



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS
ORGÁNICOS EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA,
PARROQUIA SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO.**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERAS EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTORAS

ANDINO ROSERO LIZ JANINA
MORALES RODRÍGUEZ LISBETH ALEXANDRA

DIRECTORA

MSc. GLADYS YAGUANA

IBARRA – ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS
ORGÁNICOS EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA,
PARROQUIA SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO.**

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERAS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADO:

MSc. Gladys Yaguana

Directora de Trabajo de Titulación

MSc. María José Romero

Tribunal de Titulación

MSc. Oscar Rosales

Tribunal de Titulación

MSc. Daniel Sono

Tribunal de Titulación

IBARRA – ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	100402199-2
Apellidos y nombres:	Andino Rosero Liz Janina
Dirección:	Colinas de Caranqui
Email:	jannyandino@gmail.com
Teléfono fijo:	062-652-553
Teléfono celular:	0981409001
DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	100450159-7
Apellidos y nombres:	Morales Rodríguez Lisbeth Alexandra
Dirección:	Cdl. Manuel Córdova Galarza
Email:	lisalexamorales-9292@hotmail.com
Teléfono fijo:	062-925-940
Teléfono celular:	0988947739

DATOS DE LA OBRA

Título:	MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA, PARROQUIA SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO.
Autoras:	Andino Rosero Liz Janina; Morales Rodríguez Lisbeth Alexandra
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingenieras en Recursos Naturales Renovables
Directora:	MSc. Gladys Yaguana

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotras, **LIZ JANINA ANDINO ROSERO**, con cédula de identidad Nro. **100402199-2**, y **LISBETH ALEXANDRA MORALES RODRÍGUEZ**, con cédula de identidad Nro. **100450159-7**, 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 la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIA

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 que son las titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 30 días del mes de octubre del 2017

AUTORAS:

ACEPTACIÓN:



Liz Janina Andino Rosero

C.I. 100402199-2



Lisbeth Alexandra Morales Rodríguez

C.I. 100450159-7



Ing. Betty Mireya Chávez Martínez

JEFA DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Nosotras, **LIZ JANINA ANDINO ROSERO**, con cédula de identidad Nro. **100402199-2**, y **LISBETH ALEXANDRA MORALES RODRÍGUEZ** con cédula de identidad Nro. **100450159-7**, 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 denominado: **“MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA, PARROQUIA SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO”** que ha sido desarrollado 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 nuestra condición de autoras nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo 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.

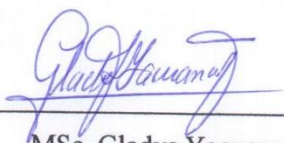
Liz Janina Andino Rosero
C.I. 100402199-2

Lisbeth Alexandra Morales Rodríguez
C.I. 100450159-7

Ibarra, a los 30 días del mes de octubre del 2017

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita **ANDINO ROSERO LIZ JANINA** y la señorita **MORALES RODRÍGUEZ LISBETH ALEXANDRA**, bajo mi supervisión en calidad de directora.



MSc. Gladys Yaguana

DIRECTORA

DECLARACIÓN

Manifestamos que la presente obra es original y se ha desarrollado sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original y somos las titulares de los derechos patrimoniales; por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 30 días del mes de Octubre del 2017



Liz Janina Andino Rosero

C.I. 100402199-2



Lisbeth Alexandra Morales Rodríguez

C.I. 100450159-7

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 30 de octubre 2017

LIZ JANINA ANDINO ROSERO; LISBETH ALEXANDRA MORALES RODRÍGUEZ
MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS
EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA, PARROQUIA SAN PABLO
DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO.

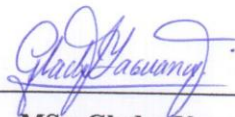
TRABAJO DE GRADO

Ingenieras en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Ibarra, 26 de octubre del 2017. 120 páginas.

DIRECTORA: *MSc. Gladys Yaguana*

La presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar el rendimiento productivo y el mejoramiento de suelos degradados en la Asociación Plaza Pallares de la comunidad Ugsha, mediante la aplicación de tres abonos orgánicos (humus, compost y bocashi), brindando una opción que contribuya al mejoramiento económico y social de los miembros de asociación, a la vez, propiciando el cuidado del ambiente. La eficiencia de los abonos se evidenció en la biomasa, en el rendimiento productivo de los tratamientos y en el resultado del análisis de calidad de suelos, mismos que ayudaron para determinar el mejor abono en concordancia con el objetivo de la investigación.

Ibarra, 30 de octubre del 2017



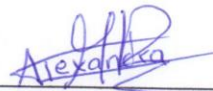
MSc. Gladys Yaguana

DIRECTORA



Liz Janina Andino Rosero

C.I. 100402199-2



Lisbeth Alexandra Morales Rodríguez

C.I. 100450159-7

DEDICATORIA

A mis padres, por su eterno amor, sacrificio y ejemplo, por ser mi más grande orgullo y mi motivación, por haber estado en mis logros, caídas; por su apoyo que me condujo por el camino del trabajo, perseverancia y dedicación, acciones que me han llevado hasta donde ahora me encuentro.

A mi hermanita Shirley, por demostrarme con su ejemplo como ser una mujer de carácter y luchadora a pesar de los golpes que pueda darnos vida.

A mis sobrinitos Zac y Zoe, que son mi luz de inspiración.

A mi hermana Mary Herrera, quien supo demostrarme que con esfuerzo y dedicación puedo alcanzar cualquier meta que me proponga.

A mi hermanito Justin, quien fue, es y será mi motor de lucha y que ahora desde el cielo me acompaña en todo momento, no te olvidaré, siempre te dedicaré cada uno de los logros que tengo y que tendré, porque eres, fuiste y serás siempre el mejor y sé que, aunque me faltó tiempo contigo aquí en la tierra, siempre estarás conmigo donde quiera que estés y te prometo que cada meta que alcance en esta vida, será en tu nombre y estarás por siempre en mi corazón.

L. Janny Andino R.

DEDICATORIA

A Dios, quien me bendice con su amor, fortaleza, salud, esperanza y me guía por un buen camino, para seguir adelante alcanzado uno de mis tan anhelados sueños que hoy lo estoy cumpliendo y no desmayar en los obstáculos que se presenten a lo largo de mi vida. Especialmente, dedicó a mis abuelitos Ángel Rodríguez y Adrila Quimba quienes fueron el eje fundamental en este éxito gracias a su sacrificio, cariño y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera académica impulsándome a seguir adelante sin ningún tipo de beneficio sino con el amor puro de casi unos padres.

A mis padres Ramiro Morales, Alexandra Rodríguez y familiares por su soporte moral, ellos quienes estuvieron siempre a mi lado dándome ánimo y consejos.

A mis hermanos: Mauricio, con gratitud gracias por el gran apoyo económico y moral que me brindaste a lo largo de mi estancia como tesista; a María José ya que con tu ejemplo de superación fuiste el emblema para cumplir una de mis metas y Josué a quien quiero infundir el deseo de progreso profesional, demostrándole que todo el esfuerzo y dedicación realizado durante una trayectoria que al final se convierte en triunfo.

Lisbeth Alexandra Morales Rodríguez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales y a la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables y a los docentes que laboran en ella y que durante el desarrollo de nuestra formación han forjado en nosotras el conocimiento académico, el profesionalismo, la ética y moral para realizar un trabajo de excelencia en desarrollo de la sociedad. A la Asociación Agrícola Plaza Pallares, a la directiva del periodo 2015-2016 y a la presente directiva, quienes nos brindaron el apoyo necesario para desarrollar esta investigación. De igual manera al PhD. José Luis Pantoja, por contribuir con su conocimiento y experiencia en la realización de ésta tesis, así como también por la orientación y apoyo recibidos.

A nuestra directora de tesis la MSc. Gladys Yaguana y asesores de tesis, MSc. Daniel Sono, MSc. Oscar Rosales y MSc. María José Romero, quienes con su experiencia, amplios conocimientos y paciencia nos supieron guiar de manera acertada en la presente investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Páginas
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación	1
1.2. Pregunta de investigación / Hipótesis	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. Marco teórico	6
2.2.1. Suelo	6
2.2.2. Importancia del suelo	6
2.2.3. Propiedades físicas del suelo	6
2.2.4. Propiedades químicas del suelo	9
2.2.5. Suelos degradados	10
2.2.6. Agricultura orgánica	12
2.2.7. Abonos orgánicos	13
2.2.8. Tipos de abonos orgánicos	13
2.2.9. Cebada (<i>Hordeum vulgare</i> L)	15
2.3. Marco legal	19
CAPÍTULO III	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Caracterización del área de estudio	20
3.2. Materiales y métodos	24
3.3. Métodos	25
3.3.1. Nivel de degradación física y química de los suelos agrícolas pertenecientes a la Asociación Plaza Pallares, Comunidad Ugsha	25

3.3.2. Analizar la acción de los abonos orgánicos en el mejoramiento de la calidad física y química de los suelos	26
3.3.3. Efecto de cada uno de los abonos orgánicos en el rendimiento productivo de cebada	30
3.3.4. Conocer las percepciones de los miembros de la asociación respecto a los tratamientos implementados para el mejoramiento de suelos.....	33
3.4. Consideraciones bioéticas	33
CAPÍTULO IV.....	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Nivel de degradación física y química de los suelos	35
4.2. Acción de los abonos orgánicos en el mejoramiento de la calidad física y química de los suelos.....	41
4.3. Efecto de cada uno de los abonos orgánicos en el rendimiento productivo de cebada.....	54
4.4. Percepciones de los miembros de la asociación respecto a los tratamientos implementados para el mejoramiento de suelos.	58
CAPÍTULO V.....	61
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
5.1. Conclusiones.....	61
5.2. Recomendaciones	62
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
7. ANEXOS	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama textural del USDA	7
Figura 2. Infección severa de roya amarilla.....	17
Figura 3. Infección de roya parda	18
Figura 4. Infección de carbón volador	18
Figura 5. Localización de la Asociación Agrícola Plaza Pallares	22
Figura 6. Mapa base de la Asociación Agrícola Plaza Pallares	23
Figura 7. Dimensiones de la calicata.	26
Figura 8. Contenedor para la recolección de residuos aprovechables.	27
Figura 9. Dimensiones de lecho para la elaboración de humus de lombriz.....	28
Figura 10. Dimensiones de la pila para la elaboración del compost.....	29
Figura 11. Colocación de insumos por capas para la pila de bocashi.....	30
Figura 12. Distribución de los tratamientos y repeticiones.....	32
Figura 13. Determinación de biomasa	33
Figura 14. Potencial Hidrógeno (pH) del humus compost y bocashi	41
Figura 15. Conductividad eléctrica del humus, compost y bocashi.....	42
Figura 16. Comparación del contenido de materia orgánica para humus de lombriz, compost y bocashi.....	42
Figura 17. Contenido de Nitrógeno, Fósforo y azufre en cada uno de los abonos	43
Figura 18. Contenido de potasio, calcio y magnesio en cada uno de los abonos.	44
Figura 19. Comparación del contenido de zinc, cobre y hierro de los abonos orgánicos	46
Figura 20. Comparación del contenido de manganeso y boro, en los tres tipos de abonos.	46
Figura 21. Comparación del contenido de MO antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.....	47
Figura 22. Comparación del pH antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.....	48
Figura 23. Comparación del contenido de N antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.....	49
Figura 24. Contenido de P antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos	49

Figura 25. Contenido de K antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.	50
Figura 26. Contenido de calcio antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.	50
Figura 27. Contenido de Magnesio antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.	51
Figura 28. Contenido de Mn antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.	51
Figura 29. Contenido de Cu antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.	52
Figura 30. Contenido de Zn antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.	52
Figura 31. Densidad aparente antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.	53
Figura 32. Conductividad eléctrica antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.	53
Figura 33. Promedio de productividad de los tratamientos kg/ha	55
Figura 34. Promedio de la biomasa de los tratamientos kg/ha	57
Figura 35. Uso de abonos orgánicos para realizar sus siembras.....	59
Figura 36. Preferencia sobre aplicación de abono orgánico	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la densidad aparente en los suelos	8
Tabla 2. Efectos más visibles e importantes de la degradación de tierras.	11
Tabla 3. Clasificación taxonómica de <i>Hordeum vulgare</i> L., de acuerdo con Stein et al. (2013).....	16
Tabla 4. Localización geográfica.....	20
Tabla 5. Materiales y equipos	24
Tabla 6. Insumos para la elaboración del humus de lombriz.....	27
Tabla 7. Insumos para la elaboración del compost	28
Tabla 8. Insumos para la elaboración del bocashi	29
Tabla 9. Características del diseño experimental.....	31
Tabla 10. Condiciones de las propiedades físicas del suelo inicial.	35
Tabla 11. Condiciones de las propiedades químicas del suelo antes de la siembra.....	36
Tabla 12. Condiciones de las propiedades químicas del suelo inicial (macronutrientes)	37
Tabla 13. Condiciones de las propiedades químicas del suelo inicial (micronutrientes).....	38
Tabla 14. Descripción de las propiedades físicas del perfil del suelo	39
Tabla 15. Valoración de la Calidad del Suelo del sitio de la investigación.....	40
Tabla 16. Rangos de la calidad del suelo por categoría.....	40
Tabla 17. Productividad de los tratamientos en cada una de sus repeticiones y sus medias.	54
Tabla 18. Análisis de Varianza del rendimiento productivo de la cebada.	54
Tabla 19. Prueba de Duncan al 5%, para tratamientos. Tratamientos (rendimiento productivo).....	55
Tabla 20. Productividad de los tratamientos en cada una de sus repeticiones y sus medias.	56
Tabla 21. Análisis de Varianza de la biomasa de la cebada.	56
Tabla 22. Prueba de Duncan al 5%, para tratamientos. Tratamientos (biomasa)	57

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de suelo antes de la aplicación de los abonos orgánicos.....	73
ANEXO 2. Calicata: Descripción de las características físicas del perfil del suelo.	75
ANEXO 3. Tabla de Valoración de la Calidad del Suelo.....	76
ANEXO 4. Análisis de los nutrientes de los abonos orgánicos.....	85
ANEXO 5. Abonado.....	91
ANEXO 6. Análisis del suelo después de la aplicación de los abonos orgánicos.....	92
ANEXO 7. Cuestionario de entrevista aplicada a la directiva de la Asociación Agrícola Plaza Pallares.	100
ANEXO 8. Trípticos informativos sobre la elaboración de los abonos orgánicos.....	101
ANEXO 9. Memorias fotográficas.....	107

MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA, PARROQUIA SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO.

RESUMEN

La investigación se realizó en la Asociación Plaza-Pallares, Comunidad Ugsha, parroquia San Pablo del Lago-Provincia de Imbabura, zona donde existen suelos degradados producto del manejo inadecuado del recurso, de textura gruesa, escasos en materia orgánica, pobres en nutrientes, de muy rápido drenaje; aspectos que determinan la baja producción agropecuaria y su exposición a los agentes erosivos. Ante este problema, surgió la necesidad de emprender una investigación con el objetivo principal de *Evaluar el mejoramiento y rendimiento productivo de suelos degradados de la Asociación Plaza-Pallares, Comunidad Ugsha, parroquia San Pablo del Lago-Cantón Otavalo, mediante la aplicación de tres abonos orgánicos para ayudar a revertir la degradación del recurso*. Práctica que se vuelve más sostenible al momento de usar la materia prima como residuos vegetales, desechos animales de los terrenos de la asociación considerando la participación comunitaria. La dosis de abonos orgánicos aplicada se estableció en función al nivel de materia orgánica del suelo, variable relacionada con la degradación del recurso. El efecto de cada uno de los abonos orgánicos en el rendimiento productivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) se evaluó por parcela neta, que se obtuvo eliminando 50cm en relación con cada uno de los bordes de la parcela establecida.

La eficiencia de los abonos se evidenció en la biomasa, en el rendimiento productivo de los tratamientos y en el resultado del análisis de calidad de suelos, mismos que ayudaron a determinar el mejor abono en concordancia con el objetivo de la investigación

El alcance de este proyecto fue proponer una opción que aporte al mejoramiento económico y social de los miembros de asociación y a la vez propiciando el cuidado del ambiente.

Palabras clave: suelos degradados, abonos orgánicos, cultivo de cebada, rendimiento productivo.

IMPROVEMENT OF DEGRADED SOILS THROUGH THE USE OF ORGANIC FERTILIZERS IN THE PLAZA-PALLARES ASSOCIATION, UGSHA COMMUNITY, PARLIAMENT SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO.

SUMMARY

This research was carried out at the Plaza Pallares Association, Ugsha Community, San Pablo del Lago parish Imbabura Province, it is an area where soils are degraded by the inadequate management of this resource, it has a thick texture, poor of organic matter, and nutrients, with a very fast drainage; these aspects had determined a low agricultural production and it is exposed to erosive agents. So, there was the need to Research, which main objective was “*Evaluating the improvement and productive yield of degraded soils of the Plaza-Pallares Association, Ugsha Community, San Pablo del Lago-Canton Otavalo parish, through the application of three fertilizers to help reverse the degradation of the resource*”. These practices have become more sustainable, using raw material as plant and animals waste from that place, the association has considered the community participation. The dose of organic fertilizers was according to the level of organic matter of the soil, variable related to the degradation of the resource. The effect of each of the organic fertilizers on the barley crops (*Hordeum vulgare* L.) was evaluated by net plot, which was obtained by eliminating 50cm in relation to each of the edges of the established plot. The efficiency of the fertilizers was evidenced in the biomass, in the productive crop of the treatments and in the result of the analysis of soil quality, which helped to determine the best fertilizer according to the objective of the research. The scope of this project was to propose an option contributing to the economic and social improvement for the members of the Association and at the same time taking care of the environment.

Key words: degraded soils, organic fertilizers, barley cultivation, productive cross.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

La degradación de suelos en América Latina es uno de los grandes problemas ambientales que se presentan por el uso y mal manejo de este recurso. Existe desconocimiento e inconciencia del daño que se genera, además de las grandes discordancias que provocan las presiones sociales, económicas y políticas (FLACSO, MAE, y PNUMA, 2008).

