	96.6	9.05	4.44	4.19	11.08

* Pot.: Potenciométrico; Cond.: Conductimétrico; Vol.: Volumétrico; Col.: Colorimétrico; AA: Absorción Atómica; Calc.: Cálculo; CE: Conductividad eléctrica; MO: Materia Orgánica; N: Nitrógeno total; P: Fósforo; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; Fe: Hierro; Mn: Manganeseo; Cu: Cobre; Zn: Zinc; CIC: Capacidad de intercambio catiónico.



No. LAB.	Céntrica				Grav.*	Densidad real (g/cc)	Bouyoucos			Clase textural
	Humedad Equivalente (%)	Capacidad de campo 1/3 atm (%)	Punto de marchitez 15 atm (%)	Agua aprovechable (%)	Densidad Aparente (g peso seco)		Textura			
							% A*	% L*	% Ac*	
1327	14.42	15.09	7.84	7.25	408.14	1.38	50	35	15	Franco
1328	17.04	17.36	9.26	8.10	317.87	1.40	42	43	15	Franco
1329	16.37	16.78	8.90	7.88	429.22	1.40	48	37	15	Franco
1330	16.08	16.53	8.74	7.79	418.00	1.41	48	37	15	Franco

* Grav.: Gravimétrico; A: Arena; L: Limo y Ac: Arcilla

OBSERVACIONES:

- Los resultados se expresan en base seca.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)	Ca (cmol/Kg)	Mg (cmol/Kg)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)
BAJO	< 1.0	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 1	< 0.33	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
MEDIO	1 - 2.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	1.0 - 3.0	0.34 - 0.66	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6
ALTO	> 2.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 3	> 0.66	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 438

Hoja 3 de 3

Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5.6 - 6.4	6.5 - 7.5	7.6 - 8.0	8,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

Dra. Alejandra Recalde Vera
RESPONSABLE TÉCNICO

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad

ANEXO 5. Datos de prendimiento, sobrevivencia del cultivo.

Cuadro 5.1. No Prendimiento y prendimiento en los tratamientos en cada repetición

NO PRENDIMIENTO					PRENDIMIENTO					PRENDIMIENTO (%)				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
1	1	9	2	1	1	59	51	58	59	1	98,3	85,0	96,7	98,3
2	1	4	8	1	2	59	56	52	59	2	98,3	93,3	86,7	98,3
3	8	3	3	2	3	52	57	57	58	3	86,7	95,0	95,0	96,7
4	5	3	6	1	4	55	57	54	59	4	91,7	95,0	90,0	98,3
5	9	3	3	13	5	51	57	57	47	5	85,0	95,0	95,0	78,3
Total	24	22	22	18	Media	55,2	55,6	55,6	56,4	Media	92	92,7	92,7	94

Cuadro 5.2. No Sobrevivencia y sobrevivencia en los tratamientos en cada repetición

NO SOBREVIVENCIA					SOBREVIVENCIA					SOBREVIVENCIA (%)				
Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3	Rep	T0	T1	T2	T3
1	4	2	0	0	1	56	58	60	60	1	93,30	96,70	100,00	100,00
2	0	1	0	0	2	60	59	60	60	2	100,00	98,30	100,00	100,00
3	1	1	3	1	3	59	59	57	59	3	98,30	98,30	95,00	98,30
4	1	1	0	0	4	59	59	60	60	4	98,30	98,30	100,00	100,00
5	2	1	0	1	5	58	59	60	59	5	96,70	98,30	100,00	98,30
Total	8	6	3	2	Media	58,4	58,8	59,4	59,6	Media	97,30	98,00	99,00	99,30

T0= Testigo

T1= *Azolla* sp.

T2= Humus

T3= Compost

ANEXO 6. Datos medidos de las variables

Cuadro 6.1 Longitud de la planta, número de hojas del tratamiento con Testigo a los 15 días

TESTIGO A LOS 15 DÍAS											
repetición 1		repetición 2		repetición 3		repetición 4		repetición 5		MEDIA	
longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas
7,00	5,00	6,80	5,00	6,00	5,00	8,00	5,00	5,20	5,00	6,60	5,00
4,00	3,00	6,90	4,00	5,80	3,00	6,00	5,00	7,00	4,00	5,94	3,80
7,00	4,00	7,00	4,00	5,60	5,00	5,00	5,00	6,70	6,00	6,26	4,80
6,80	3,00	8,50	6,00	9,10	5,00	9,20	5,00	4,50	5,00	7,62	4,80
7,50	3,00	8,50	5,00	8,20	4,00	8,00	4,00	6,00	5,00	7,64	4,20
7,40	5,00	8,50	5,00	7,20	5,00	7,00	5,00	5,00	5,00	7,02	5,00
5,50	5,00	9,00	4,00	7,20	5,00	8,00	4,00	6,00	3,00	7,14	4,20
4,70	6,00	9,00	5,00	7,50	5,00	7,50	4,00	7,50	3,00	7,24	4,60
7,80	7,00	10,50	5,00	8,30	5,00	8,50	5,00	8,00	4,00	8,62	5,20
7,30	5,00	8,00	5,00	7,20	4,00	8,30	5,00	6,20	3,00	7,40	4,40
4,60	4,00	9,00	6,00	6,30	4,00	7,00	4,00	6,00	3,00	6,58	4,20
6,90	4,00	7,50	4,00	7,00	4,00	6,50	5,00	7,00	4,00	6,98	4,20
4,60	4,00	5,00	4,00	6,30	4,00	8,20	5,00	6,80	3,00	6,18	4,00
7,00	4,00	8,50	5,00	7,50	5,00	8,20	6,00	7,00	4,00	7,64	4,80
7,00	5,00	9,00	6,00	6,70	5,00	5,20	4,00	7,00	4,00	6,98	4,80
5,50	4,00	7,50	4,00	5,50	4,00	6,00	5,00	8,20	5,00	6,54	4,40
5,00	3,00	9,50	6,00	6,50	5,00	7,00	5,00	9,30	6,00	7,46	5,00
7,00	3,00	7,50	5,00	7,00	5,00	6,00	4,00	7,20	4,00	6,94	4,20
6,50	6,00	7,00	5,00	7,20	5,00	10,00	4,00	5,50	3,00	7,24	4,60
8,30	5,00	8,00	6,00	6,50	3,00	9,50	5,00	8,00	5,00	8,06	4,80
6,50	4,00	8,00	4,00	5,00	3,00	7,30	5,00	8,00	6,00	6,96	4,40
4,50	6,00	6,50	4,00	5,80	3,00	7,50	5,00	11,50	6,00	7,16	4,80
0,00	0,00	7,00	4,00	6,50	6,00	7,00	4,00	9,00	6,00	5,90	4,00
6,80	2,00	9,50	4,00	8,00	4,00	7,00	5,00	8,50	5,00	7,96	4,00

Cuadro 6.2 Longitud de la planta, número de hojas del tratamiento con Testigo a los 30 días.

TESTIGO A LOS 30 DÍAS											
repetición 1		repetición 2		repetición 3		repetición 4		repetición 5		MEDIA	
longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas
14,00	14,00	15,00	12,00	12,00	9,00	18,00	8,00	10,30	7,00	13,86	10,00
13,00	10,00	14,50	10,00	11,00	7,00	20,00	16,00	14,30	9,00	14,56	10,40
13,00	8,00	13,00	10,00	13,20	11,00	14,00	8,00	15,50	10,00	13,74	9,40
13,00	9,00	12,00	7,00	13,00	8,00	14,00	9,00	11,00	9,00	12,60	8,40
11,00	9,00	12,00	7,00	15,00	8,00	14,00	8,00	13,00	10,00	13,00	8,40
10,00	10,00	15,00	10,00	14,30	11,00	18,00	8,00	12,50	12,00	13,96	10,20
11,00	9,00	15,50	10,00	15,80	10,00	13,00	9,00	13,00	9,00	13,66	9,40
13,50	11,00	12,00	7,00	13,50	11,00	15,00	11,00	10,00	10,00	12,80	10,00
11,00	7,00	9,00	6,00	16,20	13,00	17,50	10,00	11,00	8,00	12,94	8,80
13,00	10,00	16,50	10,00	14,70	9,00	12,00	9,00	9,80	6,00	13,20	8,80
14,00	14,00	12,00	9,00	14,00	11,00	16,00	9,00	14,00	9,00	14,00	10,40
13,00	12,00	12,00	6,00	14,00	12,00	16,00	10,00	12,70	9,00	13,54	9,80
10,50	7,00	11,50	15,00	13,00	12,00	16,50	10,00	10,00	7,00	12,30	10,20
12,50	7,00	12,00	7,00	15,50	9,00	17,00	8,00	13,50	8,00	14,10	7,80
0,00	0,00	14,30	9,00	14,50	12,00	16,00	9,00	13,00	10,00	11,56	8,00
11,50	8,00	14,00	10,00	14,00	8,00	11,50	8,00	11,00	9,00	12,40	8,60
15,50	9,00	16,00	12,00	15,00	13,00	13,00	7,00	9,80	5,00	13,86	9,20
0,00	0,00	15,00	10,00	15,00	10,00	13,50	9,00	16,20	11,00	11,94	8,00
9,50	7,00	10,50	8,00	14,50	11,00	15,00	8,00	13,00	10,00	12,50	8,80
12,50	8,00	15,00	10,00	14,70	10,00	15,00	9,00	15,00	12,00	14,44	9,80
14,00	10,00	14,00	8,00	15,30	10,00	0,00	0,00	13,00	14,00	11,26	8,40
0,00	0,00	11,50	7,00	14,50	8,00	11,00	8,00	17,00	11,00	10,80	6,80
0,00	0,00	11,50	7,00	13,00	10,00	15,00	8,00	15,50	10,00	11,00	7,00
0,00	0,00	14,00	9,00	13,50	9,00	13,00	7,00	16,00	10,00	11,30	7,00

Cuadro 6.3 Longitud de la planta, número de hojas del tratamiento con *Azolla sp.*, a los 15 días

<i>Azolla sp.</i> A LOS 15 DÍAS											
repetición 1		repetición 2		repetición 3		repetición 4		repetición 5		MEDIA	
longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas
7,50	5,00	8,50	5,00	5,50	7,00	7,30	5,00	7,80	5,00	7,32	5,40
6,30	5,00	7,50	3,00	7,50	5,00	8,00	6,00	7,50	6,00	7,36	5,00
5,50	4,00	9,00	4,00	8,00	5,00	8,00	6,00	10,50	4,00	8,20	4,60
5,50	5,00	9,00	6,00	5,00	4,00	7,50	5,00	7,50	5,00	6,90	5,00
6,50	5,00	11,00	5,00	8,50	4,00	7,00	5,00	8,00	5,00	8,20	4,80
5,60	3,00	7,50	4,00	7,50	5,00	8,20	5,00	7,00	5,00	7,16	4,40
7,50	4,00	7,50	5,00	6,00	4,00	8,80	5,00	8,90	5,00	7,74	4,60
3,30	3,00	7,50	5,00	7,00	5,00	8,50	5,00	7,50	5,00	6,76	4,60
4,50	5,00	10,50	5,00	6,90	6,00	8,00	6,00	9,00	5,00	7,78	5,40
7,30	4,00	9,60	4,00	8,50	4,00	7,00	5,00	9,20	7,00	8,32	4,80
6,50	6,00	10,00	5,00	6,50	5,00	8,60	6,00	7,20	5,00	7,76	5,40
7,70	6,00	12,00	6,00	4,00	4,00	7,50	6,00	8,30	4,00	7,90	5,20
6,70	5,00	9,00	5,00	8,50	4,00	7,80	5,00	8,70	5,00	8,14	4,80
6,50	4,00	7,30	6,00	9,50	6,00	5,50	4,00	7,00	4,00	7,16	4,80
7,50	2,00	9,50	4,00	9,30	5,00	9,80	6,00	8,30	5,00	8,88	4,40
6,50	7,00	9,80	5,00	9,20	6,00	8,70	5,00	9,00	4,00	8,64	5,40
7,50	6,00	10,00	4,00	5,00	5,00	8,30	5,00	7,80	5,00	7,72	5,00
4,00	5,00	9,50	4,00	9,50	5,00	9,80	7,00	7,50	4,00	8,06	5,00
0,00	0,00	11,50	5,00	6,80	5,00	8,10	6,00	8,50	4,00	6,98	4,00
4,00	4,00	10,00	4,00	5,00	4,00	7,00	4,00	8,00	5,00	6,80	4,20
5,50	5,00	7,00	7,00	7,50	5,00	9,00	3,00	9,50	5,00	7,70	5,00
6,00	5,00	11,50	8,00	8,70	5,00	8,50	5,00	8,50	5,00	8,64	5,60
9,00	5,00	9,00	4,00	8,00	5,00	8,40	4,00	7,50	5,00	8,38	4,60
9,00	4,00	10,00	4,00	9,00	4,00	8,00	3,00	7,50	4,00	8,70	3,80

Cuadro 6.4 Longitud de la planta, número de hojas del tratamiento con *Azolla sp.*, a los 30 días

<i>Azolla sp.</i> A LOS 30 DÍAS											
repetición 1		repetición 2		repetición 3		repetición 4		repetición 5		MEDIA	
longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas
14,00	8,00	15,00	12,00	9,50	6,00	15,00	11,00	16,00	9,00	13,90	9,20
0,00	0,00	16,50	11,00	13,00	7,00	14,00	8,00	15,00	8,00	11,70	6,80
0,00	0,00	13,40	12,00	15,00	9,00	14,00	10,00	13,00	10,00	11,08	8,20
12,00	5,00	14,00	11,00	9,50	8,00	16,00	12,00	14,50	8,00	13,20	8,80
9,00	5,00	12,00	8,00	15,50	8,00	15,80	16,00	17,00	9,00	13,86	9,20
12,70	9,00	16,00	11,00	16,00	8,00	16,00	12,00	14,00	8,00	14,94	9,60
11,00	8,00	16,50	13,00	11,00	7,00	16,50	14,00	16,00	11,00	14,20	10,60
12,80	8,00	17,30	13,00	13,50	8,00	15,00	13,00	15,50	9,00	14,82	10,20
11,00	7,00	14,00	11,00	16,50	12,00	16,70	14,00	15,00	7,00	14,64	10,20
13,50	11,00	16,50	13,00	13,00	8,00	15,30	12,00	15,00	11,00	14,66	11,00
12,50	10,00	18,40	13,00	15,00	11,00	16,00	11,00	17,00	12,00	15,78	11,40
12,70	9,00	15,50	9,00	17,00	9,00	15,70	12,00	16,50	10,00	15,48	9,80
13,00	8,00	16,70	14,00	9,00	7,00	16,00	12,00	17,00	10,00	14,34	10,20
14,50	10,00	17,00	12,00	16,50	10,00	16,50	13,00	15,00	8,00	15,90	10,60
13,80	8,00	16,00	12,00	17,00	8,00	15,80	11,00	17,00	10,00	15,92	9,80
12,00	8,00	17,80	14,00	15,00	16,00	13,50	9,00	16,50	10,00	14,96	11,40
12,30	9,00	15,70	12,00	18,50	14,00	14,00	12,00	15,50	9,00	15,20	11,20
15,00	10,00	13,50	10,00	15,50	10,00	18,70	10,00	13,50	10,00	15,24	10,00
15,00	12,00	0,00	0,00	18,50	11,00	14,00	13,00	15,00	10,00	12,50	9,20
8,00	6,00	16,00	13,00	17,00	9,00	17,30	11,00	15,00	9,00	14,66	9,60
12,50	9,00	16,00	14,00	16,00	10,00	16,00	13,00	0,00	0,00	12,10	9,20
11,00	10,00	19,80	13,00	11,00	7,00	15,00	11,00	14,00	9,00	14,16	10,00
15,50	12,00	16,50	10,00	14,00	9,00	14,50	12,00	15,50	9,00	15,20	10,40
10,00	9,00	15,80	10,00	17,50	10,00	17,30	10,00	14,00	12,00	14,92	10,20

Cuadro 6.5 Longitud de la planta, número de hojas del tratamiento con Humus., a los 15 días

HUMUS A LOS 15 DÍAS											
repetición 1		repetición 2		repetición 3		repetición 4		repetición 5		MEDIA	
longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas
6,70	4,00	7,00	5,00	7,30	5,00	8,30	6,00	7,20	5,00	7,30	5,00
7,40	5,00	5,00	4,00	6,20	6,00	4,50	4,00	4,00	5,00	5,42	4,80
5,00	5,00	7,20	4,00	6,00	5,00	8,00	7,00	7,00	3,00	6,64	4,80
8,80	6,00	5,30	6,00	5,30	4,00	6,70	4,00	7,50	5,00	6,72	5,00
7,30	4,00	6,00	5,00	0,00	0,00	7,80	4,00	6,30	5,00	5,48	3,60
7,50	5,00	7,20	6,00	6,50	5,00	6,40	4,00	7,60	4,00	7,04	4,80
7,00	5,00	5,00	5,00	7,00	4,00	7,00	6,00	7,80	5,00	6,76	5,00
7,00	5,00	7,00	5,00	3,50	3,00	6,00	5,00	8,20	4,00	6,34	4,40
8,00	6,00	8,00	5,00	6,80	4,00	6,30	6,00	7,00	4,00	7,22	5,00
7,20	5,00	4,30	4,00	4,80	4,00	9,00	5,00	8,20	4,00	6,70	4,40
9,20	7,00	5,50	4,00	5,00	3,00	7,00	6,00	8,00	5,00	6,94	5,00
8,50	4,00	5,00	5,00	6,70	6,00	6,50	5,00	55,00	4,00	16,34	4,80
8,50	5,00	6,70	5,00	8,50	5,00	6,50	5,00	9,00	5,00	7,84	5,00
9,20	7,00	7,00	4,00	6,00	5,00	7,50	7,00	7,00	5,00	7,34	5,60
7,50	4,00	5,00	4,00	6,50	5,00	7,00	6,00	6,60	5,00	6,52	4,80
8,00	4,00	7,00	4,00	10,00	7,00	5,70	5,00	6,50	4,00	7,44	4,80
10,00	6,00	8,00	6,00	8,00	5,00	8,00	7,00	6,70	5,00	8,14	5,80
8,00	6,00	7,00	5,00	7,60	5,00	4,00	2,00	7,20	5,00	6,76	4,60
7,00	6,00	10,70	8,00	7,30	5,00	8,00	6,00	8,30	4,00	8,26	5,80
6,00	5,00	5,80	3,00	7,00	5,00	4,00	3,00	7,00	5,00	5,96	4,20
6,00	6,00	9,00	6,00	5,00	5,00	7,50	4,00	5,00	5,00	6,50	5,20
6,30	4,00	7,00	5,00	6,50	5,00	8,00	6,00	9,00	6,00	7,36	5,20
8,00	5,00	6,80	5,00	8,30	4,00	7,00	4,00	8,00	7,00	7,62	5,00
8,00	5,00	8,00	5,00	7,00	5,00	8,00	7,00	6,50	4,00	7,50	5,20

Cuadro 6.6 Longitud de la planta, número de hojas del tratamiento con Humus, a los 30 días

HUMUS A LOS 30 DÍAS											
repetición 1		repetición 2		repetición 3		repetición 4		repetición 5		MEDIA	
longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas
13,00	10,00	16,00	18,00	13,00	6,00	18,00	11,00	13,50	10,00	14,70	11,00
13,50	8,00	14,00	11,00	14,00	8,00	10,00	5,00	14,50	12,00	13,20	8,80
11,00	9,00	19,00	11,00	16,00	8,00	15,00	8,00	17,00	12,00	15,60	9,60
11,50	8,00	16,50	13,00	8,50	7,00	13,50	11,00	11,50	9,00	12,30	9,60
13,50	9,00	12,50	9,00	14,00	10,00	11,50	8,00	14,30	11,00	13,16	9,40
13,80	6,00	17,50	11,00	12,50	7,00	20,50	17,00	14,50	12,00	15,76	10,60
14,50	8,00	18,50	12,00	13,00	6,00	16,50	11,00	16,00	11,00	15,70	9,60
14,00	9,00	18,50	7,00	0,00	0,00	15,00	11,00	14,50	12,00	12,40	7,80
11,50	8,00	16,00	9,00	14,50	8,00	16,00	8,00	9,50	9,00	13,50	8,40
14,00	9,00	14,00	9,00	11,00	8,00	16,00	11,00	18,70	13,00	14,74	10,00
13,50	10,00	17,50	12,00	5,50	2,00	15,80	10,00	16,70	11,00	13,80	9,00
14,00	10,00	14,00	9,00	14,00	6,00	17,00	15,00	20,00	11,00	15,80	10,20
13,00	7,00	15,50	9,00	18,00	6,00	17,50	13,00	15,00	13,00	15,80	9,60
14,00	10,00	14,00	11,00	10,00	7,00	16,50	15,00	7,50	8,00	12,40	10,20
13,00	7,00	14,50	9,00	13,50	7,00	14,50	8,00	15,20	10,00	14,14	8,20
13,00	8,00	13,50	8,00	16,00	9,00	15,00	11,00	14,80	9,00	14,46	9,00
14,00	13,00	20,50	17,00	13,50	8,00	17,00	14,00	15,00	12,00	16,00	12,80
14,00	8,00	17,00	9,00	12,50	7,00	13,80	10,00	18,50	10,00	15,16	8,80
13,50	9,00	15,50	9,00	17,00	12,00	15,00	11,00	16,00	12,00	15,40	10,60
14,00	10,00	15,00	10,00	15,00	9,00	17,40	10,00	19,50	15,00	16,18	10,80
13,50	10,00	12,00	7,00	13,50	8,00	13,00	7,00	18,00	12,00	14,00	8,80
11,50	8,00	15,50	7,00	14,00	9,00	15,00	9,00	14,00	10,00	14,00	8,60
12,50	8,00	10,00	8,00	15,00	8,00	18,00	12,00	16,00	12,00	14,30	9,60
14,00	7,00	15,50	11,00	15,00	8,00	16,00	13,00	13,00	10,00	14,70	9,80