En el Ecuador, el 48% de la superficie nacional presenta un aumento sucesivo de la degradación, evidenciándose en grandes extensiones de terreno que se ve cristalizado en una merma en la producción agrícola y ganadera, ya que no existe asistencia técnica en algunas áreas o sitios vulnerables (MAE, 2010). En los valles secos de la sierra, el suelo pierde sus nutrientes y humedad. Como consecuencia, se vuelve cada vez menos fértil y provoca una disminución en el rendimiento de los cultivos. Asimismo, la pérdida de la cobertura vegetal por la actividad agrícola, el sobrepastoreo y la deforestación dejan expuesto al suelo a los efectos erosivos como el viento y del agua (Brissio y Savini, 2005).

En la comunidad de Ugsha, en una extensión de 367 hectáreas (Oscar Gómez, gerente del BNF), se encuentra asentada la Asociación Agrícola Plaza Pallares. En la mencionada zona existen suelos en proceso de degradación en sus características físicas, químicas y biológicas. Los suelos son de textura gruesa, escasos en materias orgánica, pobres en nutrientes, de muy rápido drenaje, producto de la inexistencia de prácticas de conservación de suelos en zonas de pendientes moderadas y fuertes; la ampliación de la frontera agrícola afecta las áreas naturales como los páramos, bosques y nacientes de agua. Existe también compactación y el deterioro de las tierras debido al sobrepastoreo y los monocultivos que desequilibran los nutrientes de la capa de suelo cultivable (Cevallos et. al, 2015).

La provisión de agua es limitada, lo que ha llevado a la construcción de un reservorio comunitario que, por la escasa precipitación y falta de concesiones de agua para riego, no cubre las necesidades para la producción. El agua se provee a través de tanqueros que llevan el líquido

desde la comunidad La Esperanza. La principal actividad de los 120 miembros de la Asociación es la agricultura, que realizan en pequeños espacios ubicados dentro de terrenos comunitarios y en época lluviosa (Cevallos et. al, 2015).

Ante esta situación y conscientes de la importancia que tiene el suelo para la vida de los seres vivos, existe la necesidad de emprender una investigación encaminada a obtener información sobre la calidad actual del suelo como paso previo para evaluar el mejoramiento de suelos degradados de la Asociación Plaza-Pallares, Comunidad Ugsha, mediante la aplicación de tres abonos orgánicos aplicados en el cultivo de cebada, que es el principal que se realiza en la zona.

1.2. Pregunta de investigación / Hipótesis

¿Cuáles son las percepciones de los miembros de la asociación respecto a los tratamientos implementados para el mejoramiento de suelos?

Hipótesis

Ho: La acción de cada uno de los abonos orgánicos no influyen en el mejoramiento de la calidad física y química de los suelos; en el rendimiento productivo de la cebada en la Asociación Agrícola Plaza Pallares, en la Comunidad Ugsha.

Ha: La acción de cada uno de los abonos orgánicos influye en el mejoramiento de la calidad física y química de los suelos; en el rendimiento productivo de la cebada en la Asociación Agrícola Plaza Pallares, en la Comunidad Ugsha.

1.3. Justificación

La investigación posibilitó el aprovechamiento adecuado del recurso suelo beneficiando a la asociación y comunidades aledañas. El uso de abonos orgánicos es una de las alternativas para mejorar la calidad del suelo, práctica que se vuelve más sostenible cuando se usa materias primas del lugar, en el marco de un desarrollo endógeno que considera además la participación comunitaria.

El alcance del proyecto fue brindar una opción que contribuya al mejoramiento económico y social de los miembros de asociación y que propicie el cuidado del ambiente. Se buscó la interacción de la comunidad con el ambiente en una actitud de protección racional y sostenible del recurso suelo garantizando, a futuro, su permanencia en el tiempo y con ello las actividades

agropecuarias, con posibilidades de cambio, en el esquema de la nueva matriz productiva en que se ha empeñado el país.

La investigación contribuyó a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017 especialmente al objetivo: Objetivo 2. Que estipula poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible. Objetivo 12. Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles, Objetivo 15. Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica (Naciones Unidas, 2015).

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el mejoramiento y rendimiento productivo de suelos degradados de la Asociación Plaza-Pallares, Comunidad Ugsha, parroquia San Pablo del Lago-Cantón Otavalo, mediante la aplicación de tres abonos orgánicos para ayudar a revertir la degradación del recurso.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer el nivel de degradación física y química de los suelos agrícolas pertenecientes a la Asociación Plaza Pallares, Comunidad Ugsha.
- Analizar la acción de los abonos orgánicos en el mejoramiento de la calidad física y química de los suelos.
- Determinar el efecto de cada uno de los abonos orgánicos en el rendimiento productivo de cebada.
- Conocer las percepciones de los miembros de la asociación respecto a los tratamientos implementados para el mejoramiento de suelos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

A fines del siglo XX, producto de un estudio en 21 regiones del mundo, se determinó que aproximadamente 2,000 millones de hectáreas presentaban alguna forma de degradación del suelo. Siendo las principales causas los métodos agrícolas inapropiados, la deforestación y el sobrepastoreo (Moreno, Reyes y Márquez, 2015).

La agricultura según Pérez & Landeros (2009) constituye uno de los principales pilares en el desarrollo de la humanidad, y a la vez es una de las principales causas de la degradación de los suelos, actividad que surgió hace diez mil años atrás, donde sus inicios las repercusiones ambientales eran mínimas, sin embargo, a partir de la Revolución Industrial y de la “revolución verde” el impacto de ésta se acrecentó provocando una degradación paulatina.

Desde la creación del Ecuador, la agricultura ha sido uno de los grandes motores productivos a través del aprovechamiento de la riqueza natural del suelo, el 47% de la superficie del país (12'355 831 hectáreas), es dedicada al uso agropecuario (Suquilanda, 2008) y al igual que los países en desarrollo la degradación de los suelos constituye su mayor problema ambiental, donde aproximadamente el 50% de la superficie del territorio nacional está afectada en distintos niveles (Pacheco, 2015).

Instituciones del país como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), entre otras, han desarrollado investigaciones destinadas a mejorar la calidad del suelo y a aumentar su contenido de materia orgánica, como la estrategia del Gobierno “Hombro a Hombro” capacitando a productores de la provincia de Loja para cultivar semillas nutridas impulsando prácticas sostenibles con el uso de abonos orgánicos, mejorando así la calidad del suelo degradado tanto en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Durán, 2016), o la estrategia para el Desarrollo de la Productividad de Pequeños

Productores Bananeros, incentivando a la investigación y el uso de abono orgánico en las fincas bananeras (MAGAP, 2016).

El uso de abonos orgánicos según López, Díaz, Martínez, y Valdez, (2006) representa una alternativa para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Los suelos que se manejan orgánicamente se adaptan mejor tanto a la tensión del agua como a la pérdida de nutrientes, mitigando los efectos de la degradación del suelo (FAO, 2005).

Así lo demuestran estudios en Zamora según Pinto, (2016), donde las características físico-químicas del suelo mejoraron después de la implementación de abonos orgánicos en el cultivo de maíz, también en Ambuquí, que según Flores y Méndez, (2011) se usó abonos de higuierilla y compost en cultivos asociados de maíz y frejol, mejorando las características del suelo, alternativa sustentable en las tres dimensiones (económica, social y ambiental), en Kenya, el Centro Internacional para la Investigación de la Agroforestación (ICRAF), dirige proyectos de agricultura orgánica, donde se ha demostrado que la vida del suelo mejora en gran medida y la capacidad de retención del agua se incrementa, factor clave para la lucha contra la sequía (FAO, 2005).

Uno de los proyectos más ambiciosos que ha buscado estudiar y describir sistemáticamente el recurso suelo, para predecir su comportamiento bajo diferentes usos y niveles de manejo según CLIRSEN, SENPLADES, y MAGAP, (2012) es el Proyecto Generación de Geoinformación (2011-2016) para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional, escala 1: 25 000, bajo la coordinación y soporte de la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), con la participación del MAGAP y el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN).

Ayudando a completar sistemáticamente el conocimiento de los suelos mediante representaciones objetivas (mapas), integradoras de los diferentes componentes del desarrollo teniendo como resultado una respuesta holística (Mendoza, 2016) fortaleciendo proyectos afines como el Plan de actividad Nacional de Lucha en contra de la Desertificación (PAND), liderado por la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente, presentado en la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ante la inexistencia de información siendo una de las primeras tareas que el país debe emprender para saber en dónde estamos a nivel de degradación y desertificación en las diferentes escalas (MAE, 2016).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Suelo

Es la capa superior de la corteza terrestre, se encuentra formada por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. Es la interfaz entre la tierra, el aire y el agua y alberga la mayor parte de la biósfera, constituye el soporte natural en el que las plantas se desarrollan, almacenan nutrientes y toman el agua que necesitan para su desarrollo (MAE, 2015).

2.2.2. Importancia del suelo

El suelos es fundamental para el desarrollo de la vida y de gran influencia sobre el medio ambiente, la economía local, regional y mundial, del cual depende la población actual y las generaciones futuras para su supervivencia, bienestar para sostener la productividad de plantas y animales, mantener la calidad del aire y del agua y sostener la salud humana (Blum, 2005).

2.2.3. Propiedades físicas del suelo

Condicionadas por la masa total del suelo y reflejan su comportamiento físico (rigidez y la fuerza de sostenimiento, facilidad para la penetración de las raíces, aireación, capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad y la retención de nutrientes), están relacionadas con la organización estructural de un suelo (Rubio, 2010). Las principales propiedades físicas del suelo son:

➤ Textura

La textura es la proporción de arena, limo y arcilla del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), es el porcentaje en que se encuentran los elementos minerales que constituyen

el suelo (Vaca, 2009) y se determina la textura de éste utilizando el denominado triángulo de texturas (Rubio, 2010).

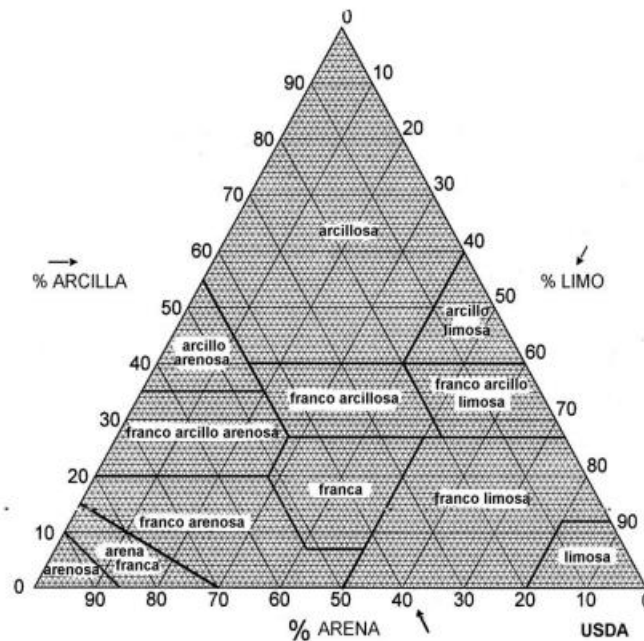


Figura 1. Diagrama textural del USDA

Fuente: (Gisbert, Ibáñez y Moreno, 2016).

➤ Estructura

Es la manera en cómo se agrupan las partículas del suelo, como se acomodan y distribuyen las partículas en agregados, es el grado de agregación de las partículas individuales o separados del suelo en unidades compuestas, importante para el desarrollo de las raíces (Meléndez, 2012)

Clasificación de la estructura del suelo según Gisbert, Ibáñez y Morena, (2010).

- Esquistosa o laminar: Los agregados del suelo se disponen en forma de lámina horizontal (en suelos vírgenes y subsuelo).
- Prismático: Se orientan verticalmente en forma de columnas, los cuales son más comunes en los horizontes inferiores de las regiones áridas y semiáridas.
- Cuboides: Los agregados se arreglan en forma de cubo o de bloques rectangulares. Casi todos se encuentran en los horizontes inferiores.
- Granular: Los agregados son redondeados, sueltos y fácilmente separables. Es la estructura más común de las capas superficiales y ricas en materia orgánica.

➤ **Porosidad**

Es el volumen de todos los espacios abiertos que hay entre los granos sólidos del suelo. La porosidad es importante para cultivar el suelo, pues define el volumen de agua que puede ser retenida. Los suelos como las arenas, donde las partículas son grandes dejando espacio para poros que abastecen mayor cantidad de agua y aire. En los suelos arcillosos, las partículas son más pequeñas, por lo tanto los poros también lo son, dificultando que el agua y el aire entren a los poros (Sánchez, 2014).

➤ **Color**

Depende de sus componentes, varía con el contenido de humedad, muestra características de sus propiedades indirectamente, así lo menciona (Sánchez, 2014).

- Rojo: Indica contenido de óxidos de hierro y manganeso
- Amarillo: Indica óxidos de hierro hidratado
- Blanco y gris: Indican presencia de cuarzo, yeso y caolín
- Negro y marrón: Indican materia orgánica.

Cuanto más negro es un suelo, más productivo será, debido a los beneficios de la materia orgánica.

➤ **Densidad Aparente**

Es la relación de la masa de suelo por unidad de volumen (g/cm^3). Describe la compactación del suelo. Es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces. La densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo (Rojas, 2005).

$$D_a = \text{Peso de suelo seco} / \text{Volumen de ocupa}$$

Tabla 1. Clasificación de la densidad aparente en los suelos

Unidad de la (d_a) g/cm^3	Clasificación
<1,0	Muy bajo
1,0-1,2	Bajo
1,2-1,45	Medio
1,45-1,60	Alto
>1,60	Muy alto

Fuente: (FAO, 2009)

2.2.4. Propiedades químicas del suelo

Son las que están relacionadas directamente con la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos, información necesaria para el manejo adecuado de fertilizantes y para aplicación de enmiendas, a la vez éstas características permiten describir a los suelos y clasificarlos según sus semejanzas (Arenas, 2005). Algunas propiedades químicas del suelo son:

➤ Materia orgánica

Indicador de suma importancia de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas como ambientales. La materia orgánica del suelo es el principal determinante de su actividad biológica (Pinto, 2016). Consiste en tejidos vegetales y animales, células microbianas y productos de la descomposición que contribuyen según (Arenas, 2005) a la fertilidad del suelo a través de suministros de N, P, S, productos de procesos de mineralización, ejerciendo beneficios sobre las propiedades físicas del suelo, además de representar una fuente de alimento para el desarrollo y actividad de micro y macro organismos del suelo.

➤ Macro y micronutrientes

Son elementos fundamentales para el desarrollo de las plantas, pues participan de diferentes formas en su ciclo de vida y nutrición. Los macronutrientes son los que se necesitan en grandes cantidades (N, P, Ca, K, Mg, S), a diferencia de los micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Co), necesarios en menores cantidades, esenciales en caso de encontrarse en cantidades mínimas en las plantas, siempre por debajo del 0,01% del peso seco en los tejidos vegetales (García, 2012).

➤ pH

El pH (potencial de hidrógeno) establece el grado de adsorción de iones (H^+) por las partículas del suelo, es un indicador de la acidez (pH bajo = ácido) o alcalinidad (pH alto = básico o alcalino) del medio, controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a estar o no disponibles para su absorción (Barbaro, Karlanian y Mata, 2014).

Los suelos pueden ser ácidos o alcalinos, en algunos casos neutrales. El valor de pH oscila de 3,5 a 9,5 y el pH, los suelos muy ácidos (<5,5) presentan comúnmente cantidades elevadas y tóxicas de Al y Mg. Los suelos muy alcalinos (>8,5) tienden a dispersarse. La actividad de los

organismos del suelo es inhibida en suelos muy ácidos y para los cultivos agrícolas el valor del pH ideal se encuentra en 6,5 (FAO, 2016).

➤ **Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

Medida de cantidad de cargas negativas que se encuentran en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo, representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH₄ etc.). El tamaño de las partículas, es directamente proporcional al CIC, el tipo de cationes cambiables y pH que generalmente aumenta son factores que determinan el CIC (FAO, 2016).

Fórmula para la obtención de la capacidad de intercambio catiónico.

$$\text{CIC} = \text{Acidez} + \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg}$$

2.2.5. Suelos degradados

Es un proceso que puede estar inducido por el ser humano y que disminuye la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana. En general, todo uso de la tierra, que modifica el tipo y la densidad de las poblaciones vegetales originales que dejan al descubierto la superficie del suelo, propicia su degradación (Espinosa, Andrade, Rivera y Romero, 2011).

➤ **Factores que causan la degradación del suelo**

La degradación de tierras ha generado importantes cambios socioeconómicos: desequilibrios en los rendimientos y producción de los agrosistemas, disminución o pérdida de ingresos económicos, ruptura del equilibrio tradicional entre las actividades agrícolas y de pastoreo, abandono de tierras y cultivos, deterioro del patrimonio paisajístico, emigración como consecuencia de la deforestación, sobrepastoreo, agricultura, sobre explotación y bio-industrial, causas principales ante la degradación del suelo (Pla Sentís, 2008).

Tabla 2. Efectos más visibles e importantes de la degradación de tierras.

Causas de la degradación	Efectos
Disminución y degradación de la cobertura vegetal natural.	El suelo menos rugoso o desnudo es más vulnerable a la erosión.
Reducción en el contenido en materia orgánica.	Pérdida de fertilidad: Física, química y biológico.
Disminución de los organismos del suelo	Alteraciones en la evolución de la materia orgánica, edificación y fijación del nitrógeno.
Reducción excesiva de la biomasa y pérdida de biodiversidad natural.	Erosiones hídrica y eólica, como consecuencia de la menor cobertura vegetal.
Compactación del suelo, por el uso de maquinaria o labores inadecuadas, o sobrepastoreo.	Disminución de la porosidad, de la capacidad de infiltración y de la capacidad de retención de humedad.
Deterioro, incluso pérdida, de la estabilidad estructural del suelo y tendencia a la formación de costras.	Se incrementa los valores de las escorrentías superficiales y su potencial erosivo.
Transferencias de materiales edáficos y nutrientes de las partes altas de las laderas a las bajas.	Eliminación de los horizontes superficiales en las partes elevadas de las laderas.
Acumulación de sedimentos y nutrientes al pie de las laderas, vaguadas, lechos fluviales y embalses.	La acumulación puede convertir en improductivo el suelo cubierto, o puede colmatar embalses.
Aumento de la pedregosidad por transporte de los materiales más fino del suelo.	El suelo puede llegar incluso a quedar cubierto en superficie totalmente de piedras.
Disminución del espesor del perfil edáfico. Incluso puede aflorar en superficie el material parental.	Deja patente en el paisaje un vistoso mosaico de colores, por truncamiento de los horizontes superiores. Pérdida de suelo fértil en las zonas altas.
Pérdida de los materiales más finos superficiales. Pérdida de la base de sustentación de las raíces de las plantas.	Presencia de columnas, pedestales y montículos de erosión. En árboles pueden aparecer las raíces al aire.

Incisiones de diversa magnitud en el terreno.	Surcos, cárcavas, y barrancos.
Contaminación del suelo. Salinización y alcalinización del suelo. Acidificación.	Perdida de fertilidad. Contaminación de aguas superficiales y acuíferos.
Incendios forestales provocados	Pérdida de biodiversidad y de suelo fértil. Alteración del equilibrio en el ecosistema edáfico.
Perturbación en la regulación del ciclo hidrológico.	Reduce la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo y agrava los efectos de la sequía.
Degradación de los recursos hídricos.	Reducción del agua disponible debido a la alteración del ciclo hidrológico y a la sobreexplotación de acuíferos. Desaparición de fuentes y manantiales y de los humedales y fauna a ellos asociados.

Fuente: (Pla Sentís, 2008)

2.2.6. Agricultura orgánica

Según SAG, (2011) la agricultura orgánica es una práctica natural de forma sostenible para el ambiente, posibilita elevar el potencial productivo de los suelos, generando condiciones para una mayor actividad biológica, a la vez mejora su estructura y perfil químico, contribuye a la minimizar la erosión, es sostenible pues se utilizan productos naturales procedentes de los seres vivos reduciendo para elaborar abonos, reduciendo costos y evitando el uso de agroquímicos para la producción ya que atribuye riqueza nutricional al suelo, esos cultivos ganaran aumento de tamaño, sabor y valores nutricionales.

➤ Ventajas de la agricultura orgánica

- Mejora la calidad del suelo
- Incrementa la retención de humedad
- Mejora la actividad biológica

- Disminuye los precios de los abonos y el costo de la producción manifiesta Cervantes, (2007).

2.2.7. Abonos orgánicos

Son aquellos residuos de plantas y animales utilizadas para mejorar las propiedades físicas, químicas del suelo. Son de gran importancia en terrenos de cultivo que se encuentran en zonas áridas y semiáridas por ende son suelos de escasa materia orgánica (Yaguana, 2010).

➤ Propiedades de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos tienen propiedades que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Actúan en el suelo sobre propiedades físicas, químicas y biológicas. Según Sánchez, (2005) el uso de abonos orgánicos incide en sus propiedades físicas del suelo, donde éste absorbe con mayor efectividad las radiaciones solares, a razón del color oscuro de los abonos orgánicos, absorben con mayor facilidad los nutrientes, mejoran la estructura del suelo y su permeabilidad, aumentan la retención de agua en el suelo y disminuyen la erosión hídrica y eólica.

En las químicas, influyen sobre el aumento del poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste. La capacidad de intercambio catiónico del suelo aumenta y a la vez su fertilidad.

En las biológicas, favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios, además constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

2.2.8. Tipos de abonos orgánicos

➤ Humus de Lombriz

García, Navarro, Velázquez, y Velázquez, (2013) manifiestan que es el mayor estado de descomposición de la materia orgánica y es un abono de excelente calidad, resultante de la transformación digestiva de la materia orgánica mediante la crianza de lombrices de tierra. Además, la lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*) tiene un 70% en proteína; la cual transforma los residuos orgánicos aprovechándolos como abono para los cultivos agrícolas.

Beneficios del humus en el suelo

El humus al estar presente en el suelo actúa mejorando la parte física, así lo menciona FONCODES y PACC-PERÚ, (2014), destacando las siguientes ventajas:

- En condiciones óptimas de producción aporta más N, P y K que otros abonos orgánicos.
- Beneficia al suelo con un aporte de microorganismos, que procesan los nutrientes que ayudan a incrementar la producción de los cultivos.
- Aumenta entre 5 a 30% la capacidad de retención del agua en el suelo.
- Por su color oscuro contribuye a la absorción de calor por el suelo y neutraliza los contaminantes, como los insecticidas.
- Recupera y mejora suelos erosionados, degradados y estériles.
- Optimiza la acción de los fertilizantes al mejorar la eficiencia de recuperación y acción residual, por su alta capacidad de intercambio catiónico.
- Reduce las necesidades de agua de los cultivos.
- Económico con relación a otros fertilizantes.
- Evita los riesgos de contaminación química de los cultivos.

➤ Compost

Es un abono orgánico así lo afirman FONCODES y PACC-PERÚ, (2014) que se obtiene de la descomposición del estiércol, mezclado con residuos vegetales y otros ingredientes orgánicos, incorporando microorganismos y minerales para mejorar la calidad del suelo.

Beneficios del compost en el suelo

- Mejora la producción de los cultivos, fortalecimiento en la resistencia al ataque de las plagas, enfermedades y heladas.
- Mayor absorción de los nutrientes y el agua por la planta.
- Mejora la estructura del suelo.

- No contaminante, ya que se reciclan los desechos orgánicos.
- Permite utilizar insumos que se encuentran en la chacra.

➤ **Bocashi**

Se trata de un abono orgánico fermentado parcialmente, estable, económico y de fácil preparación. Este abono es producto de un proceso de descomposición anaeróbica o aeróbica de desechos de animales y vegetales al que se le puede añadir elementos de origen mineral para reforzar la calidad del abono (Suquilanda, 2006).

Beneficios del bocashi en el suelo

- No se forman gases tóxicos, ni malos olores.
- El volumen que se produce se adapta a las necesidades.
- No causa problemas en el almacenamiento y transporte.
- El producto se elabora en un período relativamente corto
- Bajo costo de producción. (Alvear, 2007).

2.2.9. Cebada (*Hordeum vulgare* L.)

La cebada es uno de los cultivos de amplia difusión en el mundo, ocupando el cuarto lugar de los cereales más importantes. En Ecuador la superficie que se encuentra cultivada es de 48874 ha, distribuidas en la sierra; Chimborazo, Cotopaxi, Bolívar, Pichincha e Imbabura son las provincias con mayor producción (León, 2010).

➤ **Taxonomía botánica**

La cebada según Mateo (citado por Guartazaca y Montenegro, 2005) se encuentra dentro de la familia Poaceae, pertenece a la subfamilia Poideae e incluye plantas espontáneas y cultivadas. Todos los tipos cultivados se congregan en una sola especie *Hordeum vulgare*.

Tabla 3. Clasificación taxonómica de *Hordeum vulgare* L., de acuerdo con Stein et al. (2013)

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Hordeum</i>
Especie :	<i>Hordeum vulgare</i> L.

➤ **Cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.)**

El cultivo de cebada está adaptado a suelos con bajos niveles de fertilidad, de ciclo corto y de gran importancia social y económica, especialmente para las familias que viven en las zonas altas donde se da este cultivo (Garófalo, 2012).

➤ **Condiciones agroecológicas del cultivo**

El cultivo de cebada responde mejor a suelos de textura liviana (franco, franco limoso, y franco arcilloso) y profundos, es más sensible a los excesos de humedad, siendo por lo tanto menos recomendables los suelos de textura muy pesada (arenosos y arcillosos). El nivel óptimo de pH del suelo fluctúa entre 6,0 y 8,5, siendo susceptible a suelos ácidos (pH 5,2 o inferiores) y tolerante a suelos alcalinos (Astudillo, 2007).

➤ **Manejo del cultivo de cebada**

Preparación del terreno

Dos meses antes de la siembra se realiza el pase de arado y dos pasadas de rastra empleando el tractor, con la finalidad de que las malezas se descompongan y se incorporen al suelo (Garófalo, 2012).

Siembra

Según Falconí (citado por Guartazaca y Montenegro, 2015) la siembra del cultivo de cebada se la realiza en época de lluvias, de tal manera que la cosecha coincida con la época seca. La

forma más común de siembra en la sierra ecuatoriana, es el método manual al voleo, considerando sembrar las semillas a una profundidad mayor a 5 centímetros, para evitar el ahogamiento y muerte de plántulas.

Semilla

La cantidad de semilla, varía de acuerdo al método de siembra y a la variedad utilizada. En el caso de la variedad INIAP-Cañicapa, la cantidad de semilla es de 135 kg/ha si la siembra es al voleo. La semilla debe ser de buena calidad, certificada con un porcentaje mínimo de germinación del 85%. La cosecha depende de emplear una semilla de buena calidad, razón por la cual es recomendable seleccionar y desinfectar la semilla para prevenir el ataque del carbono y otros hongos (Coronel et al, 2011).

Fertilización

Es necesario realizar un análisis de suelo, de no disponer uno, la fertilización puede ser basada en la extracción de nutrientes que el cultivo de cebada toma del suelo. El cultivo requiere 60 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo, 30 kg de Potasio y 20 kg de Azufre Falconí et al (citado por Guartazaca y Montenegro, 2015).

Enfermedades de la cebada

- La roya amarilla o lineal

Se la conoce también como "polvillo" o "royal", producida por el hongo *Puccinia striiformis* que forma líneas amarillas en las hojas conformadas de pústulas. Se manifiesta a partir de 70-90 días después de la siembra. La roya amarilla también ataca a la espiga (Guartazaca y Montenegro, 2015).



Figura 2. Infección severa de roya amarilla.
Fuente: Almacellas, y Sánchez, (2015)

- La roya de la hoja o parda

Es producida por el hongo *Puccinia hordei*, el cual forma pústulas de coloración amarillo-ladrillo y se distribuyen desordenadamente en la superficie de la hoja. El desarrollo y diseminación de la enfermedad es favorecida por ambientes húmedos y templados.

Es recomendable el uso de las variedades INIAP-Cañicapa 2003, las cuales poseen resistencia a roya amarilla y roya de la hoja (Falconí et. al, 2010).

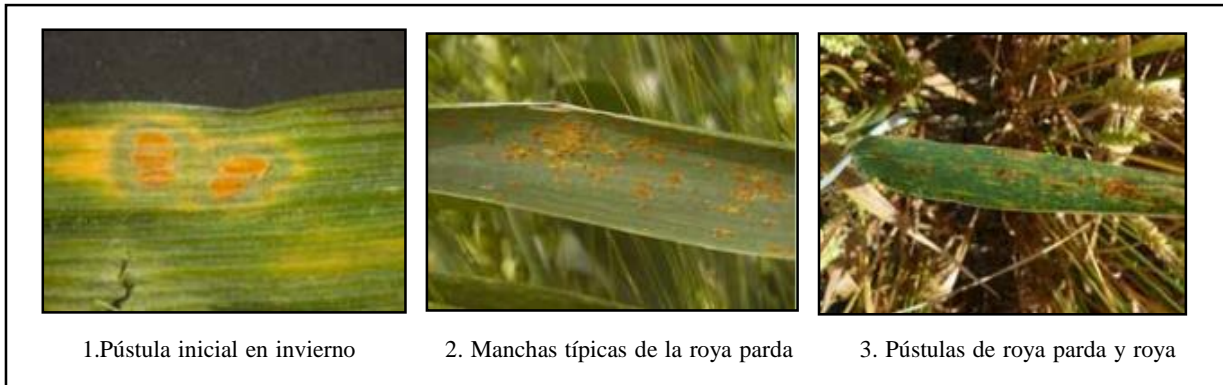


Figura 3. Infección de roya parda

Fuente: INTIA, (2015)

- El carbón volador

Se transmite en la semilla, se puede controlar la enfermedad de manera preventiva, para lo cual se recomienda desinfectar la semilla con Carboxin + Captan (Vitavax 300®) en una dosis de 100g/qq de semilla (Falconí et. al, 2010)



Figura 4. Infección de carbón volador

Fuente: INTIA, (2015)

Cosecha

Se debe realizar en la madurez de la plana, la forma más común de cosechar es manualmente utilizando una hoz, para cortar las espigas y formar gavillas, mismas que son agrupadas para formar parvas, con el fin de conservar la cebada en el campo y posteriormente proceder a la trilla. Se debe considerar las épocas secas, para evitar la absorción de humedad del grano y conservar las buenas condiciones en su almacenamiento (Falconí et al, 2010).

Almacenamiento

Ubicar la semilla en un lugar fresco protegido del sol y la lluvia, con buena ventilación y libre de roedores, para mantener su buen estado (SAGARPA, 2009).

Usos de la cebada

El grano, la paja, el heno de la cebada es utilizada en la elaboración de bebidas a base de malta, por su alto valor alimenticio, se usa también como pienzo para animales como cerdos y caballos. En el Ecuador se usa principalmente para elaborar machica que es harina de cebada tostada y como arroz de cebada, representando el 88,3% del total de la cebada consumida (Poveda, 2006).

2.3. Marco legal

La investigación se enmarca en los beneficios estipulados en la Constitución del Ecuador del 2008, en la sección quinta correspondiente a Suelo lo cual menciona en el Art. 409 que es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. De acuerdo al Art. 410. El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria. Además contribuye a los Objetivos del buen vivir las cuales disponen: Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población, Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y proponer la sostenibilidad ambiental territorial y el Objetivo 9. Garantizar el trabajo digno en todas sus formas (SENPLADES, 2014).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio

La Asociación Agrícola Plaza Pallares (A.A.P.P.) de la comunidad Ugsha, se encuentra ubicada a 6 kilómetros al Noreste de la parroquia San Pablo del cantón Otavalo, provincia de Imbabura, se limita al norte con el Cerro Cubilche, al sur con los Paramos de la comunidad de Angla, al este con la Comunidad la Merced y al oeste con la Comunidad el Topo según Muller, (2011).

Su localización geográfica es:

Tabla 4. Localización geográfica.

Latitud: norte $0^{\circ}12'0''$	punto 1
Latitud: sur $0^{\circ}14'29''$	punto 2
Longitud: este $72^{\circ}15'0''$	punto 3
Longitud: oeste $70^{\circ}10'0''$	punto 4
Altitud: 2.699 msnm.	

En cuanto a las características ecológicas según Cevallos et. al, (2015), la Asociación Plaza Pallares posee zonas de vida correspondiente a bosque muy húmedo Montano y un bosque húmedo Montano, con temperaturas que oscilan en 14° a 19°C durante el día, y un promedio de 11° a 13°C durante la noche, mientras que las precipitaciones varían de 750 a 1000 mm anuales.

Su suelo es irregular con pendientes fuertes en la zona alta, y moderada en la zona media y baja, por lo cual son erosionados, los mismos que tienen una textura franco arenoso, franco y arcilloso, y una estructura, suelta y semigranulada. Suelos Orthent (Entisoles), los cuales están formados por superficies recientemente erosionadas teniendo a poca profundidad roca consolidada o materiales no consolidados (Cevallos et. al, 2015).

La agricultura es de gran importancia ya que de eso obtienen la alimentación para la familia y se producen productos saludables y nutritivos de primera necesidad los cuales se cosechan año tras año como las papas, maíz, habas, trigo, cebada para la comercialización (Campoverde, 2015).

La principal actividad productiva es el comercio de leche y el de animales se hace alrededor del ganado vacuno, porcino, lanar y animales menores como: cuy, gallina y conejos (Gómez, 2012).

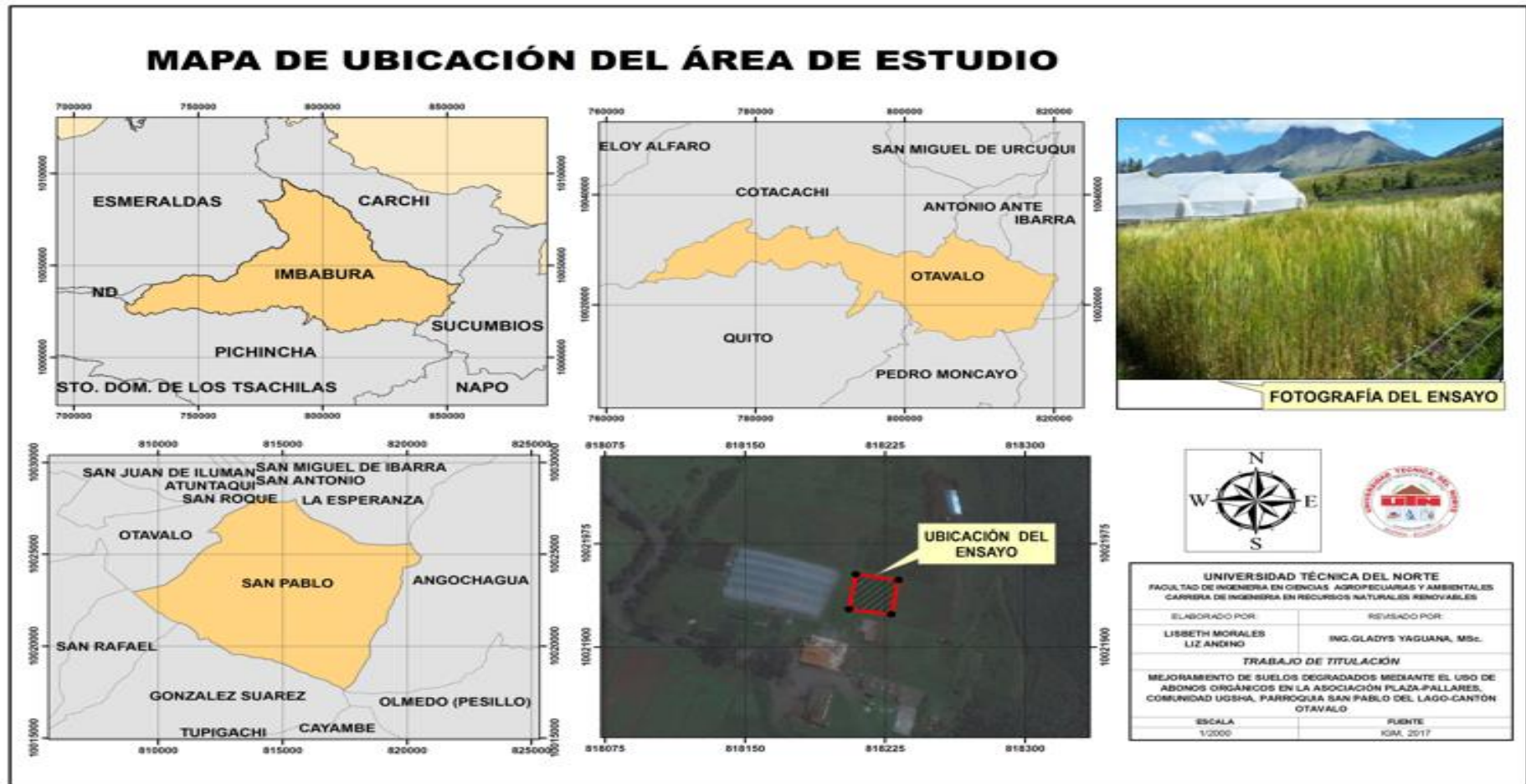


Figura 5. Localización de la Asociación Agrícola Plaza Pallares

3.2. Materiales y métodos

Los materiales y equipos que se utilizaron en el desarrollo de la presente investigación se especifican en la Tabla 5.