Cuadro 6.7 Longitud de la planta, número de hojas del tratamiento con Compost, a los 15 días

COMPOST A LOS 15 DÍAS											
repetición 1		repetición 2		repetición 3		repetición 4		repetición 5		MEDIA	
longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas
9,20	5,00	7,00	6,00	7,00	5,00	7,00	5,00	5,30	5,00	7,10	5,20
9,50	5,00	7,00	5,00	7,50	5,00	9,30	4,00	8,00	7,00	8,26	5,20
9,00	5,00	5,50	4,00	6,00	4,00	7,80	4,00	6,50	4,00	6,96	4,20
10,20	6,00	8,00	5,00	6,50	5,00	4,50	4,00	6,50	4,00	7,14	4,80
10,50	4,00	7,50	4,00	9,00	5,00	9,00	5,00	5,00	3,00	8,20	4,20
7,00	4,00	6,50	5,00	8,50	4,00	7,30	6,00	7,50	5,00	7,36	4,80
8,50	5,00	9,50	5,00	6,30	4,00	7,50	4,00	7,00	4,00	7,76	4,40
10,30	6,00	9,20	6,00	6,00	5,00	5,70	4,00	9,00	4,00	8,04	5,00
8,00	5,00	5,50	4,00	8,00	5,00	8,00	5,00	7,00	4,00	7,30	4,60
11,80	4,00	9,50	6,00	9,30	4,00	5,40	5,00	6,50	5,00	8,50	4,80
9,00	4,00	6,50	4,00	8,70	4,00	8,00	5,00	6,00	4,00	7,64	4,20
9,00	6,00	7,00	4,00	9,00	4,00	7,00	7,00	8,00	5,00	8,00	5,20
9,50	6,00	9,00	6,00	6,70	5,00	7,50	5,00	7,00	4,00	7,94	5,20
9,00	4,00	7,00	5,00	9,00	5,00	5,50	4,00	6,00	5,00	7,30	4,60
6,50	5,00	8,00	6,00	8,00	7,00	7,30	3,00	7,00	4,00	7,36	5,00
7,50	4,00	8,00	4,00	6,50	3,00	6,80	5,00	7,55	4,00	7,27	4,00
9,00	5,00	8,50	4,00	6,80	8,00	8,00	5,00	6,00	4,00	7,66	5,20
9,00	4,00	7,80	5,00	9,50	5,00	7,40	5,00	6,70	4,00	8,08	4,60
8,00	4,00	5,50	4,00	9,00	6,00	7,50	5,00	9,50	5,00	7,90	4,80
9,30	4,00	8,30	4,00	5,00	1,00	8,00	4,00	7,00	5,00	7,52	3,60
9,00	6,00	9,50	5,00	11,00	5,00	8,00	6,00	9,00	8,00	9,30	6,00
10,30	6,00	8,00	4,00	10,50	6,00	10,50	4,00	7,00	4,00	9,26	4,80
7,50	4,00	10,00	6,00	6,00	3,00	7,50	5,00	7,50	3,00	7,70	4,20
6,50	3,00	8,40	5,00	7,80	5,00	8,00	5,00	7,00	4,00	7,54	4,40

Cuadro 6.8 Longitud de la planta, número de hojas del tratamiento con Compost, a los 30 días

COMPOST A LOS 30 DÍAS											
repetición 1		repetición 2		repetición 3		repetición 4		repetición 5		MEDIA	
longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas	longitud (cm)	# Hojas
15,80	16,00	14,50	10,00	19,50	12,00	14,50	10,00	18,00	11,00	16,46	11,80
15,50	14,00	15,00	11,00	0,00	0,00	14,00	10,00	17,50	7,00	12,40	8,40
15,00	10,00	16,00	8,00	16,00	12,00	14,00	10,00	16,00	9,00	15,40	9,80
16,00	13,00	17,50	12,00	17,30	11,00	11,50	7,00	17,50	9,00	15,96	10,40
17,70	14,00	15,00	10,00	15,50	11,00	14,00	9,00	21,00	11,00	16,64	11,00
12,50	9,00	14,50	11,00	12,50	8,00	15,00	10,00	15,00	9,00	13,90	9,40
12,70	10,00	12,00	8,00	16,00	13,00	14,00	7,00	16,00	9,00	14,14	9,40
14,50	10,00	14,00	10,00	14,30	11,00	15,00	12,00	12,00	6,00	13,96	9,80
12,50	11,00	17,50	12,00	12,00	10,00	14,50	10,00	17,00	11,00	14,70	10,80
15,00	9,00	17,00	7,00	13,00	12,00	14,00	12,00	16,00	11,00	15,00	10,20
15,50	19,00	17,50	12,00	17,00	8,00	13,40	9,00	14,00	9,00	15,48	11,40
15,00	11,00	18,00	10,00	15,60	11,00	14,00	10,00	16,50	10,00	15,82	10,40
15,00	14,00	20,00	17,00	17,00	10,00	15,00	9,00	19,50	11,00	17,30	12,20
17,00	15,00	15,00	7,00	14,00	11,00	15,50	13,00	15,00	10,00	15,30	11,20
15,00	14,00	14,00	9,00	14,50	11,00	14,00	9,00	13,50	13,00	14,20	11,20
13,00	13,00	19,00	12,00	16,50	12,00	10,00	7,00	16,50	12,00	15,00	11,20
18,00	14,00	17,00	8,00	14,50	10,00	14,00	10,00	16,40	12,00	15,98	10,80
17,20	11,00	14,50	9,00	17,00	8,00	13,00	7,00	15,00	13,00	15,34	9,60
15,30	13,00	15,50	11,00	16,50	12,00	11,50	7,00	19,50	11,00	15,66	10,80
17,70	16,00	18,00	11,00	15,00	9,00	17,00	13,00	12,50	7,00	16,04	11,20
14,50	13,00	16,00	11,00	16,00	10,00	13,00	10,00	17,30	13,00	15,36	11,40
16,50	14,00	18,00	7,00	16,50	12,00	14,50	8,00	0,00	0,00	13,10	8,20
13,60	11,00	15,50	10,00	19,00	15,00	15,00	12,00	14,00	10,00	15,42	11,60
11,00	10,00	17,00	16,00	13,00	10,00	10,00	8,00	12,50	8,00	12,70	10,40

Cuadros 6.9 Longitud de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de la raíz y peso del tratamiento con Testigo a los 45 días en cada repetición

TESTIGO R1				
Diámetro Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,00	2	11,00	15,00	27,00
2,00	32	12,00	21,00	137,00
2,30	28	1,50	2,00	16,30
2,50	31	1,00	19,50	17,65
1,50	23	1,50	18,50	8,50
0,90	19	1,70	14,50	23,85
2,00	27	1,50	17,50	156,50
1,50	22	11,00	15,80	77,20
2,00	3	12,50	15,00	154,80
1,50	24	13,50	16,00	133,65
2,00	24	11,50	17,50	121,80
2,00	29	12,00	17,50	128,50
2,00	35	15,00	19,40	21,75
1,50	24	14,50	16,50	96,80
2,00	26	11,00	17,50	152,00
2,00	24	1,00	2,00	18,50
2,00	3	11,00	22,50	216,40
1,50	21	1,00	18,50	147,50
1,50	25	14,30	2,00	15,80
1,50	24	12,00	19,00	97,50
0,00	0	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0,00	0,00	0,00

TESTIGO R2				
Diámetro Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,91	3	17,80	21,30	242,20
1,62	31	15,80	18,70	164,90
1,93	31	16,30	16,70	126,70
1,72	38	18,70	18,00	186,10
1,61	24	14,50	17,30	95,00
2,20	48	17,90	24,30	316,60
1,65	26	14,30	18,40	143,60
2,12	39	19,70	22,50	284,10
1,75	32	14,70	19,50	22,30
1,33	14	11,50	13,00	26,50
1,58	27	18,00	19,30	135,00
2,57	39	18,50	23,50	388,60
2,70	36	19,30	2,20	251,40
1,95	35	15,80	21,00	268,30
1,41	24	15,30	17,20	96,00
1,77	35	19,70	17,00	17,00
1,66	28	16,20	19,30	7,50
1,96	4	17,40	2,70	259,80
1,86	52	19,30	18,70	238,38
0,94	17	8,00	12,50	25,20
1,43	26	16,30	16,50	15,50
1,51	35	17,60	17,00	156,70
2,22	44	19,30	21,00	33,90
1,59	33	16,80	17,30	16,20

TESTIGO R3				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,91	28	22,00	18,00	221,50
1,75	21	17,70	15,30	97,40
1,37	22	22,00	14,50	79,40
2,28	33	23,70	21,50	424,10
1,62	26	21,30	18,00	169,10
1,37	24	22,70	15,00	111,00
1,70	24	23,00	18,00	14,50
1,73	26	19,70	17,30	153,70
1,31	23	19,00	16,00	13,80
1,93	32	21,00	18,00	254,50
1,83	27	19,50	18,70	19,90
2,30	32	16,00	2,50	34,00
1,27	23	17,00	16,00	115,80
1,67	25	21,00	18,50	195,00
1,82	32	15,30	2,00	23,80
1,72	27	16,30	2,00	225,80
1,72	28	21,00	17,00	165,70
1,74	27	18,00	18,30	18,10
1,81	26	18,00	2,50	254,30
1,72	33	19,00	2,40	286,60
1,22	35	17,00	21,50	329,40
1,59	25	16,00	18,00	183,20
2,50	3	14,50	21,30	256,10
1,53	24	15,70	19,00	152,70

TESTIGO R4				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,40	27	16,58	17,50	114,00
2,50	35	15,13	32,00	426,60
2,00	29	14,20	22,00	171,00
1,70	25	14,98	19,50	238,30
1,70	3	13,58	23,50	357,20
2,00	32	10,83	28,00	11,95
1,30	27	13,45	16,00	291,00
2,30	29	16,43	25,00	278,80
2,00	31	14,30	23,00	286,70
2,30	31	14,25	26,00	348,00
1,70	37	15,25	24,50	146,00
1,50	28	15,38	2,50	355,00
2,50	32	16,58	26,00	57,10
1,20	27	13,08	13,50	376,40
2,20	36	14,65	23,50	79,00
1,30	29	12,50	14,50	178,60
2,00	32	15,60	17,00	237,70
1,80	31	13,10	22,00	182,00
1,70	28	14,65	19,00	191,13
2,50	29	13,25	22,00	243,80
1,50	3	12,38	22,00	22,60
2,00	28	11,15	19,50	19,00
2,00	29	8,45	21,00	234,90

TESTIGO R5				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,71	23	15,50	21,70	157,10
1,34	24	15,00	15,50	8,00
1,81	3	17,00	21,00	192,80
1,61	23	16,50	19,80	135,00
1,76	27	17,00	22,40	24,20
1,20	2	1,00	15,20	55,40
1,29	21	15,00	19,00	124,50
3,40	36	15,30	24,00	34,70
1,78	25	11,00	23,60	277,80
1,42	2	11,00	19,00	135,10
1,29	18	12,00	19,10	128,20
1,28	19	15,00	19,50	1,60
1,37	32	15,00	24,00	133,40
1,92	21	1,00	17,00	285,30
1,26	3	17,00	22,00	75,30
2,17	29	13,00	23,00	28,40
1,61	23	14,20	2,00	187,40
1,91	34	16,00	21,00	249,90
1,00	17	7,00	18,00	63,20
1,92	38	14,00	23,00	318,40
1,63	35	16,20	22,80	215,00
1,72	3	11,00	22,00	39,69
0,00	0	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0,00	0,00	0,00

Cuadros 6.10 Longitud de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de la raíz y peso del tratamiento con *Azolla sp.*, a los 45 días en cada repetición

Azolla R1				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,81	33	12,80	22,00	283,40
1,51	36	2,70	17,30	192,10
1,20	2	11,50	17,50	112,40
1,65	35	22,00	2,30	262,30
1,58	28	17,80	17,50	171,80
1,64	3	19,50	19,30	227,00
1,31	28	19,50	18,70	144,50
1,73	34	2,00	21,70	347,00
1,73	3	17,30	23,50	251,20
1,63	31	22,20	27,00	219,10
1,74	33	18,50	2,30	196,40
1,82	29	15,70	22,30	28,30
1,77	29	16,80	2,50	27,60
1,61	38	16,30	19,40	29,00
1,79	28	19,40	17,50	272,50
1,71	35	16,50	19,00	21,00
1,64	31	2,80	21,70	28,70
2,16	4	17,80	22,50	437,00
1,64	3	15,50	16,70	154,70
1,61	34	17,30	16,50	194,20
2,40	4	22,00	17,80	349,30
1,37	25	19,30	16,50	117,00
0,00	0	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0,00	0,00	0,00

Azolla R2				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
2,17	36	21,70	23,50	286,00
2,24	57	19,70	22,50	379,00
1,46	23	14,50	17,00	76,60
2,20	4	17,70	23,50	359,10
1,61	29	19,30	15,50	111,00
1,50	24	16,30	17,00	118,70
1,72	44	15,70	22,30	257,20
1,95	37	21,30	23,40	285,30
2,27	47	18,70	26,50	445,10
1,77	36	23,30	21,70	288,70
1,94	4	19,60	23,30	328,80
1,81	35	16,70	22,80	25,70
2,12	52	17,80	26,30	389,50
1,52	29	2,00	19,70	194,70
1,94	31	18,30	2,50	271,00
2,11	42	17,20	22,70	346,70
1,48	3	2,30	19,80	18,80
1,63	43	19,70	2,50	246,40
1,81	45	22,00	23,00	287,40
2,11	48	2,50	22,30	33,00
1,88	34	25,60	23,00	267,50
1,68	3	18,50	19,00	188,80
2,55	45	23,00	23,40	421,20
0,00	0	0,00	0,00	0,00

<i>Azolla R3</i>				
Diámetro Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,80	23	17,00	16,50	14,90
2,00	28	24,00	2,50	172,00
2,00	35	17,00	21,00	287,00
1,50	27	15,00	17,30	94,00
1,50	22	14,00	15,00	6,50
2,00	35	16,00	17,00	265,50
1,50	21	13,00	17,00	18,40
1,80	27	17,00	17,30	151,00
2,50	33	14,00	23,50	443,00
1,30	36	13,50	17,00	176,60
2,00	37	12,00	22,00	334,50
2,20	36	17,00	25,00	354,30
2,50	34	15,00	26,00	464,40
2,70	44	19,00	28,00	69,90
2,50	33	18,00	26,50	397,90
2,30	37	17,00	24,50	264,30
3,00	41	23,00	26,00	12,00
1,50	31	11,00	14,00	65,90
2,00	33	18,00	28,00	45,00
2,00	34	18,00	27,00	412,50
1,20	18	13,00	13,00	48,00
1,70	4	2,00	22,00	254,70
2,00	32	14,50	21,50	219,50
0,00	0	0,00	0,00	0,00

<i>Azolla R4</i>				
Diámetro Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,62	28	12,00	21,00	173,70
1,61	18	8,50	15,80	68,70
2,14	3	13,70	2,30	258,40
1,35	24	12,00	13,50	71,10
1,85	32	13,20	18,70	131,40
1,52	3	15,30	17,30	226,80
1,88	45	17,80	18,00	223,70
1,41	29	15,70	19,30	153,70
2,70	36	17,50	22,30	329,20
1,80	37	16,50	21,00	263,60
1,95	35	18,50	23,70	36,30
1,71	18	14,70	16,00	84,90
1,96	36	19,50	2,70	272,40
2,00	36	18,30	2,70	315,90
1,81	37	14,70	22,00	36,00
2,16	31	17,30	2,50	32,80
2,22	33	16,80	21,70	321,60
1,87	36	18,70	24,50	246,30
2,14	3	16,70	19,50	243,70
1,89	27	17,80	18,90	167,40
1,98	37	22,00	23,30	274,80
1,82	32	19,80	2,30	24,20
1,57	28	19,40	2,50	154,00
0,00	0	0,00	0,00	0,00

<i>Azolla R5</i>				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,72	35	28,00	22,00	266,20
1,83	33	16,30	24,50	251,50
2,70	33	23,00	21,30	28,70
2,20	3	17,00	21,70	274,70
2,13	41	23,00	23,50	352,00
2,72	32	22,00	2,30	184,40
2,16	44	21,70	23,30	26,60
2,11	4	17,50	22,70	311,70
1,72	34	19,80	2,00	18,00
2,60	32	22,00	25,40	321,20
2,60	36	2,00	22,70	322,20
2,11	37	23,40	21,30	286,20
1,96	34	27,80	22,00	235,30
2,30	41	22,50	23,30	354,50
2,11	32	24,20	21,30	2,70
2,14	32	2,50	24,30	23,50
2,16	41	25,70	23,70	334,80
1,84	21	17,30	18,40	18,90
2,80	38	2,20	24,20	279,00
2,83	33	18,00	19,20	176,00
2,25	4	19,50	23,00	374,70
1,99	34	23,50	22,70	223,70
1,87	31	23,00	21,00	195,10
0,00	0	0,00	0,00	0,00

Cuadros 6.11 Longitud de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de la raíz y peso del tratamiento con Humus, a los 45 días en cada repetición

HUMUS R1				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,84	34	17,50	16,50	214,00
2,21	4	16,00	24,00	31,00
1,38	27	13,50	18,00	151,80
1,64	31	15,00	2,00	26,50
1,76	29	19,00	15,00	139,00
1,81	33	15,00	19,50	226,20
1,55	29	19,30	15,00	138,95
1,61	3	18,30	16,70	162,60
1,83	35	17,00	19,50	226,50
1,89	37	14,30	18,00	278,70
1,58	33	19,00	18,50	225,20
1,74	44	23,00	17,50	248,50
1,64	32	21,70	17,50	2,10
1,60	31	18,20	18,50	248,30
1,33	4	15,00	15,20	154,80
2,20	37	23,30	19,50	297,80
1,85	43	18,70	18,00	264,00
1,55	31	28,00	2,30	227,00
1,69	32	2,70	19,50	27,80
1,45	31	21,60	2,00	28,50
1,32	33	18,50	15,00	131,60
1,73	28	19,70	21,00	199,90
1,51	27	16,00	17,00	114,20
1,88	37	17,00	17,00	238,80

HUMUS R2				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,50	27	17,00	18,00	112,00
2,50	43	24,00	25,50	371,70
2,50	4	17,18	24,00	378,00
2,00	43	15,38	2,50	2,00
1,70	29	14,50	21,00	112,00
2,00	27	14,68	18,00	1,00
1,50	31	15,65	17,00	114,70
1,70	22	14,98	21,00	151,50
1,70	34	16,78	16,00	159,20
1,50	3	17,08	16,50	163,10
2,50	35	9,85	24,00	296,50
1,20	2	17,85	13,00	68,30
1,70	31	21,93	17,00	133,90
2,00	39	14,00	23,00	264,00
2,50	37	15,00	27,00	356,60
1,50	16	1,50	17,50	6,50
1,50	34	12,00	18,00	114,00
2,06	35	15,00	22,00	238,00
2,04	33	11,00	21,00	223,60
1,72	34	16,00	26,00	375,10
1,69	17	6,50	14,70	37,60
1,39	34	1,00	19,00	251,50
1,30	33	11,50	22,50	219,00
1,60	34	11,50	2,00	25,00

HUMUS R3				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,52	31	14,80	19,00	147,10
2,13	4	15,90	24,50	295,40
1,87	32	17,00	22,10	185,30
1,59	26	13,20	17,50	129,30
1,91	42	15,00	2,50	237,50
1,36	3	12,50	21,00	87,90
1,84	37	1,00	2,50	199,00
1,00	13	9,10	16,00	26,10
1,84	39	15,30	19,00	191,90
1,34	31	13,00	19,00	12,50
1,55	29	1,00	18,70	124,40
1,44	25	15,40	19,30	122,70
1,87	32	18,00	19,00	154,10
1,67	35	17,20	22,00	172,10
1,68	31	13,40	2,00	176,70
2,10	45	14,00	21,90	245,90
1,93	3	13,70	23,30	256,80
2,54	36	17,00	22,00	34,00
2,80	27	14,00	21,80	2,80
1,74	36	12,40	24,00	245,70
1,94	34	15,00	23,10	278,40
0,00	0	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0,00	0,00	0,00
0,00	0	0,00	0,00	0,00