Tabla 5. Materiales y equipos

MATERIALES DE CAMPO Y EQUIPO	MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO	MATERIALES DE OFICINA
- Compost: Rastrojos vegetales de cosechas, Estiércol de animal (ganado vacuno, ovino y animales menores).	- Muestras de suelos	- Computador portátil
- Humus: Rastrojos vegetales de cosechas, Estiércol de animal (ganado vacuno, ovino y animales menores), Lombrices (<i>Eisenia foetida</i>).	- Caja de madera	- Flash memory
- Bocashi: Rastrojos vegetales de cosechas, Estiércol de animal, Cal, melaza, tierra de bosque (tierra negra), Levadura.	- Papel periódico	- Impresora
- Semilla de cebada	- Rodillo de madera	- Cámara digital
- Estacas, piola, flexometro, fundas plásticas, etiquetas	- Tamiz de varios diámetros	- Filmadora
- Fundas herméticas para muestras de suelo	- Balanza analítica	- Software ArcGIS 10.2
- Herramientas agrícolas: (palas, botas de caucho, azadones, martillo de madera (combo), rastrillos, baldes, manguera de riego)	- Espátula	- Carta topográfica a escala: 1:50.000,
- Rótulos, navegador GPS.	- Vasos plásticos de 200cm ³	- Cinta adhesiva
	- Pipetas, picetas, agitador mecánico	
	- Probetas	
	- Estufa	
	- Crisoles	

3.3. Métodos

3.3.1. Nivel de degradación física y química de los suelos agrícolas pertenecientes a la Asociación Plaza Pallares, Comunidad Ugsha

Se realizó la toma de muestras representativas del área de estudio, mediante el método de muestreo de zigzag a una profundidad de 0-20 cm para luego de la combinación de varias submuestras. Obtener una muestra representativa de 1kg la cual se envió al laboratorio Agrocalidad para sus respectivos análisis de textura, densidad aparente, pH, materia orgánica, macro y micro nutrientes, capacidad de intercambio catiónico y conductividad eléctrica.

A la vez se describió el perfil del suelo mediante la apertura de una calicata en el sitio de estudio, cuyas dimensiones fueron de 1 m de largo × 1 m de ancho × 1,40 m de profundidad, para describir las propiedades físicas de cada horizonte (profundidad de cada horizonte, color, textura, estructura, consistencia resistencia al crecimiento de raíces, presencia de raíces y rocas, presencia de poros, profundidad efectiva y la nitidez entre los horizontes).

Los resultados del análisis del suelo y los de la calicata sirvieron para responder a la Tabla de Valoración de Evaluación del Suelo (T.V.E.S.) (Anexo 3) modificada a partir de la tabla elaborada por el Departamento de Ciencias del Suelo, Programa de Salud del suelo de la Universidad de Wisconsin, EE. UU, modificada por Pantoja (2016), a las condiciones del suelo del Ecuador.

En la T.V.E.S se encontraban presentes 43 propiedades, las cuales se describieron asignándoles cantidades de 0 a 4, siendo 0 el valor más bajo y 4 el más alto, una vez asignado el valor, se dividió y cuantificó la cantidad de propiedades evaluadas por cada categoría de evaluación y posteriormente se obtuvo el porcentaje de cada categoría, el resultado en porcentaje ayudó a determinar el nivel de degradación y calidad de los suelos agrícolas antes de la instalación del ensayo (Fig. 7).



Figura 7. Dimensiones de la calicata.

3.3.2. *Análisis de la acción de los abonos orgánicos en el mejoramiento de la calidad física y química de los suelos*

La incidencia de los abonos en el mejoramiento físico y químico de los suelos se determinó mediante una segunda muestra representativa que se envió al laboratorio para la determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo.

Como paso previo, se elaboró el compost, humus y bocashi, utilizando materias primas de los terrenos de la Asociación, en una relación 2:1 (residuos vegetales: desechos animales). Para el caso del bocashi se escogió una formulación que contengan la menor cantidad de insumos externos.

➤ **Elaboración de los abonos:**

En conjunto con los miembros de la Asociación, se efectuó programas para la recolección de todos los residuos aprovechables del lugar de estudio, construyendo un contenedor para depositar los mismos (Fig. 8).



Figura 8. Contenedor para la recolección de residuos aprovechables.

Obtención del humus:

Tabla 6. Insumos para la elaboración del humus de lombriz

Materia prima	Cantidad
Rastrojos (haba, fréjol, uvilla)	780 kg
Rastrojo de maíz	552 kg
Tamo de cebada y trigo	168 kg
Estiércol bovino fresco	450 kg
Estiércol bovino seco	300 kg
Lombrices (<i>Eisenia foetida</i>).	100 kg

Para la elaboración de este abono se dispuso los residuos recolectados en el contenedor en un lugar abierto formando una cama, posteriormente se procedió a mezclar y a regar dos veces por semana según sea necesario, hasta que esté lo suficientemente húmedo para facilitar el proceso de descomposición.

Después de dos meses de descomposición de la materia prima que sirvió como alimento óptimo de las lombrices, se procedió a su traslado a un lecho previamente construido de 2 m de ancho por 9 m de largo con una profundidad de 50cm (Fig. 9), dónde se adicionaron lombrices (*Eisenia foetida*) que se encontraron correctamente distribuidas. Igualmente, para la descomposición se realizó un manejo adecuado tanto de la humedad, la aireación y la temperatura, obteniendo finalmente a los seis meses de este proceso el humus de lombriz.

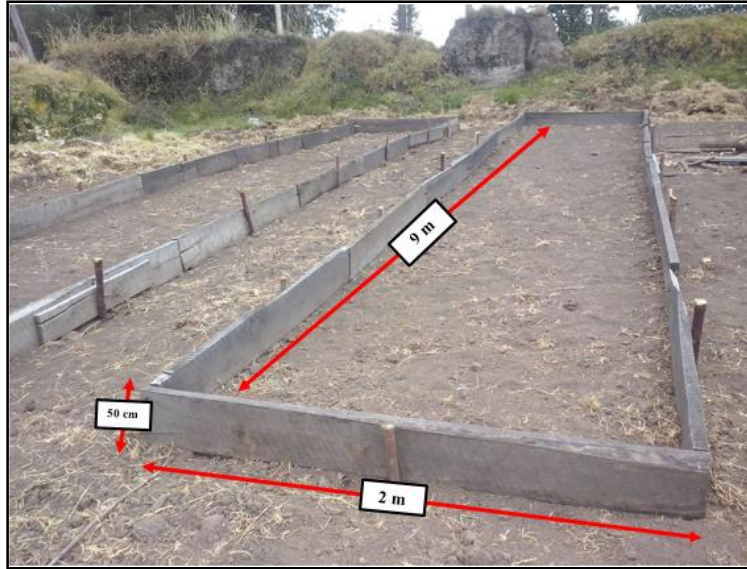


Figura 9. Dimensiones de lecho para la elaboración de humus de lombriz

Obtención del compost

Tabla 7. Insumos para la elaboración del compost

Materia prima	Cantidad
Rastrojos (haba, fréjol)	260 kg
Rastrojos de maíz	184 kg
Tamo (cebada ,trigo)	56 kg
Estiércol bovino fresco	150 kg
Estiércol bovino seco	100 kg

Se creó una primera capa con rastrojos de cosechas. A la siguiente capa se le aplicó estiércol animal y sobre ésta una capa de tierra. Se repitió esta secuencia de capas hasta que los materiales alcancen una altura de 1,2 m. Posteriormente se procedió a la mezcla de los materiales para que la descomposición sea más fácil. Una vez, formado este proceso, se realizó un manejo adecuado de la compostera, se instaló respiraderos haciendo un agujero central o varios laterales, para permitir que salga el exceso de calor. También se regó según fue necesario, hasta que esté lo suficientemente húmedo para favorecer la acción de los organismos descomponedores (Fig. 10).



Figura 10. Dimensiones de la pila para la elaboración del compost

Obtención del Bocashi

Tabla 8. Insumos para la elaboración del bocashi

Materia prima	Cantidad
Rastrojos de frejol	20 kg
Cascarilla de arroz	20 kg
Eco gallinaza	200 kg
Tierra de bosque cernida	100 kg
Carbón	50 kg
Estiércol Bovino fresco	50 kg
Estiércol Bovinos seco	50 kg
Melaza	3,8 lt
Levadura	0,18 kg
Cal	55 kg

Se escogió un lugar adecuado para la elaboración de este abono. Fue un sitio protegido de la lluvia, el sol y el viento. Luego se colocó los residuos como las cascarillas de arroz, los rastrojos de los cultivos que realiza la Asociación Plaza Pallares después los ingredientes como el estiércol de los animales, cal, melaza, levadura tierra negra sin terrones hasta completar todos los materiales disponibles (Fig. 11).



Figura 11. Colocación de insumos por capas para la pila de bocashi.

Una vez elaborados los abonos orgánicos fueron secados y tamizados para su homogenización. Se envió una muestra de cada uno a los laboratorios Agrocalidad y Labonort para el análisis de carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno total, pH, macro y micronutrientes.

➤ **Aplicación de los abonos**

Para la aplicación de los abonos se realizó el respectivo cálculo, según los requerimientos de la cebada y contenido de M.O presente en el suelo, agregando 2 kg/m² de humus de lombriz, compost y bocashi en el ensayo, de tal manera que su valor aumente de rango según la interpretación de los laboratorios del INIAP, UPL y AGROCALIDAD, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{MO} = 1\text{Ha} * \text{densidad aparente} * \text{espesor del suelo} * \text{materia orgánica reportada}$$

Fuente: (Hirzel, 2005)

3.3.3. Determinación del efecto de cada uno de los abonos orgánicos en el rendimiento productivo de cebada

El efecto de cada uno de los abonos orgánicos en el rendimiento productivo de cebada se evaluó por parcela neta. La parcela neta se obtuvo eliminando 50 cm en relación con cada uno de los bordes de la parcela establecida cuyas dimensiones fueron 4x5 m (20 m²).

➤ **Diseño experimental**

Para esta investigación se implementó un Diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones, tres tratamientos y un testigo absoluto. Posteriormente, se distribuyó los tratamientos en función de un sorteo. Se seleccionó la variedad de cebada INIAP Cañicapa 2003. La siembra de la cebada (*Hordeum vulgare* L) se realizó al voleo.

Tabla 9. Características del diseño experimental.

Repeticiones	4
Tratamientos + Testigo	4
Total de unidades experimentales	16
Área total	320 m ²
Forma de la parcela	Rectangular
Método de siembra	Voleo
Tamaño de la unidad experimental	20 m ²
Área de la parcela neta	12 m ²

Análisis estadístico

El esquema del análisis de varianza, empleados son los siguientes:

- T1 Compost
- T2 Humus
- T3 Bocashi
- T0 Testigo absoluto
- R: Repeticiones= 4

Análisis funcional

Al existir diferencias significativas entre tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey al 5%.

Delimitación del área del ensayo

Antes de delimitar el área, se realizó la preparación del suelo mediante un pase de arado y de rastra para dejar el suelo listo para la siembra, posteriormente se delimitó las parcelas

experimentales, según dimensiones preliminarmente establecidas (4 x 5 m). Posteriormente, se distribuyó los tratamientos en función de un sorteo (Fig.12).

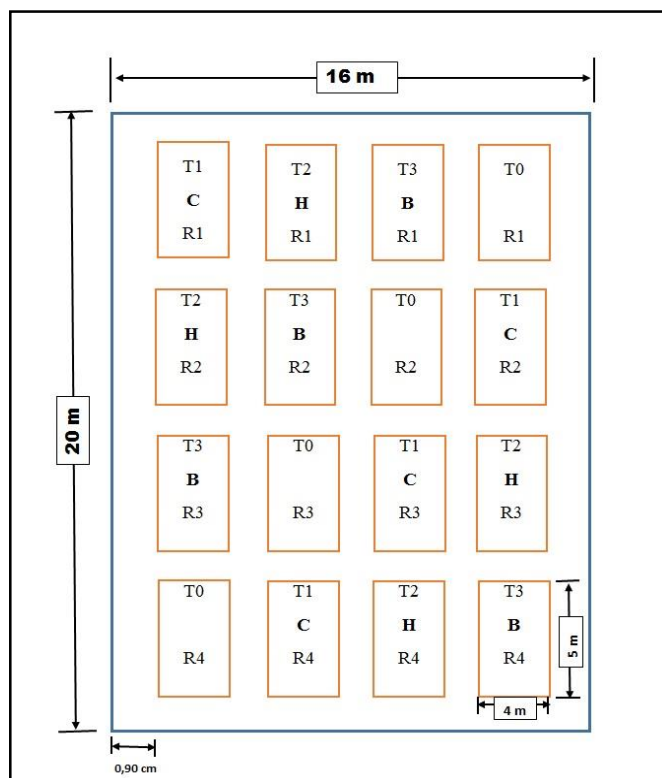


Figura 12. Distribución de los tratamientos y repeticiones

➤ Siembra

Luego de la delimitación de las parcelas y del sorteo de los tratamientos se incorporó humus de lombriz, compost y el bocashi de acuerdo a las dosis establecidas en cada una de las parcelas experimentales, por lo cual luego de un mes se procedió con la siembra del cultivo. Se sembró en relación de 110 kg de semilla/ha dado un total de 220 g de semilla por parcela aplicado la técnica de voleo. Posteriormente se cubrió la semilla (tape) manualmente con el propósito de que quede enterrada entre 3 y 5 cm aproximadamente.

➤ Cosecha

Cuando el cultivo alcanzó su estado de maduración (6 meses), se procedió a cosechar la cebada dejando 10 cm de planta al suelo, mediante el método manual con la ayuda de una hoz, habiendo delimitado la parcela neta (12 m²) de cada repetición.

Biomasa

Para determinar la cantidad de biomasa aportada se realizó mediante el método de cuadratas por metro cuadrado. La cuadrata se la elaboró empleando una manguera de 2,62 m de longitud, con la que se obtuvo una circunferencia con radio de 0,42 m. A continuación se ubicó la cuadrata en cada tratamiento se cortó y pesó el material vegetativo del cultivo de cebada seca que se ubicaba dentro del área de la cuadrata (Klein, 2006) (Fig. 13).



Figura 13. Determinación de biomasa

3.3.4. Medición de percepciones de los miembros de la asociación respecto a los tratamientos implementados para el mejoramiento de suelos

Las percepciones de los miembros de la Asociación se conocieron mediante una entrevista (Anexo 7) a los dirigentes (directiva): Presidente, vicepresidente, tesorero, secretario que permita conocer las diferentes apreciaciones que se tuvieron con respecto al resultado de la investigación.

3.4. Consideraciones bioéticas

La investigación fue encaminada en la ejecución de una nueva alternativa para el mejoramiento del suelo en la Asociación Plaza Pallares de la comunidad Ugsha, sin ocasionar alteraciones negativas a este ecosistema o perjudicar el principio de autonomía de los miembros involucrados en la investigación.

Principio de autonomía que se estipuló con la obtención de un consentimiento informado, comprensivo, competente y voluntario por parte de los miembros y el Comité de la asociación, quienes contribuyeron en la investigación. Principio de no maleficencia establece en no hacer daño a las personas que participan en cada una de las fases de campo tratando de que reciban todos los posibles beneficios y de igual forma prevenir riesgos que pudieron sucitarse durante la investigación.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Nivel de degradación física y química de los suelos

➤ Análisis del suelo

En el Laboratorio de Agrocalidad se realizó un análisis físico y químico del suelo inicial antes de la aplicación de los abonos. Los datos constan en las tablas 10, 11 y 12.

Tabla 10. Condiciones de las propiedades físicas del suelo inicial.

Propiedades físicas			
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Rango de interpretación de AGROCALIDAD
Textura	Arena %	40	Clase textural Franco
	Limo %	40	
	Arcilla %	20	
Densidad aparente	g/ml	1,30	Media

El suelo es de clase textural franco (40% arena, 40% limo y 20% arcilla) que corresponde a la clase textural más balanceada según Terrazas citado por (Gonzaga, 2009) con una densidad aparente (1,30 g/ml) según Salamanca y Sadeghian (2005) el valor pertenece a suelos arenosos.

Tabla 11. Condiciones de las propiedades químicas del suelo antes de la siembra.

Propiedades químicas			
Parámetro	Unidad	Resultado	Rango de interpretación de AGROCALIDAD
pH	--	5,78	Ligeramente ácido
M.O	%	3,76	Alto
C. E	dS/cm	0,318	No Salino
C.I.C	cmol/kg	17,52	Bajo

Fuente: Análisis de suelos Laboratorio Agrocalidad, 2016

En la Tabla 11 se observa las propiedades químicas del suelo antes del cultivo de cebada, correspondiendo a un pH ligeramente ácido, que según Garófalo, Falconí, Llangari, y Espinoza (citados por Lema, Basantes y Pantoja, 2017) es considerado un pH óptimo para el crecimiento y desarrollo de la cebada. El contenido de materia orgánica (M.O.) promedio es de 3,76 % ubicándose dentro del rango alto según los valores de Agrocalidad, y dentro de los valores de la UNL (2,1 – 4,2) y del INIAP (1,724 – 4,31), el porcentaje de M.O. se encuentra en un rango medio (Trujillo, 2017), que puede ser producto de la intensificación de la actividad agrícola y la falta de rotación con pasturas, lo que trae como resultado la degradación paulatina del suelo (Rosas, Echeverría, Angelini, 2011). Por otra parte, el nivel de M.O es un componente esencial de un suelo sano; la pérdida de esta reduce la capacidad de infiltración del agua, lo que aumenta la escorrentía y la erosión y da lugar a suelos degradados (Comunidades Europeas, 2009). Los valores de conductividad indican que son suelos sin problemas de salinidad con un valor de 0,318 dS/m., por lo que se puede cultivar cualquier especie vegetal en el sentido de esta variable según Bono, Quiroga, Azcarate y Kloster (2012). La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es baja (17,52 cmol/kg), debido a que es un suelo franco con un 40% de arena, que refleja baja capacidad del suelo para retener y liberar elementos (Agrolab, 2005).

Tabla 12. Condiciones de las propiedades químicas del suelo inicial (macronutrientes)

Propiedades químicas			
Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg)			
Parámetro	Unidad	Resultado	Rango de interpretación de AGROCALIDAD
Analizado			
N	%	0,19	Medio
P	ppm	143,1	Alto
K	cmol/kg	0,99	Alto
Ca	cmol/kg	8,30	Alto
Mg	cmol/kg	1,54	Alto

Fuente: Análisis de suelos Laboratorio Agrocalidad, 2016

El contenido de nitrógeno (N) en el suelo, antes del cultivo, indica una deficiencia de acuerdo al promedio de 0,19 % que corresponde al rango medio, en comparación con el fósforo, potasio, calcio, magnesio que tienen un rango disponible alto, siendo los principales requerimientos nutricionales del cultivo de cebada el N, P, K de acuerdo con (Falconi, Garófalo y Espinoza, 2016). El valor de N medio puede ser producto del bajo contenido de materia orgánica, también influye la acidez de los suelos en donde los niveles tóxicos de aluminio o manganeso, restringen la descomposición microbiológica de la materia orgánica (Schwartz, Gálvez y Salcedo, 2003). La deficiencia en nitrógeno puede traer como consecuencia que las plantas se vuelven altas y débiles, raquílicas y pálidas convirtiéndose en el nutriente que limita el crecimiento de las plantas, y, por consiguiente, limita la productividad de los cultivos (Morón, Martino y Sawchik, 2007).

Tabla 13. Condiciones de las propiedades químicas del suelo inicial (micronutrientes)

Propiedades químicas			
Micronutrientes (Fe-Mn-Cu-Zn)			
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Rango de interpretación de AGROCALIDAD
Fe	%	873,2	Alto
Mn	ppm	39,07	Alto
Cu	ppm	10,03	Alto
Zn	ppm	5,86	Medio

Fuente: Análisis de suelos Laboratorio Agrocalidad, 2016

El contenido de zinc (Zn) en el suelo indica un valor de 5,86 ppm correspondiente al rango medio, que puede ser producto al 40% de arena presente en el suelo, ya que el Zn se encuentra en bajas cantidades en suelos arenosos o de baja M.O (Debouvry y Bongiovanni, 2009), también ocurre en suelos con un pH alto, o en suelos ácidos que han recibido altas cantidades de cal y/o fósforo (Schwartz, Gálvez y Salcedo, 2003). Los síntomas de deficiencia de zinc comienzan como un amarillamiento intervenal de las hojas más jóvenes y de las más viejas, que posteriormente pueden llegar a convertirse en manchas necróticas, en el trigo maíz, cebada y sorgo se presentan puntos amarillos, que posteriormente se transforman en nervaduras de coloración rojiza (Roca, Pazos y Bech, 2007).

➤ **Calicata**

Se describieron cuatro horizontes con una profundidad promedio de 35 cm. Su textura se consideró franca, su estructura granular y laminar, de partículas predominantes pequeñas, fuertes, de consistencia fina en suelo húmedo, con una resistencia al crecimiento de raíces generalmente baja. El suelo presenta una cantidad de poros medianamente baja, irregulares pequeños, raíces finas, con baja presencia de piedras en su mayoría pequeñas con límites horizontales de nitidez clara (Tabla 14).

Tabla 14. Descripción de las propiedades físicas del perfil del suelo

Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Textura	Estructura			Consistencia	Resistencia de crecimiento de raíces	Poros			Raíces		Piedra- Roca			Limite	
				Tipo	Tamaño	Grado	Húmedo		Tamaño	Forma	Cant.	Tamaño	Cant.	Tamaño	Cant.	Forma	Nitidez	
1	0-23	P	F	gr	Pq	Ft	s	A	T	ir	a	fs	a	Pq	b	-	-	
2	23-57	pc	FArC	gr	Pq	Ft	f	M	Md	ir	m	fs	m	Md	b	h	Cl	
3	57-91	P	FArC	lam	Gr	Ft	f	B	Pq	T	b	-	-	Pq	b	h	Df	
4	91-140	C	FArN	T	pq	Db	mf	B	Pq	ir	b	-	-	Pq	b	h	Cl	

COLOR: pardo (p), pardo claro (pc), café (c); **TEXTURA:** franco (F), franco arcilloso (FArL), franco arenoso (FArN), arenoso (A). **ESTRUCTURA:** tipo: granular (gr), laminar (lam), todos (T); tamaño: pequeño (pq), mediano (md), grande (gr), todos (T) grado: fuerte (ft), medio (md), débil (db) **CONSISTENCIA:** húmedo: Suave (s), muy firme (mf), firme (f), **RESISTENCIA Y CANTIDAD:** alta (a), media (m), baja (b); **POROS:** forma: irregular (ir), regular (rg), todos (T); **POROS:** tamaño: finos (fs), gruesos (g), todos (T); **LÍMITES:** forma: horizontal (h), ondulado (o); nitidez: calara (cl), difusa (df).

Modificado de: Pantoja, 2016

Los resultados del análisis del suelo y de la calicata sirvieron para describir 29 propiedades de la Tabla de Valoración del Suelo (Anexo 3), de las cuales 15 se les dio un valor de (3,0 – 4,0) que corresponde a la categoría de suelo saludable con un porcentaje del 52% de las propiedades evaluadas, 10 de las propiedades se les dio un valor de (1,5 – 2,5), ubicándose en la categoría de suelo deteriorado con un porcentaje del 34% y cuatro de las propiedades se les asignó un valor inferior a 1, pertenecieron a la categoría de suelo desgastado con un porcentaje del 14%, es decir, el 48% de las propiedades evaluadas correspondiendo a suelos desgastado y deteriorados (Tabla 15).

Tabla 15. Valoración de la Calidad del Suelo del sitio de la investigación

Categoría	Cantidad	Porcentaje
Suelo saludable (3,0 – 4,0)	15	52%
Suelo deteriorado (1,5 – 2,5)	10	34%
Suelo desgastado (0,0 – 1,0)	4	14%
Total	29	100%

El porcentaje de la categoría del Suelo saludable (52%) se lo relacionó con la Tabla 16, encontrándose en el rango de 51% – 69%, que corresponde a suelos de calidad moderada y degradación media, lo que provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad para sostener una agricultura productiva (Prada y Da Veiga, 2009).

Tabla 16. Rangos de la calidad del suelo por categoría

Categoría	Rango de calidad del suelo
Suelo de calidad alta (Degradación baja)	>70%
Suelo de calidad moderada (Degradación media)	51% – 69%
Suelo de calidad baja (Degradación alta)	< 50%

4.2. Acción de los abonos orgánicos en el mejoramiento de la calidad física y química de los suelos

➤ Contenido nutricional de los abonos orgánicos (humus, compost y bocashi)

En el Laboratorio de Agrocalidad y Labonort, se realizó un análisis de carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno total, pH, conductividad eléctrica, macro y micronutrientes a las muestras de cada uno de los abonos. Esta información ayudó a determinar las condiciones físicas y químicas iniciales de los abonos orgánicos (humus de lombriz, compost y bocashi) antes de la aplicación en el suelo donde se realizó el ensayo, en la Asociación Plaza Pallares, comunidad Ugsha.

- Potencial Hidrógeno (pH)

El pH en los dos abonos orgánicos humus y compost resultó ser ligeramente alcalino. Lo cual tiene relación principalmente con alto grado de saturación de bases, la presencia de sales como el Ca, Na, Mg, en forma de carbonatos da también preponderancia a los iones OH en la solución (FAO, 2013). El bocashi se encontró dentro de un límite alcalino lo cual explica por la liberación de CO₂, la aireación de la biomasa y la producción de amoníaco de la degradación de las proteínas (Bárbaro, Karlanian y Mata, 2014).

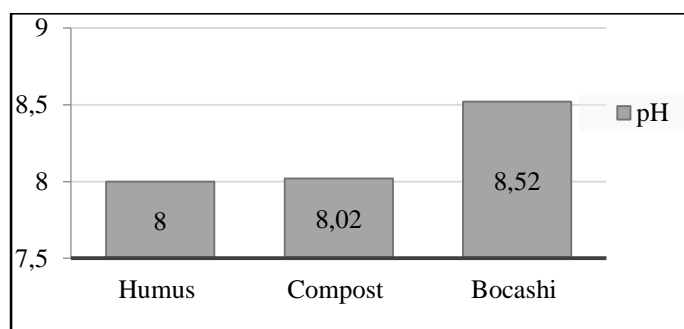


Figura 14. Potencial Hidrógeno (pH) del humus compost y bocashi

- Conductividad Eléctrica (CE)

Los valores de CE en los dos abonos humus y bocashi se encontraron dentro del límite no salino según Moreno y Moral (2008), no repercute sobre la germinación de semillas y en el desarrollo general del cultivo de cebada, dependiendo de la tolerancia del cultivo y del tipo de suelo a ser fertilizado. A diferencia del compost; que es ligeramente salino, esta variación se debió al incremento de la porosidad, la permeabilidad y la capacidad de

retención de humedad en el suelo-planta. Posiblemente esto afecte cada aspecto de la fisiología de la planta y su metabolismo. Una elevada concentración de sales causa una inestabilidad iónica y un estrés osmótico señala Alcatraz (2012).

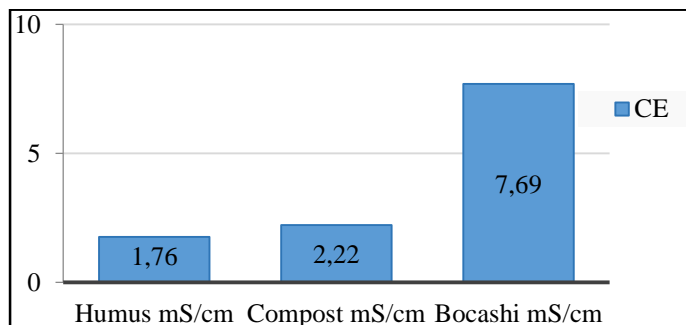


Figura 15. Conductividad eléctrica del humus, compost y bocashi

- Materia orgánica

El valor de la materia orgánica para el humus fue de 15,56 % que es el valor más alto en comparación con el resto de abonos orgánicos. En segundo lugar se ubicó el compost, que registró 12,06 % y el bocashi con 7,69 % (Fig. 16). Estas cantidades son importantes ya 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 (Varnero, 2007).

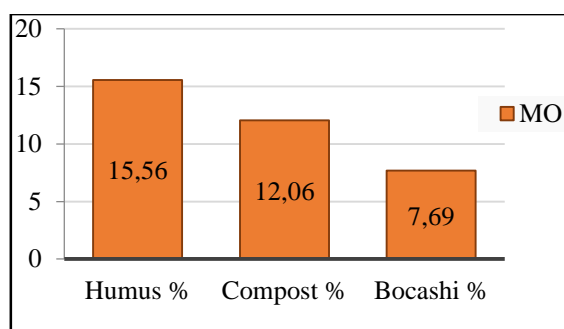


Figura 16. Comparación del contenido de materia orgánica para humus de lombriz, compost y bocashi.

- Macronutrientes

El nitrógeno en el suelo favorece al crecimiento de las plantas, ya que este elemento es un componente básico de las proteínas, ácidos nucleicos y clorofilas de acuerdo a García y Martínez (2009). El valor de este nutriente para el bocashi fue de 49,69 ppm. Este valor es más alto si se compara con los contenidos de nitrógeno en el humus de lombriz (40,43 ppm) y el

compost (31,18 ppm) que contiene el menor contenido de nitrógeno. Posiblemente la deficiencia de nitrógeno retarda el crecimiento de las plantas, ya que hay una menor asimilación y síntesis de productos orgánicos que el crecimiento de la planta sea más lento si el sustrato no cuenta con aportes de fuentes nitrogenadas FAO (2002).

El fósforo fue menor para el compost, con 181,22 ppm, valor más bajo en comparación que los otros dos abonos: humus de lombriz con 228,93 ppm y bocashi con 342,00 ppm. Sin embargo el contenido de P en los tres abonos se ubicó dentro del rango alto (Fig. 17). Estos valores de fósforo alto en los tres tipos de abono en estudio indican que al agregarlos en el suelo se convierten en una importante fuente de fosforo que ayuda a la formación de yemas, favorece el desarrollo de raíces y también en la maduración de los granos de la cebada (Basantes, 2010).

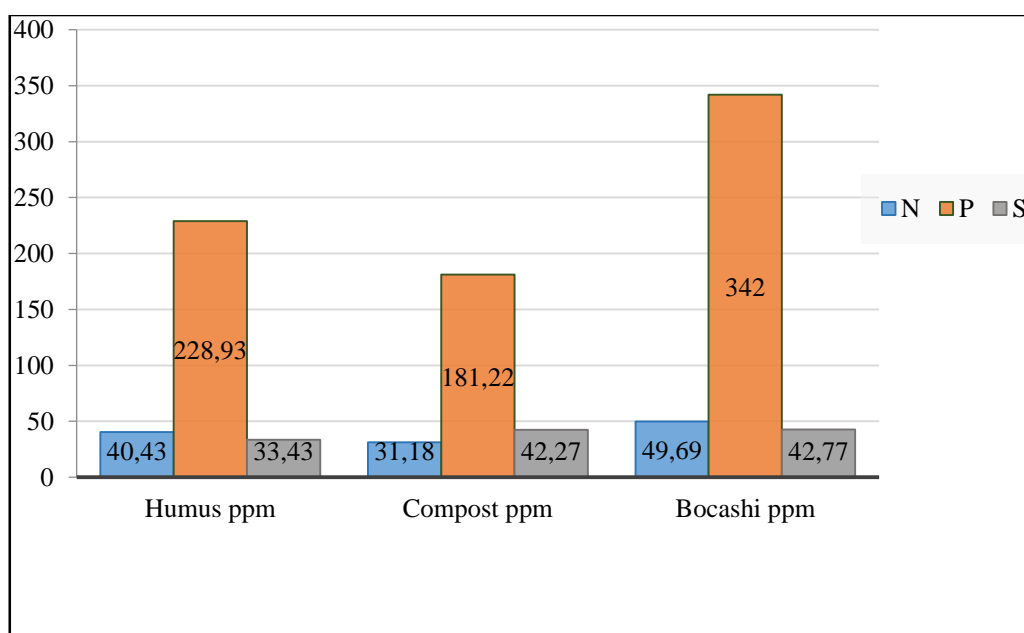


Figura 17. Contenido de Nitrógeno, Fósforo y azufre en cada uno de los abonos

El contenido de potasio resultó ser mayor en el bocashi con 8,82 meq/100ml, seguido del humus de lombriz, con 8,28 meq/100ml, debido a que los elementos que se usaron para la elaboración del bocashi como la cascarilla de arroz, melaza y ecogallinaza aportaron mayor cantidad de K (Gómez y Vázquez, 2011), siendo el K un elemento que acentúa el vigor de las plantas, así lo asegura Padilla (2002), además aporta resistencia a las enfermedades y da fuerza al tallo. Con menor contenido de potasio en comparación a los otros dos abonos el compost con 6,24 meq/100ml según Viteri, León y Mejía (2004) puede darse por la acción que cumplió este elemento en el cultivo de los abonos orgánicos, promoviendo la rápida circulación de los

productos de fotosíntesis dentro de la planta, permitiendo el almacenamiento de glucosa, oxígeno y energía que estimula la cantidad y extensión de la ramificación radicular.

Viteri, León y Mejía (2004) señalan que 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 el compost fue de 18,24 meq/100ml que es el segundo valor más alto en comparación con el resto de abonos orgánicos, seguido por el bocashi con 17,63 meq/100ml, mientras que el humus ocupa el valor más alto con 20,04 meq/100ml. Munevar (2004) detalla, que se debe tener muy en cuenta los valores mostrados en los porcentajes de saturación, ya que, de estos depende el equilibrio en la disponibilidad de las bases para la planta, debido a que un exceso de saturación de una de las bases produce deficiencia de las demás.

El Magnesio es esencial en la generación de clorofila y procesos enzimáticos, además ayuda a la formación de aceites, grasas, sin las cuales la planta no puede formar azúcares (Viteri, León y Mejía, 2004). El valor de este importante nutriente para el humus de lombriz, fue de 9,48 meq/100ml que es el valor más alto en comparación con el resto de abonos orgánicos, seguido por el compost con 5,52 meq/100ml, y el bocashi con 4,59 meq/100ml (Fig. 18). Posiblemente el alto contenido de magnesio favorece el transporte y acumulación de azúcares en los órganos de reserva y el del fósforo hacia el grano. Sin embargo, Castillo y Chiluisa (2010) señalan que una proporción excesiva de Mg en los sitios de intercambio puede provocar la degradación de la condición física del suelo, debido a que los cationes de Mg tienen un radio de hidratación más grande que el del Ca.