HUMUS R4				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,83	33	21,30	21,00	268,10
1,30	15	13,50	15,00	55,00
1,69	33	15,70	19,60	235,50
1,26	25	15,00	17,30	82,80
1,15	21	9,50	15,00	67,70
1,73	39	17,50	2,00	332,40
1,86	32	21,30	17,50	176,90
1,69	35	14,70	2,70	231,90
1,52	24	17,00	18,90	119,20
1,75	29	18,30	19,20	194,10
1,65	28	2,70	18,30	175,30
1,73	28	19,00	2,30	17,30
2,43	42	26,00	23,70	418,10
1,52	2	18,50	21,00	128,10
1,34	19	16,30	15,00	76,80
2,17	27	27,00	21,50	335,40
1,77	28	16,30	21,70	186,00
1,93	4	16,70	17,30	23,10
2,00	32	17,80	18,00	232,80
1,49	22	15,50	19,50	22,70
1,55	24	16,00	16,40	211,20
1,97	33	26,50	21,50	26,60
1,51	31	17,00	15,70	166,80
1,82	37	16,00	19,30	244,50

HUMUS R5				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,82	33	16,70	26,50	292,30
1,77	37	16,30	23,50	294,40
1,89	3	22,50	18,50	18,00
2,15	39	18,30	21,70	342,90
1,54	25	14,50	18,70	17,00
1,50	36	13,70	24,50	254,00
1,78	34	21,00	22,50	364,50
1,93	37	17,80	24,00	321,70
1,74	31	17,80	21,00	27,20
1,84	31	22,70	22,00	276,60
2,10	38	16,70	22,30	377,40
1,25	2	14,00	16,50	66,80
2,14	38	22,00	25,50	371,90
2,24	41	19,70	24,30	459,40
1,41	19	18,70	15,70	69,00
1,31	38	2,30	23,20	38,60
1,62	37	15,30	13,50	15,10
2,20	42	18,30	23,00	375,40
1,67	33	15,70	22,00	259,10
2,19	44	16,70	24,30	327,80
1,94	42	2,30	21,70	258,70
1,84	39	12,70	22,30	27,40
2,19	42	17,50	26,30	46,10
2,70	32	17,50	21,70	197,00

Cuadros 6.12 Longitud de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de la raíz y peso del tratamiento con Compost a los 45 días en cada repetición

COMPOST R1				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,87	4	16,30	19,50	265,50
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,85	32	18,40	21,50	297,20
2,16	34	16,50	19,30	225,00
2,80	34	24,80	21,00	256,90
1,94	33	15,70	2,50	313,60
1,81	34	15,40	21,00	26,80
2,50	54	22,30	22,00	424,10
1,70	39	16,30	16,50	232,00
1,70	34	16,50	19,00	244,90
1,51	34	16,50	18,00	152,20
1,83	38	23,30	16,50	291,40
2,19	37	2,00	19,30	182,90
2,70	46	17,20	16,70	341,80
1,77	51	18,70	2,50	31,30
2,50	39	19,20	21,00	321,40
2,11	37	17,50	2,70	353,90
1,81	5	26,00	18,50	27,00
2,80	31	19,50	18,70	311,40
1,49	3	16,30	14,50	119,30
1,59	34	19,80	16,80	159,60
1,36	29	22,00	18,00	175,60
2,40	42	22,50	2,70	278,10
1,34	39	24,00	18,00	27,50
1,51	31	18,30	17,50	227,80

COMPOST R2				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
2,50	32	15,00	21,50	266,35
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,40	38	14,50	19,50	284,70
2,00	28	13,00	2,00	279,50
2,50	39	13,00	22,00	336,20
2,00	38	12,00	2,50	295,00
2,00	29	15,00	19,00	199,60
2,00	31	12,00	18,00	224,00
1,50	24	14,00	17,00	18,00
2,50	4	19,00	23,30	354,80
2,30	37	16,00	19,00	222,50
1,70	31	14,00	19,00	168,20
1,40	23	13,00	11,50	39,90
2,50	36	14,80	24,50	427,20
2,00	34	18,00	2,00	126,50
1,50	23	8,00	14,50	152,00
2,50	32	16,50	22,30	242,00
2,20	38	18,50	21,30	287,00
2,00	34	19,00	18,00	226,50
2,40	38	18,50	23,50	329,00
2,50	31	15,00	23,00	347,80
2,20	33	18,00	2,00	247,00
2,00	29	17,00	22,70	232,50
2,00	38	16,00	2,50	255,50
2,50	24	15,00	21,00	197,00

COMPOST R3				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
2,90	33	16,30	22,00	317,80
2,22	35	17,00	21,70	431,10
1,99	36	15,30	2,00	356,60
1,75	35	2,80	21,40	318,20
1,46	25	11,00	18,00	114,30
2,50	37	21,00	18,50	35,00
2,21	3	17,40	15,00	229,10
1,76	29	22,00	2,30	281,20
1,94	33	19,70	23,30	282,20
1,67	21	12,00	13,90	13,10
1,83	29	18,30	19,00	29,10
2,10	3	25,74	21,00	345,70
2,40	31	19,00	22,50	384,30
2,13	28	15,50	2,00	262,00
1,96	2	18,70	19,00	177,00
1,97	32	19,00	2,50	31,70
2,35	36	21,00	23,00	347,80
2,12	27	22,40	19,00	267,30
1,27	32	17,40	17,00	215,80
2,70	35	2,00	23,50	412,20
1,93	37	21,00	22,70	334,90
1,63	32	13,80	17,50	21,60
2,60	26	2,50	19,80	271,90
0,00	0	0,00	0,00	0,00

COMPOST R4				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
2,24	34	17,00	22,00	336,70
1,72	35	18,30	2,50	277,70
1,91	36	19,00	17,40	216,20
2,20	31	19,70	2,00	256,30
1,88	32	21,30	2,00	222,10
1,43	33	17,80	15,50	15,30
1,94	29	17,50	18,70	168,00
2,14	33	17,00	21,30	297,70
1,51	23	19,00	18,60	162,00
2,30	29	17,80	19,00	218,00
2,16	38	18,00	19,60	236,40
1,48	25	2,30	15,70	135,40
1,98	32	24,50	18,70	24,40
1,82	34	19,00	16,30	172,10
1,63	26	21,30	18,00	167,80
1,93	34	2,00	21,70	33,60
1,29	21	14,60	15,20	77,90
1,84	31	19,50	2,00	35,50
2,20	3	21,40	2,50	24,40
1,68	29	19,00	2,30	271,50
1,59	3	15,00	16,80	141,70
2,24	4	18,00	18,30	274,10
1,81	35	17,00	2,70	259,00
1,91	37	13,80	19,00	262,00

COMPOST R5				
Diámetro. Tallo	# hojas	Long. Raíz	Long. Hojas	Peso (g)
1,88	41	2,70	22,30	298,90
1,61	41	15,30	19,50	21,60
1,82	35	17,70	21,30	294,50
2,40	41	21,70	23,40	241,20
2,15	5	18,30	19,70	314,90
2,10	36	21,30	2,50	243,30
1,68	36	14,50	21,30	14,70
2,25	3	12,70	17,70	293,90
1,91	4	25,00	21,30	298,60
1,82	54	14,70	21,70	12,10
1,31	33	13,50	14,50	24,90
2,50	42	16,70	17,70	1,00
1,71	28	13,40	16,20	33,50
2,12	3	18,70	21,00	387,20
2,18	47	19,70	25,20	315,30
2,83	45	16,70	21,00	249,30
1,77	48	18,00	2,40	323,20
1,94	5	14,70	21,60	328,10
2,35	45	16,70	21,40	325,30
1,70	33	15,70	2,60	182,20
2,30	45	16,20	23,00	344,50
1,65	32	13,50	17,00	153,40
1,94	4	18,70	19,70	211,50
0,00	0	0,00	0,00	0,00

ANEXO 7. Análisis estadístico del Prendimiento del cultivo.

Prendimiento del cultivo (Diseño de Bloques Completamente Al Azar (DBCA))

Datos Generales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	59	59	52	55	51	276	55,20
T1	51	56	57	57	57	278	55,60
T2	58	52	57	54	57	278	55,60
T3	59	59	58	59	47	282	56,40

Sumatoria Total: 1114,0 CV: 7,0% Media: 55,7

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	227	226	224	225	212
Media	56,80	56,50	56,00	56,30	53,00

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	224,20	19				
Bloque	37,70	4	9,40	0,60 ns	3,30	5,40
Tratamiento	3,80	3	1,30	0,10 ns	3,50	6,00
Error	182,70	12	15,20			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T3 vs T2	56,40 - 55,60	0,80	7,1	ns
T3 vs T1	56,40 - 55,60	0,80	7,1	ns
T3 vs T0	56,40 - 55,20	1,20	7,1	ns
T2 vs T1	55,60 - 55,60	0,00	7,1	ns
T2 vs T0	55,60 - 55,20	0,40	7,1	ns
T1 vs T0	55,60 - 55,20	0,40	7,1	ns

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T3	56,40	A
T2	55,60	A
T1	55,60	A
T0	55,20	A

ANEXO 8. Análisis estadístico de la Supervivencia del cultivo.

**Sobrevivencia del cultivo (Diseño de Bloques
Completamente Al Azar(DBCA))**

Datos Generales

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	56	60	59	59	58	292	58,40
T1	58	59	59	59	59	294	58,80
T2	60	60	57	60	60	297	59,40
T3	60	60	59	60	59	298	59,60

Sumatoria Total: 1181,0 CV: 1,8% Media: 59,1

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	234	239	234	238	236
Media	58,50	59,80	58,50	59,50	59,00

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	22,90	19				
Bloque	5,10	4	1,30	1,20 ns	3,30	5,40
Tratamiento	4,50	3	1,50	1,40 ns	3,50	6,00
Error	13,30	12	1,10			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T3 vs T2	59,60 - 59,40	0,2	2,1	ns
T3 vs T1	59,60 - 58,80	0,8	2,1	ns
T3 vs T0	59,60 - 58,40	1,2	2,1	ns
T3 vs T1	59,40 - 58,80	0,6	2,1	ns
T3 vs T0	59,40 - 58,40	1	2,1	ns
T1 vs T0	58,80 - 58,40	0,4	2,1	ns

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T3	59,60	A
T2	59,40	A
T1	58,80	A
T0	58,40	A

ANEXO9. Análisis estadístico de la longitud de la planta a los 15, 30 y 45 días.