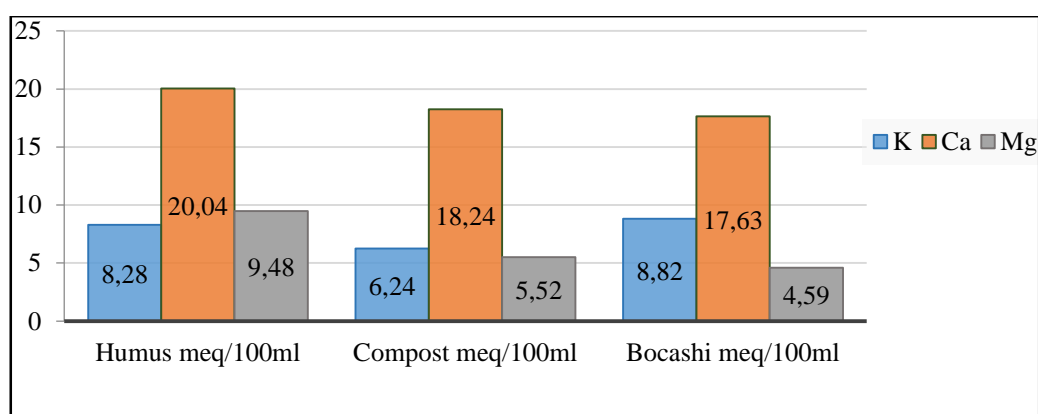


Figura 18. Contenido de potasio, calcio y magnesio en cada uno de los abonos.

- **Micronutrientes**

El contenido de zinc en el compost indicó una deficiencia de acuerdo al promedio de 4,6 ppm correspondiente al rango medio, en comparación con el humus de lombriz (17,08 ppm) y bocashi (31,14 ppm) que tiene un rango disponible alto. Kirkby y Römheld (2008) explican que el contenido de zinc es muy importante en la permeabilidad de las membranas celulares ya que evita la liberación excesiva de carbohidratos y aminoácidos, también, combaten agentes patógenos e insectos tanto hacia las raíces y nuevos brotes.

El contenido de cobre en los abonos indicó una deficiencia en el humus de lombriz (0,17 ppm) y compost (0,32 ppm), como consecuencia de los menores contenidos de plastocianina, una proteína que contiene Cu haciendo que se disminuya el porcentaje de fijación de CO₂ según López, Díaz, Martínez y Valdéz (2001). Una deficiencia moderada de cobre en el cultivo de cebada puede provocar que la espiga no se forme, además de alteraciones graves al ápice de las hojas asumiendo un aspecto clorótico, encontrando hojas enrolladas y una escasa amplitud de la lámina, así lo señalan Silva y Hernández (2011), en comparación con el bocashi (14,59 ppm) que tiene un rango disponible alto debido a que esta variación desempeña un papel fundamental en procesos tales como la fotosíntesis, respiración, desintoxicación de radicales superóxido y lignificación (Kyrby y Römheld, 2008).

El contenido de hierro para el compost, fue de 100,17 ppm que es el valor más bajo, esto puede provocar incapacidad de las hojas jóvenes para sintetizar clorofila, tornándose cloróticas como lo mencionan Kirkby y Römheld (2008) en comparación con los otros abonos orgánicos, humus de lombriz con 102,94 y el bocashi con el contenido más alto de hierro de 787,7 ppm (Fig. 19).

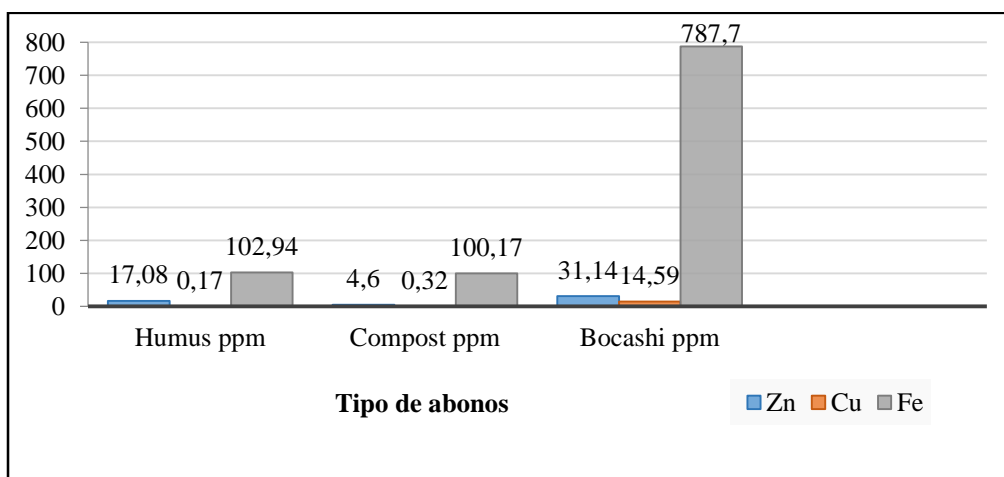


Figura 19. Comparación del contenido de zinc, cobre y hierro de los abonos orgánicos

El bajo contenido de boro en los tres abonos indica una deficiencia en el humus de lombriz (1,71 ppm), compost (1,34 ppm) y bocashi (14,59 ppm), los resultados fueron más bajos en relación con el contenido de manganeso en cada uno de los abonos. Probablemente la carencia de boro en el cultivo puede representar anomalías como floración profusa en el tallo principal y en las ramas y en ocasiones hinchamiento de los cojines florales, afectando la viabilidad del polen y la formación de las semillas y como consecuencia aparecen frutos partenocárpicos o distorsionados que presentan puntos necróticos (Zavala, 2008). Sin embargo el contenido de manganeso en el compost tiene un valor bajo de 31,6 ppm, el humus de lombriz tiene un promedio medio de 43,9 ppm y el bocashi en comparación con los dos abonos tiene un promedio alto de 71,56 ppm, respectivamente. (Fig. 20), debido a que es de gran importancia en el proceso fotosintético ya que es el principal responsable de la producción de oxígeno y fotólisis del H₂O (Rodríguez y Flores, 2004).

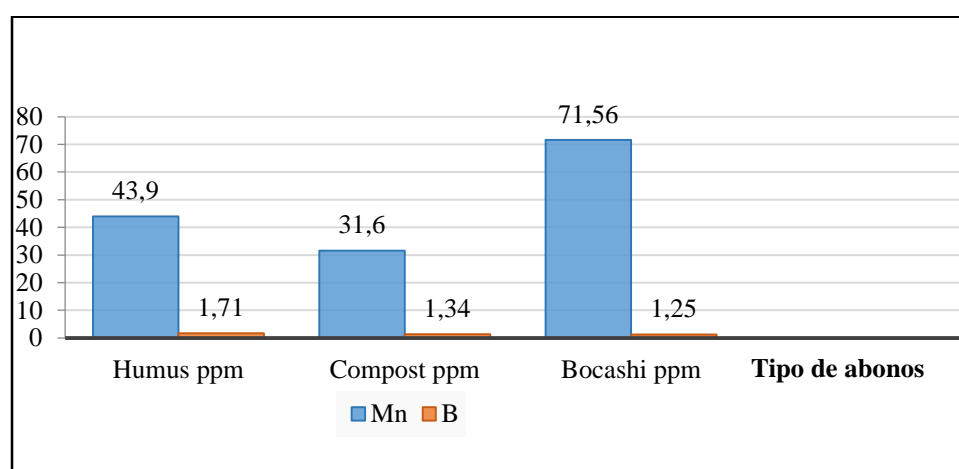


Figura 20. Comparación del contenido de manganeso y boro, en los tres tipos de abonos.

➤ **Comparación del estado inicial del suelo antes Vs. después de la incorporación de abonos orgánicos**

Se realizó una comparación de las características físico-químicas presentes en el análisis de suelo inicial con respecto a las del análisis del suelo después de la aplicación de los abonos orgánicos

- **Materia orgánica**

El porcentaje de materia orgánica en el suelo subió con los tres tipos de abonos incorporados en el ensayo, siendo el bocashi el que demostró mayor efectividad elevando el porcentaje de 3,76 a 4,66% (Fig.21). Los porcentajes de materia orgánica finales permitieron subir del rango medio al rango alto según los valores de la Universidad Nacional de Loja (4,3 – 6) y del INIAP (> 4, 31). Casos similares corroboran los resultados de la investigación, donde el nivel de materia orgánica incrementó como en El Palmar, Veracruz de 1,79% a 4,08%, en México con la rotación trigo-maíz de 1,41% a 2,59% (SAGARPA, 2009). Los resultados del aumento de MO favorecieron al incremento de la capacidad de retención de agua y la retención de los nutrientes del suelo disponibles para las plantas debido a su capacidad de intercambio de cationes (Peña y Méndez, 2015), a la vez, incidiendo sobre el crecimiento de la planta y la producción de los cultivos (Julca, Meneses, Blas y Bello, 2006).

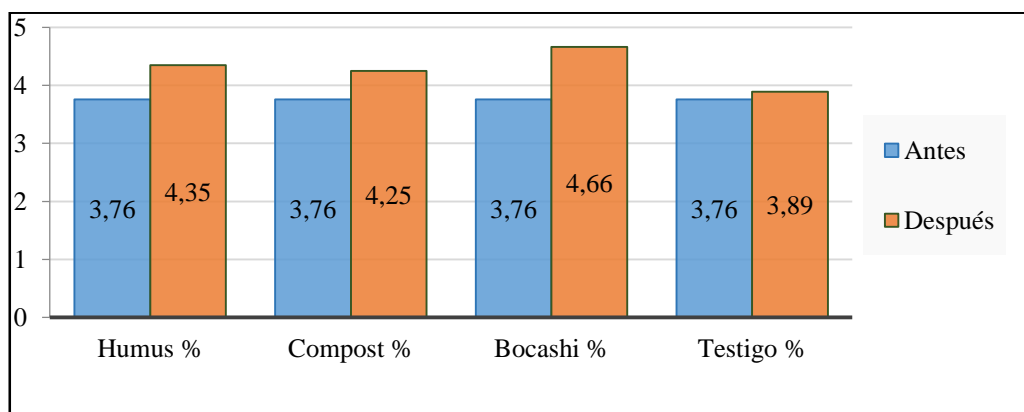


Figura 21. Comparación del contenido de MO antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos

- **Potencial de hidrógeno (pH)**

El pH del suelo inicial según los rangos de AGROCALIDAD pertenece a suelos ligeramente ácidos después de la aplicación de los abonos orgánicos el pH subió en todos los tratamientos (Fig. 22), siendo el más bajo el compost de 5,78 a 6,01 y el más alto el tratamiento del bocashi

de 5,78 a 6,13 acercándose a la neutralidad, ésta variación se debe principalmente al uso de la cascarilla de arroz en la elaboración del bocashi, el cual contribuyó a corregir la acidez del suelo (FAO y MAGSV, 2011). Se han presentado casos similares en México en investigaciones con el uso de abonos orgánicos, donde el pH ácido o neutro ha aumentado, con aplicaciones de porqueraza (pH 5,5 a 5,8), gallinaza (pH 4,8 a 5,1), composta, vermicomposta (pH 5,8 a 6) (SAGARPA, 2009).

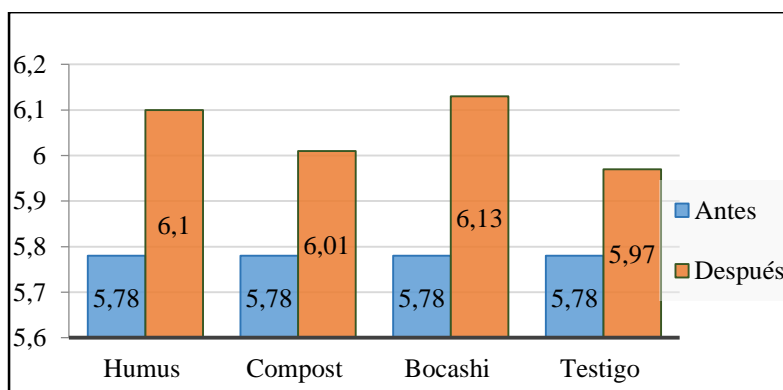


Figura 22. Comparación del pH antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos

- **Nitrógeno (N)**

La diferencia en cuanto a los niveles de nitrógeno en todos los tratamientos después de la incorporación de los abonos orgánicos fue mínima, siendo el bocashi quien demostró mayor efectividad aumentando un 0,04% de su valor inicial, y el de menor efectividad el compost aumentando un 0,02% (Fig. 23), manteniendo sus valores en el rango medio de AGROCALIDAD. Puede ser debido a la composición de los abonos orgánicos (Fig. 17), a pesar de lo expuesto hubo un incremento del porcentaje de N, que se lo atribuye al uso de abonos orgánicos derivado a la vez del aumento de materia orgánica (SAGARPA, 2009), así lo corroboran (Meléndez y Soto, 2005) quienes aseguran que generalmente más del 95% del N está en la materia orgánica.

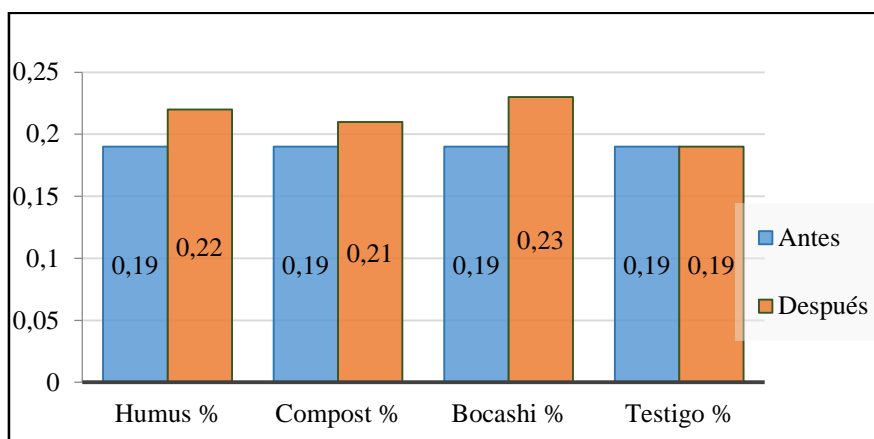


Figura 23. Comparación del contenido de N antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.

- Fósforo (P)

El nivel de fósforo subió en todos los tratamientos, siendo el tratamiento de mayor efectividad el bocashi, con una diferencia de 10,4 ppm después de la incorporación de los abonos orgánicos y del periodo de cultivo (Fig. 24), seguido por el compost y humus. Viteri, León y Mejía (2004) detallan que este incremento ayudaría a los cultivos siguientes cumpliendo funciones fotosintéticas, permitiendo el desarrollo de la raíz y la formación de la semilla, ayudando al cultivo a resistir bajas temperaturas y falta de humedad. La concentración de P en cuanto al tratamiento del testigo absoluto disminuyó, debido a las variaciones externas de pH y a condiciones muy secas en el suelo (Meléndez y Soto, 2005).

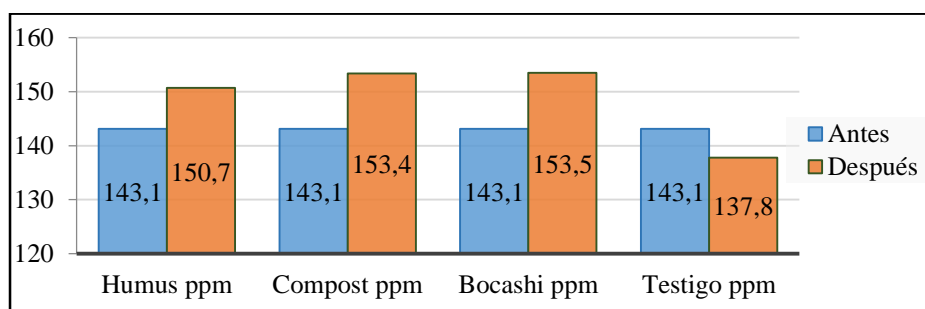


Figura 24. Contenido de P antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos

- Potasio (K)

Después de la incorporación de los abonos orgánicos los tratamientos que demostraron mayor efectividad al incrementar el nivel de potasio fueron el humus y el bocashi, donde sus valores iniciales fueron de 0,99 cmol/kg y pasaron a 1,12 cmol/kg, producto de los materiales que se

usaron en su elaboración; el tratamiento que más bajo fue el testigo (Fig. 25), un caso similar es el que sucedió en Italia, usando un abono orgánico como mulch en viñedos, donde se incrementó el contenido de MO, de P y del K en el suelo (Julca, Meneses, Blas y Bello, 2006).

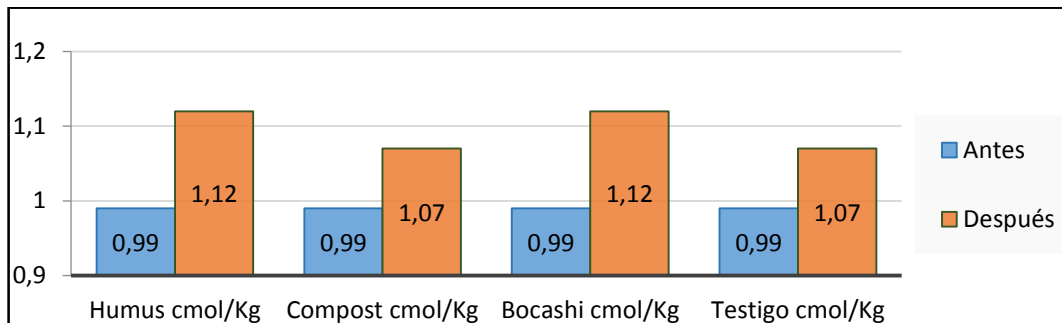


Figura 25. Contenido de K antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.

- **Calcio (Ca)**

El contenido de Calcio subió en todos los tratamientos después de la incorporación de los abonos orgánicos en el suelo (Fig. 26), encontrándose inicialmente en un rango alto según Agrocalidad, debido al elevado contenido de calcio de los abonos orgánicos (Fig. 18), beneficioso para ayudar a mantener un balance químico del suelo, reducir la salinidad del suelo y mejorar la penetración del agua, además de ser un elemento importante para el crecimiento y nutrición de las plantas (TETRA, 2004).

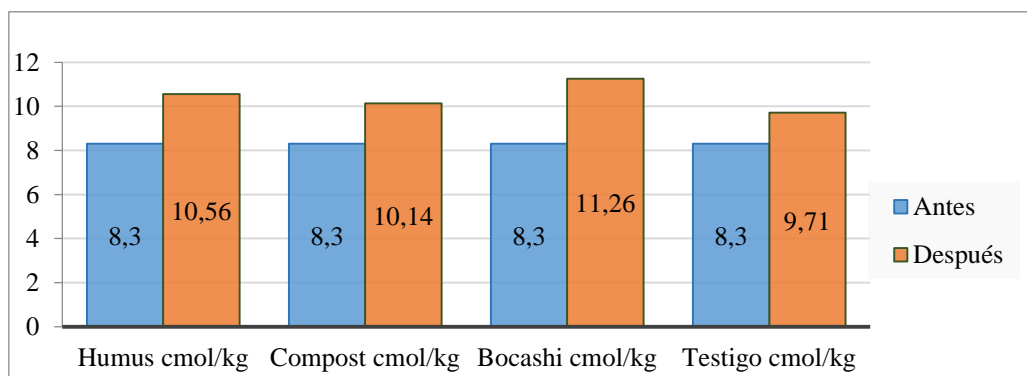


Figura 26. Contenido de calcio antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.

- **Magnesio (Mg)**

El contenido de magnesio subió en casi todos los tratamientos, encontrándose inicialmente en un rango alto de acuerdo a Agrocalidad. El tratamiento con valores más altos fue el humus, seguido del compost, bocashi y testigo (Fig. 27), debido al contenido nutricional de los abonos, donde el humus demostró la cantidad más alta de Mg, seguido por el compost y bocashi (Fig.

18). Esto podría deberse a la meteorización de varios minerales incluyendo la biotita, dolomita y serpentina, ya que los suelos poseen normalmente altos niveles de magnesio disponibles (Espíndola y Pugliese, 2015) lo que se relaciona con el pH determinado de los abonos.

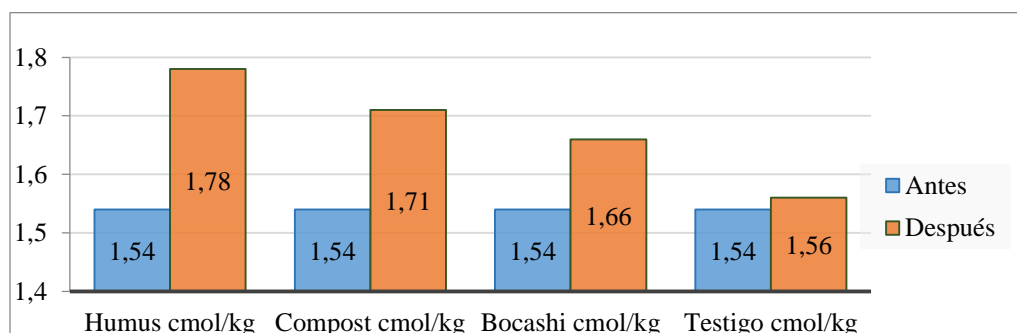


Figura 27. Contenido de Magnesio antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.

- **Manganeso (Mn)**

El contenido de Mn en todos los tratamientos es alto inicialmente de acuerdo a los rangos de Agrocalidad, sin embargo, después de incorporar los abonos orgánicos el Mn bajo en todos los tratamientos (Fig. 28), a pesar de eso los valores en todos los tratamientos se mantienen en un rango alto, puede ser producto de que el pH del suelo que tiende a ser ácido limita la disponibilidad de Mn indirectamente proporcional al pH, lo que representa un problema para los cultivos (Gómez y Sotés, 2014).

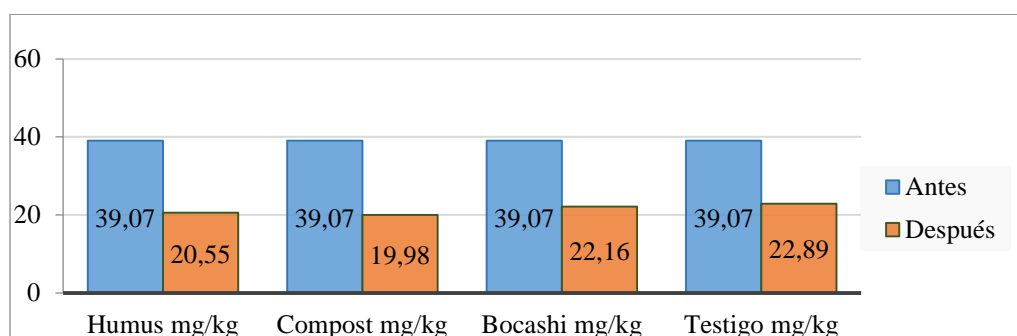


Figura 28. Contenido de Mn antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.

- **Cobre (Cu)**

El valor inicial de Cobre en el suelo corresponde a un rango alto de acuerdo a los rangos de Agrocalidad, después de la aplicación de los abonos orgánicos el valor de Cu bajó en todos los tratamientos (Fig. 29), lo cual es favorable, ya que evita un crecimiento radicular en los cultivos, producto de un efecto tóxico de cobre sobre las plantas, sin perjudicar a la división

celular en el ápice radicular, a la elongación radicular y a la organización del sistema radicular en general (Corrales, 2011).

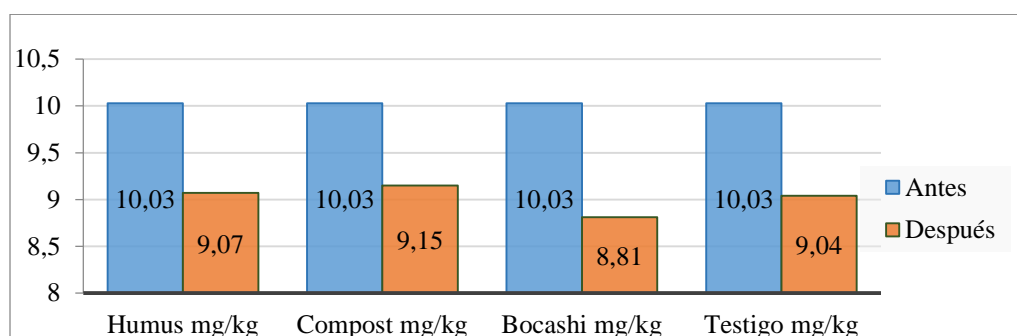


Figura 29. Contenido de Cu antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.

- Zinc (Zn)

El contenido de Zinc inicial en el suelo era medio según los rangos de Agrocalidad, después de la aplicación de los abonos orgánicos, los valores de Zn subieron en el tratamiento de humus, y el tratamiento de bocashi seguido por el tratamiento de compost, encontrándose en un rango alto, a diferencia del tratamiento testigo que permaneció en un rango medio (Fig. 30). Este resultado podría deberse a que la disponibilidad de zinc es fuertemente influenciado por el pH y su contenido total en el suelo, la cantidad de zinc es directamente proporcional al pH (FONCODES, y PACC-PERÚ, 2014) considerando que en los tratamientos donde se aplicó abono orgánico el pH subió, por lo tanto el Zn también lo hizo, resultado beneficioso, pues éste elemento mejora la productividad de los cultivos, ya que se aprovechan mejor elementos esenciales como el N y P (Mount, 2005).

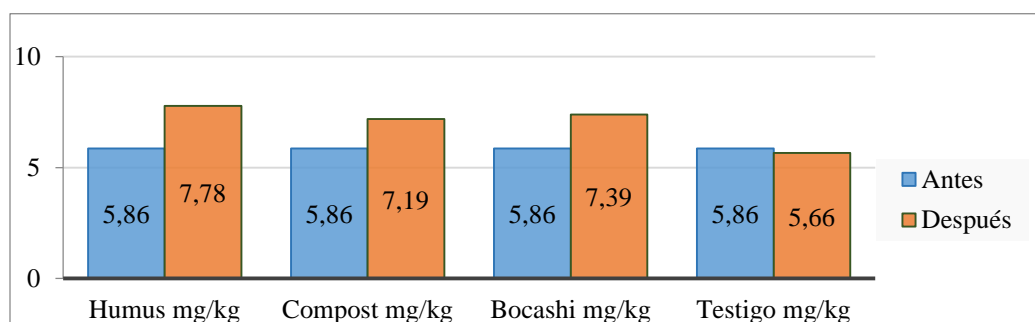


Figura 30. Contenido de Zn antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.

Densidad aparente (da)

El valor de densidad aparente inicial en el suelo disminuyó con la aplicación de los abonos (Fig. 31), que pudo ser producto de las altas cantidades de materia orgánica con la incorporación de los abonos, es decir, un suelo con densidad baja, es saludable ya que no posee problemas de compactación, facilitando el aumento de la porosidad y la capacidad de retención de agua (Salamanca y Sadeghian, 2005; Enriquez, Hernandez y Vázquez, 2003), a su vez favoreciendo a la germinación de las semillas y ayudando a la reducción física del crecimiento y desarrollo de las raíces (Sentis, 2012).

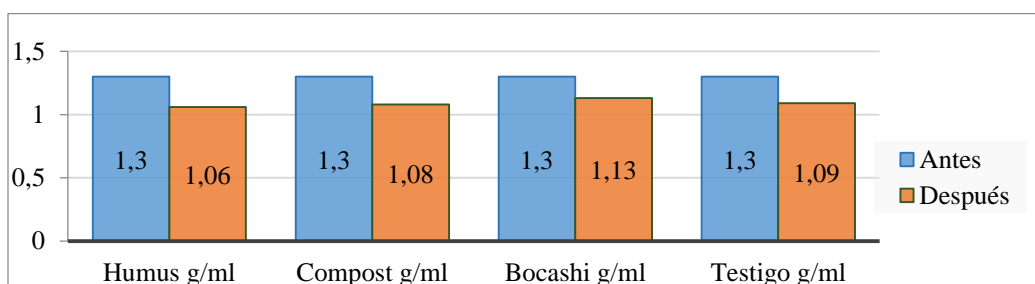


Figura 31. Densidad aparente antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.

- Conductividad eléctrica (CE)

El valor de la conductividad eléctrica inicial usando los abonos orgánicos en el suelo tuvo un descenso al final del proceso del cultivo de cebada en todos los tratamientos. Posiblemente esta variación se debe al incremento de la porosidad, la permeabilidad y la capacidad de retención de humedad (Alcatraz, 2012). Sin embargo, estos suelos se encuentran dentro del límite no salino, es decir son suelos sin problemas de sales (Fig. 32), lo cual no es causa de inconvenientes, sino que se recomienda que la CE sea baja, en lo posible menor a 1dS/m, ya que facilita el manejo de la fertilización y se evitan problemas por fitotoxicidad en el cultivo (Barbaro, Karlanina y Mata, 2014).

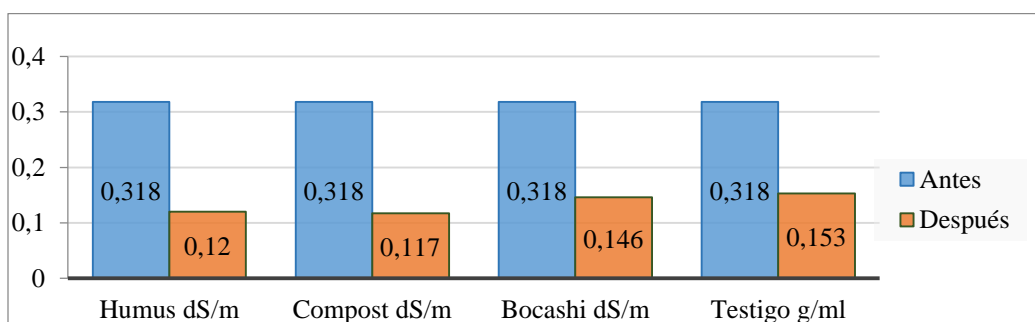


Figura 32. Conductividad eléctrica antes y después de la incorporación de los abonos orgánicos.

4.3. Efecto de cada uno de los abonos orgánicos en el rendimiento productivo de cebada.

Se determinó el rendimiento productivo y la biomasa después de realizar el ADEVA en los dos casos.

➤ Rendimiento Productivo

Los datos obtenidos después de la cosecha se representan en kg/ ha en la Tabla 17, realizando diversas operaciones para obtener los siguientes resultados en la presente investigación:

Tabla 17. Productividad de los tratamientos en cada una de sus repeticiones y sus medias.

TRATAMIENTOS	To	T1	T2	T3	Σ repet	prom de repet
	kg/ha					
REP1	3 500	6500	5000	6083,3	17583,3	5861,1
REP2	3750	5416,7	5916,7	5750	20833,4	5208,35
REP3	4166,7	5000	6250	5333,3	20750	5187,5
REP4	2916,7	4583,3	5500	6250	19250	4812,5
Σ trat	10833,4	21500	22666,7	23416,6	78416,7	
prom de trat	3611,1	5375	5666,7	5854,2		5267,36

Tabla 18. Análisis de Varianza del rendimiento productivo de la cebada.

fdv	ADEVA			Fcal	Ftab		
	GL	SC	CM		5%	1,00%	
TOTAL	15	40100094,80					
TRATAMIENTOS	3	26108572,57	8702857,52	6,40	3,86	6,99	*
REPETICION	3	1758321,18	586107,06	0,43	3,86	6,99	ns
ERROR MEDIO	9	12233201,05	1359244,56				

* significativo al 1%

ns no significativo

CV= 22,1%

X= 5267,36 kg/ha

En el análisis de varianza Tabla 18, se observó que existe significancia al 1% para tratamientos; y, ninguna significancia para repeticiones.

El coeficiente de variación de 22,1% y la media de 5267,36 kg/ha respectivamente.

Tabla 19. Prueba de Duncan al 5%, para tratamientos. Tratamientos (rendimiento productivo)

	MEDIAS	RANGO
T3	5854,2	A
T2	5666,7	A
T1	5375,0	A
T0	3611,1	B

Al aplicar la prueba de Duncan al 5% para tratamientos tabla 19, se determinó dos rangos, siendo el tratamiento que ocupa el último rango el que tiene el menor rendimiento productivo, es el caso del testigo (T0), donde no se implementó ningún abono orgánico en comparación con los demás tratamientos que tienen mayor rendimiento productivo y por lo tanto diferente rango al T0, lo que concuerda con lo que afirma Santos, A. (2005), que el uso de abonos orgánicos contribuye a mantener y mejorar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo y obtener mayores rendimientos productivos en el cultivo de las cosechas y es la mejor opción para la sostenibilidad del recurso suelo.

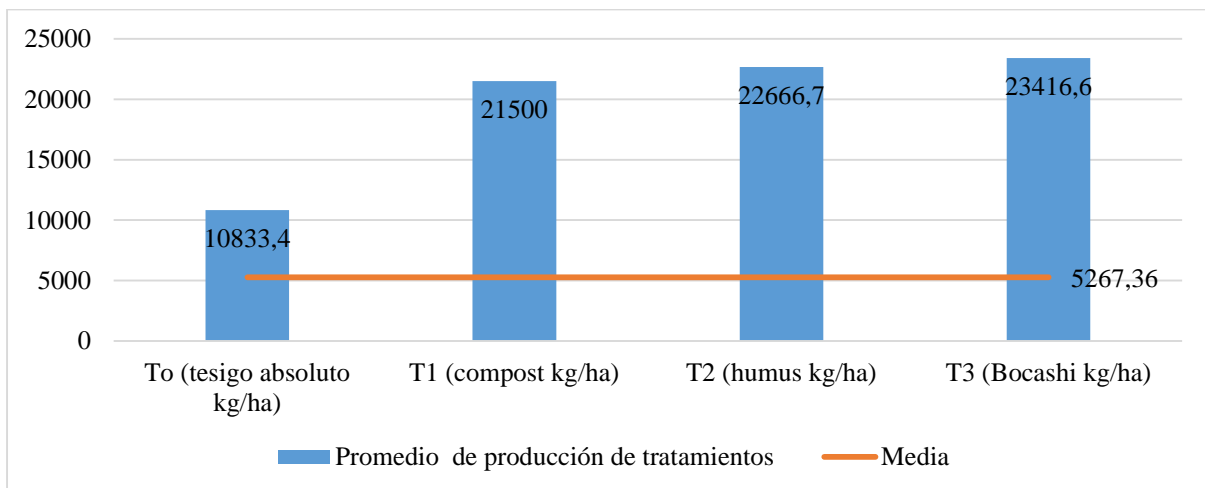


Figura 33. Promedio de productividad de los tratamientos kg/ha

En la Fig. 33, se observó que los tratamientos T3 (bocashi), T2 (humus) y T1 (compost) se encuentran sobre la media general de producción 5267,36 kg/ha, a diferencia del T0 (testigo absoluto) que se encuentra por debajo de la misma, indicando que los tratamientos más efectivos en cuanto al rendimiento productivo son aquellos en los cuales se usaron abonos orgánicos, destacándose el T3 (Bocashi) es el tratamiento con mayor rendimiento productivo. Casos similares se presentaron en otras investigaciones, como en la investigación sobre el Bocashi, como una alternativa para la nutrición de la habichuela en huertos populares en el Municipio de Cruces perteneciente a Cuba realizada por Rodríguez, Soto, Parets y Alemán

(2005), donde se hizo una comparación del bocashi con el compost y un testigo el resultado fue que la aplicación del bocashi fue más eficiente en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la habichuela. Así también en la investigación realizada por Quevedo y Rodríguez (2002) en relación con la producción y el empleo de Bocashi, señalan un incremento en los rendimientos en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*), así como mejoras del tamaño de los frutos cosechados.