Longitud de la planta a los 15 días (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento.	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	6,31	8,01	6,83	7,41	7,13	35,69	7,14
T1	6,34	9,32	7,37	8,05	8,18	39,26	7,85
T2	7,59	6,69	6,64	6,86	9,19	36,97	7,39
T3	8,88	7,78	7,82	7,44	7,07	38,98	7,80

Sumatoria Total: 150,91 CV: 12,60% Media: 7,55

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	29,12	31,80	28,66	29,77	31,56
Media	7,28	7,95	7,16	7,44	7,89

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	14,60	19				
Bloque	2,03	4	0,51	0,56 ns	3,26	5,41
Tratamiento	1,73	3	0,58	0,64 ns	3,49	5,95
Error	10,84	12	0,90			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T1 vs T3	7,85 - 7,8	0,05	1,785	ns
T1 vs T2	7,85 - 7,39	0,46	1,785	ns
T1 vs T0	7,85 - 7,14	0,71	1,785	ns
T3 vs T2	7,8 - 7,39	0,41	1,785	ns
T3 vs T0	7,8 - 7,14	0,66	1,785	ns
T2 vs T0	7,39 - 7,14	0,25	1,785	ns

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T1	7,85	A
T3	7,80	A
T2	7,39	A
T0	7,14	A

Longitud de la planta a los 30 días (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	12,40	13,24	14,13	14,96	12,92	67,65	13,53
T1	12,45	15,91	14,58	15,61	15,33	73,87	14,77
T2	13,24	15,52	13,44	15,56	15,13	72,89	14,58
T3	15,06	16,17	15,57	13,77	16,01	76,58	15,32

Sumatoria Total: 290,99 CV: 6,77% Media: 14,55

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	53,15	60,84	57,73	59,90	59,39
Media	13,29	15,21	14,43	14,97	14,85

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	29,28	19				
Bloque	9,26	4	2,32	2,39 ns	3,26	5,41
Tratamiento	8,40	3	2,80	2,89 ns	3,49	5,95
Error	11,63	12	0,97			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T3 vs T1	15,32 - 14,77	0,55	1,85	ns
T3 vs T2	15,32 - 14,58	0,74	1,85	ns
T3 vs T0	15,32 - 13,53	1,79	1,85	ns
T1 vs T2	14,77 - 14,58	0,19	1,85	ns
T1 vs T0	14,77 - 13,53	1,24	1,85	ns
T2 vs T0	14,58 - 13,53	1,05	1,85	ns

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T3	15,32	A
T1	14,77	A
T2	14,58	A
T0	13,53	A

Longitud de la planta a los 45 días (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	18,06	18,79	18,39	21,63	20,57	97,44	19,49
T1	19,80	21,70	21,11	19,98	22,25	104,84	20,97
T2	18,20	20,09	20,68	18,89	21,88	99,74	19,95
T3	18,99	20,07	19,94	18,91	20,35	98,25	19,65

Sumatoria Total: 400,27 CV: 4,90% Media: 20,01

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	75,04	80,65	80,12	79,41	85,06
Media	18,76	20,16	20,03	19,85	21,26

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	30,91	19				
Bloque	12,74	4	3,18	3,31 *	3,26	5,41
Tratamiento	6,62	3	2,21	2,30 ns	3,49	5,95
Error	11,55	12	0,96			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T1 vs T2	20,97 - 19,95	1,02	1,84	ns
T1 vs T3	20,97 - 19,65	1,32	1,84	ns
T1 vs T0	20,97 - 19,49	1,48	1,84	ns
T2 vs T3	19,95 - 19,65	0,30	1,84	ns
T2 vs T0	19,95 - 19,49	0,46	1,84	ns
T3 vs T0	19,65 - 19,49	0,16	1,84	ns

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T1	20,97	A
T2	19,95	A
T3	19,65	A
T0	19,49	A

ANEXO 10. Análisis estadístico del número de hojas a los 15, 30 y 45 días.

Número de hojas de las plantas a los 15 días (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	4	5	4	5	4	22	4
T1	5	5	5	5	5	25	5
T2	5	5	5	5	5	25	5
T3	5	5	5	5	5	25	5

Sumatoria Total: 97 CV: 0% Media: 5

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	19	20	19	20	19
Media	5	5	5	5	5

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	2,55	19				
Bloque	0,30	4	0,08	1	3,13	5,01
Tratamiento	1,35	3	0,45	6 *	2,94	4,50
Error	0,90	12	0,07			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T1 vs T2	5-5	0	-	-
T1 vs T3	5-5	0	-	-
T1 vs T0	5-4	1	-	-
T2 vs T3	5-5	0	-	-
T2 vs T0	5-4	1	-	-
T3 vs T0	5-4	1	-	-

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T1	5	A
T2	5	A
T3	5	A
T0	4,40	B

Número de hojas de las plantas a los 30 días (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	9	9	10	9	9	46	9
T1	9	12	9	12	9	51	10
T2	9	10	8	11	11	49	10
T3	13	10	11	10	10	54	11

Sumatoria Total: 200 CV: 14% Media: 10

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	40	41	38	42	39
Media	10	10	10	11	10

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	32	19				
Bloque	3	4	1	1 ns	3	5
Tratamiento	7	3	2	1 ns	3	6
Error	22	12	2			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T3 vs T1	11-10	1	4	ns
T3 vs T2	11-10	1	4	ns
T3 vs T0	11-9	2	4	ns
T1 vs T2	10-10	0	4	ns
T1 vs T0	10-9	1	4	ns
T2 vs T0	10-9	1	4	ns

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T3	10,80	A
T1	10,20	A
T2	9,80	A
T0	9,20	A

Número de hojas de las plantas a los 45 días (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento.	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	26	33	27	30	26	142	28
T1	32	38	32	32	35	169	34
T2	34	32	32	29	35	162	32
T3	38	33	31	32	40	174	35

Sumatoria Total: 647 CV: 9% Media: 32

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	130	136	122	123	136
Media	33	34	31	31	34

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	269	19				
Bloque	46	4	12	1 ns	3	5
Tratamiento	119	3	40	4 *	3	6
Error	104	12	9			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T3 vs T1	35 - 34	1	4	ns
T3 vs T2	35 - 32	2	4	ns
T3 vs T0	35 - 28	6	4	*
T1 vs T2	34 - 32	1	4	ns
T1 vs T0	34 - 28	5	4	*
T2 vs T0	32 - 28	4	4	-

Ubicación de rangos

Tratamiento	Medias	Tukey
T3	34,80	A
T1	33,80	A
T2	32,40	A
T0	28,40	B

ANEXO 11. Análisis estadístico del diámetro del tallo de la planta a los 45 días.

Diámetro de la raíz de las plantas a los 45 días (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento.	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	1,76	1,77	1,70	1,87	1,63	8,72	1,74
T1	1,67	1,89	1,98	1,84	2,09	9,46	1,89
T2	1,68	1,79	1,76	1,68	1,83	8,74	1,75
T3	1,85	2,13	1,94	1,85	1,95	9,71	1,94

Sumatoria Total: 36,63 CV: 5,98% Media: 1,83

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	6,96	7,57	7,36	7,25	7,49
Media	1,74	1,89	1,84	1,81	1,87

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	0,35	19				
Bloque	0,06	4	0,01	1,17 ns	3,26	5,41
Tratamiento	0,15	3	0,05	4,167 *	3,49	5,95
Error	0,14	12	0,01			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T3 vs T1	1,94- 1,89	0,05	0,21	ns
T3 vs T2	1,94 - 1,75	0,19	0,21	ns
T3 vs T0	1,94 - 1,74	0,20	0,21	ns
T1 vs T2	1,89 - 1,75	0,14	0,21	ns
T1 vs T0	1,89 - 1,74	0,15	0,21	ns
T2 vs T0	1,75 - 1,74	0,01	0,21	ns

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T3	1,94	A
T1	1,89	A
T2	1,75	A
T0	1,74	A

ANEXO 12. Análisis estadístico de la longitud de la raíz de la planta a los 45 días.

Longitud de la raíz de las plantas a los 45 días (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento.	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	11,68	16,61	19,02	14,78	13,81	75,89	15,18
T1	18,15	19,45	16,35	16,37	21,56	91,87	18,37
T2	18,55	14,95	14,09	18,05	17,78	83,42	16,68
T3	19,29	15,20	18,47	18,58	17,14	88,67	17,73

Sumatoria Total: 339,85 CV: 14,74% Media: 16,99

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	67,67	66,22	67,93	67,77	70,28
Media	16,92	16,55	16,98	16,94	17,57

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	106,60	19				
Bloque	2,14	4	0,53	0,09 ns	3,26	5,41
Tratamiento	29,24	3	9,75	1,56 ns	3,49	5,95
Error	75,23	12	6,27			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T1 vs T3	18,37 - 17,73	0,64	4,70	ns
T1 vs T2	18,37 - 16,68	1,69	4,70	ns
T1 vs T0	18,37 - 15,18	3,19	4,70	ns
T3 vs T2	17,73 - 16,68	1,05	4,70	ns
T3 vs T0	17,73 - 15,18	2,55	4,70	ns
T2 vs T0	16,68 - 15,18	1,50	4,70	ns

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T1	18,37	A
T3	17,73	A
T2	16,68	A
T0	15,18	A

ANEXO 13. Análisis estadístico del Peso de la planta a los 45 días.

Peso de las plantas a los 45 días (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento.	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	131,18	184,06	195,81	230,69	185,70	927,43	185,49
T1	239,25	274,36	299,71	224,90	261,07	1299,28	259,86
T2	211,43	197,95	187,51	199,72	276,18	1072,78	214,56
T3	256,66	243,70	285,21	219,83	254,70	1260,09	252,02

Sumatoria Total: 4559,59 CV: 14,00% Media: 227,98

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	838,51	900,07	968,24	875,13	977,65
Media	209,63	225,02	242,06	218,78	244,41

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	33718,14	19				
Bloque	3593,66	4	898,42	0,88 ns	3,26	5,41
Tratamiento	17899,15	3	5966,38	5,86 *	3,49	5,95
Error	12225,33	12	1018,78			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T1 vs T3	259,86 - 252,20	7,84	59,951	ns
T1 vs T2	259,86 - 214,56	45,3	59,951	ns
T1 vs T0	259,86 - 185,49	74,37	59,951	*
T3 vs T2	252,20 - 214,56	37,46	59,951	ns
T3 vs T0	252,20 - 185,49	66,53	59,951	*
T2 vs T0	214,56 - 185,49	29,07	59,951	ns

Ubicación de rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T1	259,86	A
T3	252,02	A
T2	214,56	A B
T0	185,49	B

ANEXO 14. Análisis estadístico de la Productividad del cultivo.

Productividad del cultivo (Diseño de Bloques Completamente Al Azar(DBCA))

Datos Generales

Tratamiento.	R1	R2	R3	R4	R5	Sumatoria	Media
T0	80,97	113,62	120,87	142,40	114,63	572,49	114,50
T1	147,69	169,36	185,01	138,82	161,15	802,03	160,41
T2	130,51	122,19	115,74	123,28	170,48	662,20	132,44
T3	158,43	150,43	176,06	135,69	157,22	777,83	155,57

Sumatoria Total: 2814,550 CV: 14,002% Media: 140,728

Sumatoria de Bloques

--	R1	R2	R3	R4	R5
Suma	517,60	555,60	597,68	540,19	603,48
Media	129,40	138,90	149,42	135,05	150,87

Resultados para el Análisis de Varianza (ADEVA)

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	12849,25	19				
Bloque	1369,38	4	342,34	0,88 ns	3,26	5,41
Tratamiento	6820,47	3	2273,49	5,86 *	3,49	5,95
Error	4659,40	12	388,28			

Comparación Múltiple al 5%

Comparaciones	Operación	Diferencia	Tukey	Sig.
T1 vs T3	16,41 - 155,57	4,84	37,01	ns
T1 vs T2	16,41 - 132,44	27,97	37,01	ns
T1 vs T0	16,41 - 114,50	45,91	37,01	*
T3 vs T2	155,57 - 132,44	23,13	37,01	ns
T3 vs T0	155,57 - 114,50	41,07	37,01	*
T2 vs T0	132,44 - 114,50	17,94	37,01	ns

Ubicación de Rangos

Tratamientos	Medias	Tukey
T1	160,41	A
T3	155,57	A
T2	132,44	A B
T0	114,5	B

ANEXO 15. La productividad a la cosecha del cultivo, para cada tratamiento (kg/ha)

Cuadro 15.1. Productividad media en kg/ha del cultivo de lechuga en cada uno de los tratamientos.

PESO (gramos)

TRATAMIENTOS	TESTIGO	<i>Azolla sp.</i>	HUMUS	COMPOST
R1	131,18	239,25	211,43	256,66
R2	184,06	274,36	197,95	243,70
R3	195,81	299,71	187,50	285,21
R4	230,69	224,90	199,72	219,83
R5	185,70	261,07	276,18	254,70
Sumatoria	927,43	1299,28	1072,78	1260,09

PRODUCTIVIDAD (g/m²)

TRATAMIENTO	TESTIGO	<i>Azolla sp.</i>	HUMUS	COMPOST
Productividad	572,49	802,03	662,21	777,83

productividad en kg/ha

TRATAMIENTO	TESTIGO	<i>Azolla sp.</i>	HUMUS	COMPOST
Productividad	5724,90	8020,26	6622,12	7778,35

ANEXO 16. Costos de producción de los tratamientos

Cuadro 16.1 Cálculo de Depreciación de materiales empleados en el ensayo

Equipo	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)	Ciclo del equipo (años)	Depreciación en los 6 meses (USD)
Pala	2	6,00	12,00	5	1,20
Machete	2	7,00	14,00	3	2,33
Azadón	2	8,00	16,00	3	2,67
Rastrillo	2	3,50	7,00	3	1,17
Regadera	2	5,00	10,00	3	0,14
Carretilla	2	40,00	80,00	5	8,00
Flexómetro	1	21,00	21,00	1	0,29

Cuadro 16.2Costo total de producción

CONCEPTO	Mano de obra			Insumos y materiales					Equipo y maquinaria					SUBTOTAL(USD)
	Jornal (Horas)	Costo unitario(USD)	Subt.	Nombre	Cant.	Unidad de medida	Costo unitario (USD)	Subt.	Nombre	Cant.	Unidad de medida	Costo unitario (USD)	Subt.(USD)	
A. Costos variables														37,88
1. Preparación del suelo														27,54
Deshierba del área de ensayo	2	1,25	2,50	Estacas	80	Unidad	0,12	9,60						
Delimitación de unidades muestrales				Piola	1	rollo	2,00	2,00	Flexómetro	1	Unidad	Depreciación	0,29	
Análisis de suelo				Suelos	1	muestra	13,44	13,44						
2. Labores culturales														10,34
Elaboración y manejo de almácigo				Humus	5	kg	0,12	0,60	Regadera	2	Unidad	Depreciación	0,14	
Limpieza y nivelación de unidad muestral	3	1,25	3,75	Semillas de lechuga	2	onza	1,12	2,24	Pala	2	Unidad	Depreciación	1,2	
Trasplante	3	1,25	3,75						Machete	2	Unidad	Depreciación	2,33	
Riego									Azadón	2	Unidad	Depreciación	2,67	
Deshierba y aporque									Rastrillo	2	Unidad	Depreciación	1,17	
Cosecha									Carretilla	2	Unidad	Depreciación	8,00	
B. Costos fijos														
Tesistas 6%														2,27
Depreciación														15,80
A. Costos variables														37,88
B. Costos fijos														18,07
TOTAL														55,95
												COSTO TOTAL DEL TESTIGO	13,99	

Cuadro 16.3 Costo de los tratamientos.

COSTOS DE ELABORACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS													
CONCEPTO	Mano de obra			Insumos y materiales					Equipo y maquinaria				SUBTOTAL (USD)
	Jornal (Hora)	Costo unitario	Subt. (USD)	Nombre	Cant.	Unidad de medida	Costo unitario. (USD)	Subt. (USD)	Nombre	Cant.	Costo unitario. (USD)	Subt. (USD)	
1. Costos directos													200,50
Elaboración de <i>Azolla sp.</i>													35,00
Recolecta de (<i>Azolla sp.</i>)	4	1,25	5,00	Red para arrastre de (<i>Azolla sp.</i>)	1	Unidad	5,00	5,00					0,18
Secada y triturada de <i>Azolla sp.</i>	4	1,25	5,00	Helecho (<i>Azolla sp.</i>)	10	50 kg	1,00	10,00	Rastrillos	2	Deprec.	2,34	
									Vehículo para transportar (<i>Azolla sp.</i>)	Flete	10,00	10,00	
Elaboración de Humus													84,50
Limpieza de platabanda	4	1,25	5,00	Lombrices	2	kg	5,00	10,00					0,42
Aireación del humus	4	1,25	5,00	Restos de cosecha	5	50 kg	1,00	5,00	Machete	2	Deprec.	4,66	
Riego en el lecho	20	1,25	25,00	Residuos de vegetales	3	50 kg	0,50	1,50	Pala	2	Deprec.	2,40	
				Estiércol de animal(ganado vacuno ,ovino y animales menores)	4	50 kg	2,50	10,00	Vehículo para transportar materia prima	Flete	10,00	10,00	
				Ceniza	5	kg	0,10	0,50					
				cal	5	kg	2,50	12,50					
Elaboración de Compost													81,00
Limpieza y nivelación del área de la compostera	1	5	5,00	Restos de cosecha	8	50 kg	1,00	8,00	Azadón	2	Deprec.	5,34	0,41
				Estiércol de animal(ganado vacuno ,ovino y animales menores)	4	50 kg	2,50	10,00	Vehículo para transportar materia prima	Flete	10,00	10,00	
Aireación del humus	8	1,25	10,00										
Riego en el lecho	20	1,25	25,00	Ceniza	5	kg	0,10	0,50					
				Cal	5	kg	2,50	12,50					
2. Costos indirectos (USD)													
Asistencia Técnica (USD)													10,03
Depreciación de equipos (USD)													14,74
1. Costos directos (USD)													200,50
2. Costos indirectos (USD)													24,77
TOTAL (USD)													225,27

ANEXO 17. Inventario de familias de edafofauna.

Cuadro 17.1. Edafofauna del primer muestreo antes de instalar los tratamientos.

Nombre común	Clase	Orden	Familia	Número de individuos
Gorgojo	Insecta	Coleoptera	Curculionidae	5
Hormiga	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	57
Drosophyla	Insecta	Diptera	Drosophilidae	23
Mosca doméstica	Insecta	Diptera	Muscidae	24
Eláteros	Insecta	Coleoptera	Elateridae	9
Trips	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	75
-	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	1
-	Insecta	Orthoptera	Acrididae	3
-	Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	8
Araña	Arachnida	Araneida	Oxyopidae	22
-	Insecta	Hemiptera	Aphididae	1
-	Insecta	Coleoptera	Elmidae	4
-	Insecta	Hemiptera	Lygaeidae	1
Larva de mariquita	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	1
-	Insecta	Hemiptera	Miridae	4
Avispa	Insecta	Hymenoptera	Vespidae	1
Larva	Insecta	Coleoptera	-	5
Saltamontes	Insecta	Orthoptera	-	1
Cuzo	Insecta	Coleoptera	-	1
Chinches	Insecta	Hemiptera	Reduviidae	1
Áfidos	Insecta	Hemiptera	Aphididae	1

Cuadro 17.2. Edafofauna del segundo muestreo durante la aplicación de los tratamientos y desarrollo del cultivo.

TESTIGO				
Nombre común	Clase	Orden	Familia	Número de Individuos
Araña	Arachnida	Araneida	Oxyopidae	42
Trips	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	18
Hormiga	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	67
Larva de mariquita	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	9
Ratón	Mammalia	Rodentia	Muridae	1
-	Insecta	Hemiptera	Miridae	1
-	Insecta	Coleoptera	Elmidae	1
-	Insecta	Coleoptera	Carabidae	2
-	Insecta	Orthoptera	Acrididae	1
-	Insecta	Hymenoptera	Ichneumonidae	1
Larva	Insecta	Coleoptera		3
Mosca doméstica	Insecta	Diptera	Muscidae	1
Gastropoda	Pulmonata	Stylommatophora		3
<i>Azolla sp.</i>				
Nombre común	Clase	Orden	Familia	Número de Individuos
Araña	Arachnida	Araneida	Oxyopidae	68
Trips	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	36
Hormiga	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	84
Larva de mariquita	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	52
Chinches	Insecta	Hemiptera	Reduviidae	41
-	Insecta	Coleoptera	Carabidae	2
-	Insecta	Orthoptera	Acrididae	1
Mosca domestica	Insecta	Diptera	Muscidae	2
Babosa	Gastropoda	Pulmonata		5
Larva	Insecta	Coleoptera		2
-	Insecta	Homoptera	Aphididae	3
Cienpies	Chilopoda			1

HUMUS				
Nombre común	Clase	Orden	Familia	Número de Individuos
Araña	Arachnida	Araneida	Oxyopidae	44
Trips	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	27
Hormiga	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	44
Larva de mariquita	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	2
Chinches	Insecta	Hemiptera	Reduviidae	1
Cien pies	Chilopoda			2
Mosca doméstica	Insecta	Diptera	Muscidae	2
-	Insecta	Coleoptera	Carabidae	1
-	Insecta	Coleoptera		4
Abeja	Insecta	Hymenoptera		1
Larva de mariposa	Insecta	Lepidoptera		1

COMPOST				
Nombre común	Clase	Orden	Familia	Número de Individuos
Araña	Arachnida	Araneida	Oxyopidae	43
Trips	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	5
Hormiga	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	34
Larva de mariquita	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	1
-	Insecta	Orthoptera	Acrididae	7
-	Insecta	Coleoptera		4
Cienpies	Chilopoda			1
-	Insecta	Hemiptera	Lygaeidae	2
-	Insecta	Coleoptera	Carabidae	1
Larva de mariposa	Insecta	Lepidoptera		2

Cuadro 17.3. Edafofauna del tercer muestreo después de la aplicación de los tratamientos y desarrollo del cultivo.

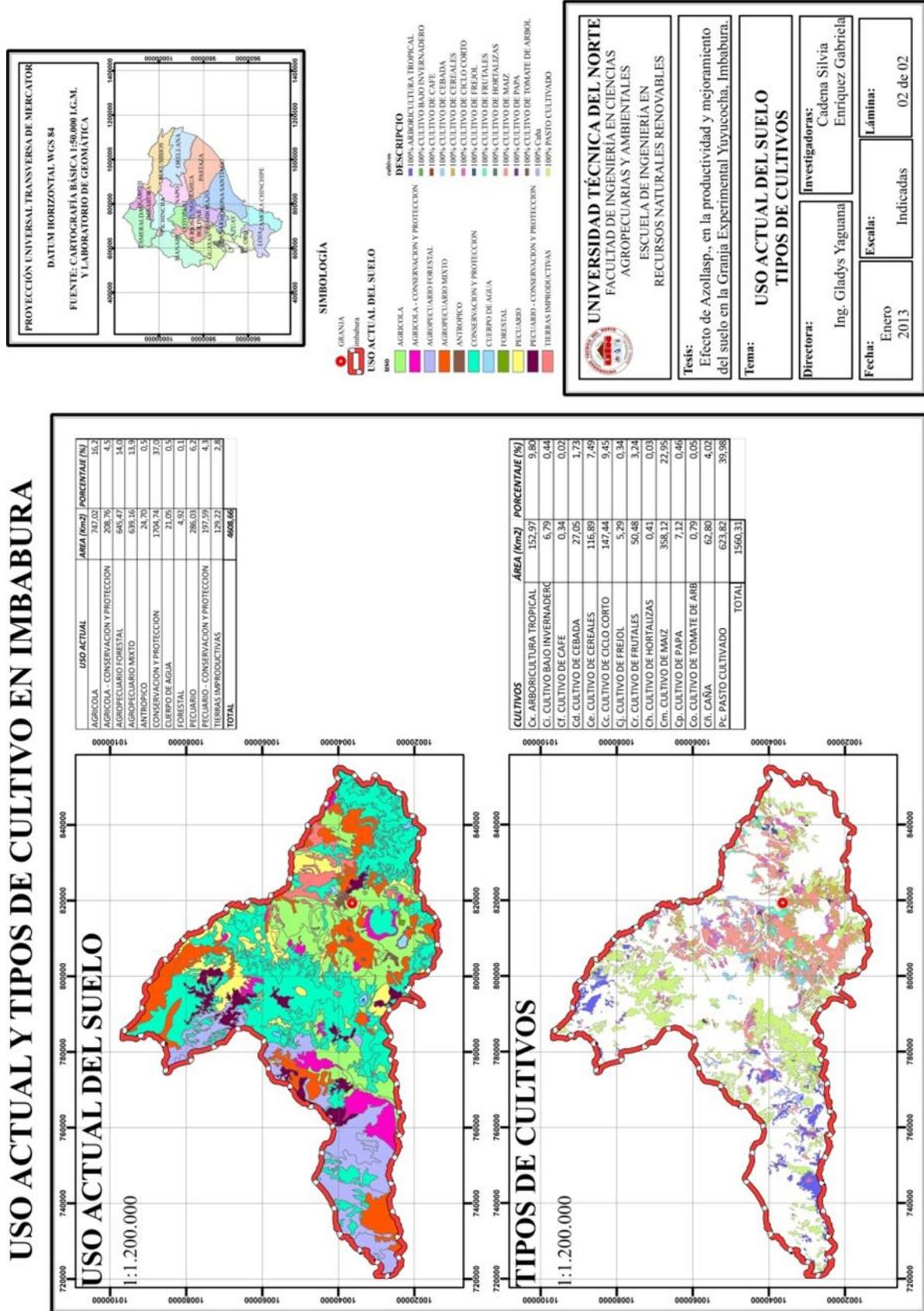
TESTIGO				
Nombre común	Clase	Orden	Familia	Número de Individuos
Araña	Arachnida	Araneida	Oxyopidae	11
Trips	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	1
Hormiga	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	54
Larva de mariquita	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	31
Larva de mariposa	Insecta	Lepidoptera	-	15
Cienpies	Chilopoda		-	3
-	Insecta	Coleoptera	Carabidae	4
-	Insecta	Orthoptera	Acrididae	7
Grillo		Orthoptera	Gryllidae	1
Larva	Insecta	Coleoptera	-	4
Áfidos	Insecta	Hemiptera	-	8
<i>Azolla sp.</i>				
Nombre común	Clase	Orden	Familia	Número de Individuos
Araña	Arachnida	Araneida	Oxyopidae	19
Hormiga	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	61
Larva de mariquita	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	33
-	Insecta	Orthoptera	Acrididae	8
Larva de mariposa	Insecta	Lepidoptera		6
-	Insecta	Coleoptera	Carabidae	1
Cienpies	Chilopoda			1
-	Insecta	Hemiptera	Lygaeidae	1
Cochinilla de humedad	Malacostraca	Isopoda		1
HUMUS				
Nombre común	Clase	Orden	Familia	Número de Individuos
Araña	Arachnida	Araneida	Oxyopidae	34
Hormiga	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	41
Larva de mariquita	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	16
-	Insecta	Coleoptera	Carabidae	7
-	Insecta	Orthoptera	Acrididae	8
Cienpies	Chilopoda	-	-	1
Larva	Insecta	Coleoptera	-	7
Larva de mariposa	Insecta	Lepidoptera	-	9
Áfidos	Insecta	Hemiptera	-	2
-	Isopoda	-	Oniscidea	1
Cochinilla de humedad	Malacostraca	Isopoda	-	1

COMPOST				
Nombre común	Clase	Orden	Familia	Número de Individuos
Araña	Arachnida	Araneida	Oxyopidae	13
Hormiga	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	34
Larva de mariquita	Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	28
Larva de mariposa	Insecta	Lepidoptera	-	6
-	Insecta	Hemiptera	Lygaeidae	1
Avispa	Insecta	Hymenoptera	Vespidae	2
Áfidos	Insecta	Hemiptera	-	1
Cochinilla de humedad	Malacostraca	Isopoda	-	1

Cuadro 17.4. Riqueza de familias, número total de individuos y diversidad de la macro-edafofauna antes, durante y después del cultivo de lechuga

PARÁMETROS	ANTES	DURANTE				DESPUÉS			
		T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
Número total de individuos (N)	59	150	297	129	100	139	131	127	86
Riqueza de familias (S)	11	13	12	11	10	11	9	11	8
Uniformidad (E)	0,77	0,61	0,72	0,63	0,65	0,76	0,66	0,77	0,70
Índice de Simpson (D_{Sp})	0,20	0,29	0,19	0,27	0,30	0,22	0,30	0,20	0,28
Inverso de Simpson (1/D_{Sp})	5,02	3,42	5,14	3,67	3,29	4,52	3,31	4,98	3,54
Índice de Shannon (H)	1,85	1,55	1,78	1,51	1,49	1,82	1,44	1,84	1,45
Varianza de Shannon	0,01	0,01	0,002	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

ANEXO 18. Mapa del uso actual del suelo de la Provincia de Imbabura.



ANEXO 19. Fotográfico



Fotografía 1. Área destinada a la investigación



Fotografía 2. Limpieza del área del experimento



Fotografía 3. Elaboración de compost



Fotografía 4. Preparación de humus



Fotografía 5. Agregación de residuos vegetales al humus



Fotografía 6. Recolecta de helecho (*Azolla sp.*)



Fotografía 7. Empacada de (*Azolla sp*)



Fotografía 8. Delimitación de unidades muestrales



Fotografía 9. Inspección al lugar del ensayo



Fotografía 10. Elaboración del semillero de lechuga variedad Green Salad Bowl.



Fotografía 11. Siembra



Fotografía 12. Cuidados culturales del semillero



Fotografía 13. Colocación de las trampas para edafofauna



Fotografía 14. Germinación de las plántulas de lechuga



Fotografía 15. Tamizado del compost



Fotografía 16. Pesaje de los abonos orgánicos



Fotografía 17. Recolección de edafofauna antes del cultivo



Fotografía 18. Identificación de edafofauna

EDAFOFAUNA PRESENTE DURANTE LA INVESTIGACIÓN



Fotografía 19. Familia: Thripidae



Fotografía 20. Familia: Oxyopidae



Fotografía 21. Afido



Fotografía 22. Familia: Formicidae



Fotografía 23. Familia: Coccinellidae (larva)



Fotografía 24. Familia: Coccinellidae



Fotografía 25. Orden:Lepidóptera



Fotografía 26. Familia: Reduviidae



Fotografía 27. Clase: Chilopoda



Fotografía 28. Orden:Coleoptera



Fotografía 29. Familia Curculionidae



Fotografía 30. Familia Elateridae

INSTALACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS



Fotografía 31. Aplicación de abonos orgánicos



Fotografía 32. Trasplante de plántulas de lechuga



Fotografía 33. Riego durante el trasplante



Fotografía 34. Vista panorámica de las unidades muestrales



Fotografía 35. Toma de variables a los 15 días del trasplante



Fotografía 36. Deshierba y aporque



Fotografía 37. Colocación de trampas para edafofauna durante el cultivo.



Fotografía 38. Toma de variables a los 30 días del trasplante



Fotografía 39. Vista panorámica de la producción en las diferentes unidades muestrales



Fotografía 40. Mayor producción en el Tratamiento con *Azolla sp.*



Fotografía 41. Cosecha



Fotografía 42. Variables, pesaje de lechuga a la cosecha



Fotografía 43. Variables, conteo de hojas a la cosecha



Fotografía 44. Toma de muestras



Fotografía 45. Muestras para los análisis respectivos



Fotografía 46. Laboratorio de suelos de Agrocalidad



Fotografía 47. Colocación de trampas para edafofauna después del cultivo