➤ Biomasa

Los datos obtenidos después de la cosecha fueron representados en kg/ ha en la Tabla 20, realizando diversas operaciones para obtener los siguientes resultados:

Tabla 20. Productividad de los tratamientos en cada una de sus repeticiones y sus medias.

TRATAMIENTOS	To	T1	T2	T3	Σ repet	prom de repet
	kg/ha					
REP1	16000	20000	30000	31800	97800	24450,00
REP2	24000	35400	27200	50000	136600	34150,00
REP3	27200	31800	49200	30000	138200	34550
REP4	13600	37800	45400	44000	140800	35200,00
Σ trat	80800	125000	151800	155800	513400	
prom de trat	20200,00	31250,00	37950,00	38950,00		32087,50

Tabla 21. Análisis de Varianza de la biomasa de la cebada.

fdv	ADEVA			Ftab			
	GL	SC	CM	Fcal	5%	1,00%	
TOTAL	15	1845197500,00					
TRATAMIENTOS	3	893907500,00	297969166,67	4,20	3,86	6,99	*
REPETICION	3	313347500,00	104449166,67	1,47	3,86	6,99	ns
ERROR MEDIO	9	637942500,00	70882500,00				

* significativo al 1%

ns no significativo

CV= 26,2%

X= 32087,50 kg/ha

En el análisis de varianza Tabla 21, se observó que existe significancia al 1% para tratamientos de la biomasa; y, ninguna significancia para repeticiones.

El coeficiente de variación y la media fueron; 26,2% y 32087,50 kg/ha respectivamente.

Tabla 22. Prueba de Duncan al 5%, para tratamientos. Tratamientos (biomasa)

	MEDIAS	RANGO
T3	38950	A
T2	37950	A
T1	31250	A
T0	20200	B

Al aplicar la prueba de Duncan al 5% para tratamientos tabla 22, se determinó dos rangos, siendo el tratamiento testigo (T0) el que ocupó el último rango por ser el de menor biomasa en comparación con las demás de los tratamientos. La varianza se puede atribuir a que cada tratamiento actúa en forma distinta debido a que no todos los abonos poseen los mismos porcentajes de nitrógeno, elemento que interviene directamente en el desarrollo vegetativo del cultivo. Como lo afirma Díaz, citado por Vargas y Pinto (2003), expresando que con la aplicación de N se incrementa la producción de biomasa y el rendimiento.

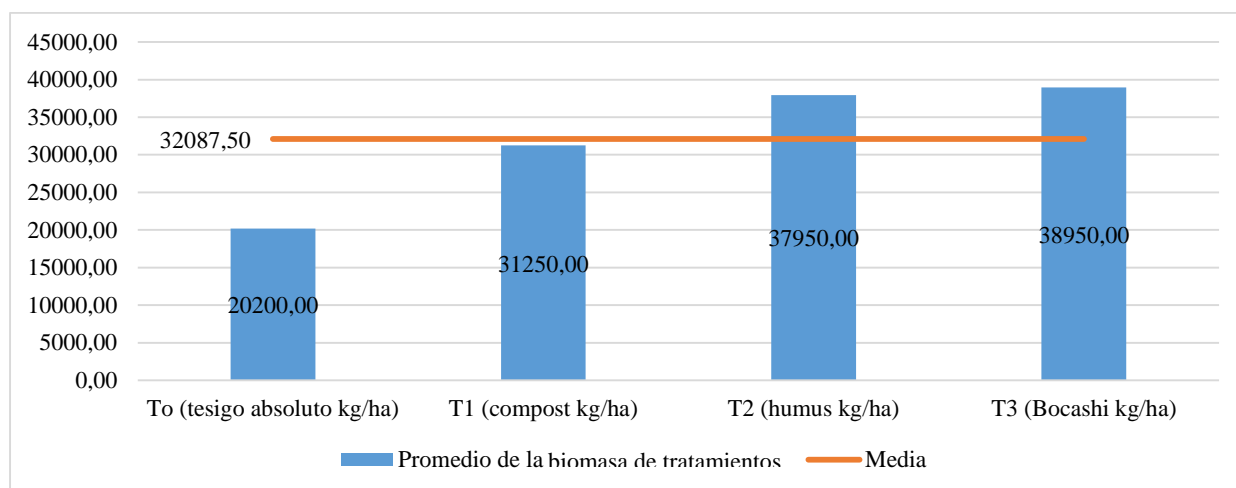


Figura 34. Promedio de la biomasa de los tratamientos kg/ha

En la Fig. 34, se observó que los tratamientos T3 (bocashi), T2 (humus) se encuentran sobre la media general de producción 32087,50 kg/ha, a diferencia del T0 (testigo absoluto) y del T1 (compost) que se encuentra por debajo de la misma, indicando que los tratamientos más efectivos son el T2 (humus) y T3 (bocashi), destacándose éste último por sobre los demás tratamientos con mayor biomasa, lo que concuerda con lo expresado por Martínez Romero, Anirebis, y Leyva (2014) que aseguran que la cantidad de biomasa se encuentra estrechamente relacionada con los agroecosistemas más productivos, en su estudio “La biomasa de los cultivos en el ecosistema. Sus beneficios agroecológicos”, pues el Bocashi fue el tratamiento más eficiente en cuanto a su producción (Fig. 33) y por lo tanto tuvo mayor cantidad de biomasa (Fig. 34).

4.4. Percepciones de los miembros de la asociación respecto a los tratamientos implementados para el mejoramiento de suelos.

La socialización se realizó a todos los miembros de la Asociación Agrícola Plaza Pallares, mediante una exposición y un video donde se indicó la elaboración de los abonos orgánicos con materia prima recolectada en la localidad que se encuentra a libre disposición, además también se mostró la aplicación de dichos abonos en el suelo a cultivar y los resultados de la investigación. Después de la capacitación se realizó una entrevista a la Directiva de la Asociación (Presidente: Sra. Rebeca Preugachi; Vicepresidente: Sr. Oswaldo Yáñez; Secretaria: Sra. Hilda Sosapanta; Tesorero: Sr. Amadeo Perachimba y Vocal: Sr. José Perugachi) donde se entregó tres trípticos encontrándose en el anexo 8 sobre el proceso de elaboración de cada uno de los abonos (compost, humus de lombriz y bocashi), mismos que se explicaron en lenguaje claro y sencillo para su comprensión, permitiéndoles aprender sobre la importancia del uso de abonos orgánicos, la diferencia del humus, compost y bocashi, además de conocer sobre el proyecto de investigación desarrollado.

Este tipo de metodología permitió conocer y valorar los diversos criterios acerca de los resultados de este proyecto de investigación, en donde se reflejó que el 100% de los entrevistados creen que es importante el uso de abonos orgánicos para mejorar la fertilidad del suelo, por ejemplo la Sra. Rebeca Perugachi, presidenta de la Asociación, manifestó que ha percibido que con el uso de los fertilizantes químicos a lo largo de los años, la producción ha disminuido y cada vez se tienen que aplicar fertilizantes más potentes, por lo que considera necesario alternar con abonos orgánicos, para que de ésta manera se devuelva paulatinamente la fertilidad al suelo de manera orgánica. Así como en México donde se realizó un estudio sobre abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz, pues se incrementó aproximadamente de 10% del contenido de humedad del suelo con el uso de abonos orgánicos, facilitando la disponibilidad de nutrientes para las plantas, es así que los abonos orgánicos (estiércoles, compostas y residuos de cosecha) se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, por lo tanto su fertilidad (Castellanos, 2005).

Por otra parte, el 80 % de los entrevistados (Fig. 35) mencionaron que sí han utilizado abonos orgánicos para realizar sus siembras, pues años atrás por parte de la Asociación Agrícola Plaza Pallares se realizaba la compra de humus de lombriz a la Hacienda de Zuleta, para abonar a

algunos cultivos, sin embargo, ya no lo hacen por economizar gastos. A pesar de lo mencionado los entrevistados manifestaron que en sus casas tratan de llevar una agricultura orgánica, pero de manera directa, por ejemplo el Sr. José Perugachi, vocal de la Asociación y encargado del invernadero mencionó que él realiza el abonado de sus cultivos colocando el estiércol animal directamente al cultivo reduciendo la cantidad de fertilizantes químicos, práctica tradicional de abono orgánico (Vásquez, 2008).

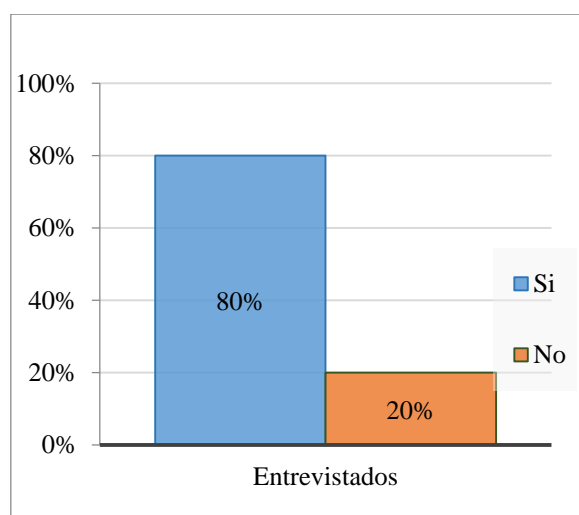


Figura 35. Uso de abonos orgánicos para realizar sus siembras

El 100% de los entrevistados coincidieron que de los tres abonos orgánicos elaborados en la presente investigación, el bocashi fue el más importante, debido a que fue el más sencillo, pues su tiempo de elaboración frente a los demás abonos es más corto (15 días), también fue el abono que mejor producción generó. Además, este abono orgánico (bocashi) favorece y actúa directamente sobre los procesos fisiológicos y químicos de las plantas aumentando la permeabilidad de las membranas celulares, elevando la actividad de los fenómenos sintetizantes, así como el contenido de clorofila y la intensidad de la respiración y en general activando de forma equilibrada el metabolismo de los vegetales y paralelamente el de los microorganismos (Restrepo, 2007).

Además también, todos los miembros de la directiva de la Asociación mencionaron que ahora con el conocimiento adquirido están dispuestos a elaborar cualquiera de los tres abonos orgánicos (Fig. 36), antes no los realizaban por falta de asesoría. A la vez, coincidieron con sus opiniones, pues el 80% mencionó que el bocashi sería el abono que podrían aplicar en sus cultivos por su eficiencia productiva, alternativa sostenible tradicional de tiempo corto, económico y menos contaminante al momento de su elaboración, aprovechando la materia

prima de los terrenos de la Asociación; el 20%, es decir, uno de los entrevistados, manifestó que los tres abonos orgánicos son eficientes, pero que el aplicaría el compost, pues los insumos que se necesitan para elaborar este abono, se los encuentra fácilmente a diferencia del bocashi donde algunos materiales se los tiene que comprar, como la melaza y la cal. Por otra parte, se podría usar otras opciones como lo afirma Gómez (2013) donde indica que para la elaboración del bocashi no existe una receta única y ésta se puede ajustar a las características propias de cada región.

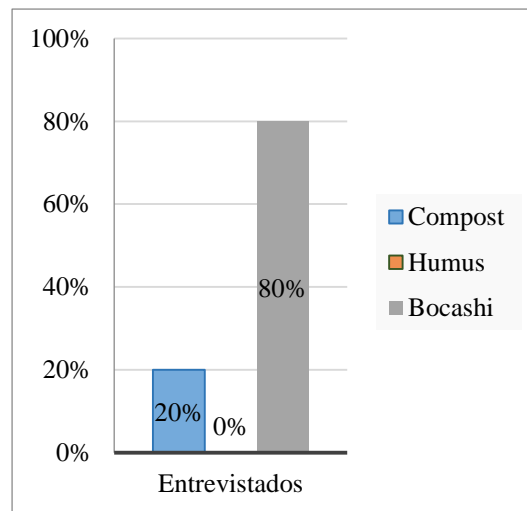


Figura 36. Preferencia sobre aplicación de abono orgánico

El 100% de los entrevistados coincidieron que las actividades que se realizaron en la investigación influyeron para mejorar el rendimiento del cultivo de cebada, de una manera orgánica no contaminante. Además también, mostraron interés por implementar y elaborar abonos orgánicos como alternativa para evitar la degradación del suelo y a su vez mejorar el rendimiento productivo en sus cosechas, así como en una comunidad de Tabasco, donde se observó un efecto positivo con la aplicación de los abonos orgánicos en la producción de chile habanero, observando mejores rendimientos de fruto con la aplicación de lombricomposta (López, Poot y Mijangos, 2012). La implementación de abonos orgánicos según Veliz (2014), es una opción de producción para las familias de escasos recursos que se encuentran dentro del corredor seco del país, debido a que diversifica la producción de los agricultores en sus terrenos y se convierte en una fuente de ingresos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- De acuerdo con la Tabla de Valoración de la Calidad del Suelo, de la Universidad de Wisconsin, que mide variables relacionadas con las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y calidad de los cultivos, se determinó que antes de instalar el cultivo el suelo tuvo una calidad inicial moderada (52%) y degradación media según el rango de 51% – 69% que es el que corresponde a esta calidad.
- Los abonos orgánicos compost, humus y bocashi probados en esta investigación aumentaron el contenido de materia orgánica en todos los casos, destacándose de entre ellos el bocashi; determinaron un incremento de macro y micronutrientes a excepción del Cu y Mn.
- La aplicación de compost, humus y bocashi incrementó la densidad aparente y redujo la conductividad eléctrica por lo que se mejoró la trabajabilidad del suelo al disminuir la compactación; asimismo, se disminuyó la concentración de sales lo cual repercutió en una mejor absorción de agua por parte de la planta.
- El efecto del bocashi, por sus ingredientes entre los más importante la Cal, ecogallinaza, melaza y cascarilla de arroz se manifestó en una incremento del pH del suelo que pasó de un valor de 5,78 a 6,13 acercándose hacia la neutralidad y con ello al mejor aprovechamiento de macronutrientes y micronutrientes; ello es particularmente favorable para el fósforo que tiene mayor disponibilidad hacia el pH neutro.
- La aplicación de los abonos orgánicos estudiados: compost, humus y bocashi incrementó la productividad del cultivo de cebada en todos los casos. El tratamiento de mayor productividad resultó ser el T3 (bocashi), con un promedio de 23 416,6 kg/ha (23,42 t/ha), seguido por el T2 (humus) con 22666,7 kg/ha (22,67 t/ha), y luego el T1

(compost) con 21500 kg/ha (21,5 t/ha); mientras, en último lugar se ubicó el testigo absoluto T0 con un rendimiento de 10 833,4 kg/ha (10,83 t/ha).

- El T3 (bocashi), fue el tratamiento más eficiente en cuanto a la producción de biomasa con un promedio de 38 950 kg/ha (38,95 t/ha) seguido por el T2 (humus) con 37950 kg/ha (37,95 t/ha) y el T1 (compost) 31250 kg/ha (31,25 t/ha). El último lugar fue para el testigo absoluto T0 con un rendimiento de 20200 kg/ha. (20,2 t/ha). Por lo tanto, la biomasa fue mayor con el uso de abonos orgánicos que sin ellos como lo demuestran los resultados de este estudio.
- Los miembros de la Asociación Agrícola Plaza Pallares, de la comunidad Ugsha, muestran expectativa e interés a futuro por el uso de humus, compost y bocashi para la fertilización de sus cultivos debido a los beneficios económicos, sociales y ambientales evidenciados en la investigación.
- Los agricultores miran a la alternativa evaluada en esta investigación en función de la eficiencia de los abonos en el rendimiento productivo del cultivo de cebada, que es el que más realizan; y, al corto tiempo de elaboración que demandan, por lo que manifiestan más interés por el bocashi de acuerdo con la entrevista aplicada.
- En síntesis, los resultados finales demostraron que con el uso de los abonos orgánicos estudiados existe un mejoramiento de la calidad física y química del suelo, por lo que se prueba la hipótesis alternativa.

5.2. Recomendaciones

- Incentivar, por parte de organismos e instituciones como el MAGAP que realizan desarrollo en la comunidad, la producción de abonos orgánicos como alternativa sostenible que permite utilizar insumos producidos en el sitio (rastros de cultivo y estiércoles), por sus beneficios ecológicos y económicos.

- Sugerir la aplicación de abonos orgánicos: compost, humus y bocashi para el cultivo de cebada por sus efectos mejoradores de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y los mayores rendimientos productivos que se logran.
- En posteriores investigaciones, aplicar humus de lombriz, compost y bocashi en otra variedad de cebada y en otros cultivos, para comprobar los efectos que tiene el uso de abonos orgánicos en cuanto a las propiedades físicas y químicas del suelo, además en la incidencia del rendimiento productivo y cantidad de biomasa.
- Socializar la experiencia de esta investigación, a través de procesos de vinculación universitaria, en la posibilidad de su réplica en comunidades cercanas a la Asociación Agrícola Plaza Pallares resaltando la importancia de una agricultura sostenible que procura la permanencia del recurso suelo en el tiempo, y que se mejoren los niveles productivos de los cultivos de modo que se favorezcan las políticas estatales dirigidas al cambio de la matriz productiva en el país.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, N. (1989). *Tratado de edafología de México*. México.
- Alcatraz, F. (2012). *Salinidad y vegetación: Problemas para las plantas*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Alvear, C. (2007). *Manual de agricultura alternativa Principios*. 1ra ed. Bogotá. San Pablo. 2004. Págs.: 32-41.
- Almacellas, J. y Sánchez, F. (2015). "La roya amarilla del trigo: características, situación actual y claves para el control." *Grandes cultivos* (5)1.
- Alcatraz, F. (2012). *Salinidad y vegetación: Problemas para las plantas*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Arenas, M. (2005). *Establecimiento de las características químicas de los suelos cafeteros de santander*. (Trabajo de titulación). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.
- Astudillo, F. (2007). *Evaluación de estrobilurina aplicada a la semilla y al follaje en el control de enfermedades foliares en cebada y sus efectos en el rendimiento y calidad maltera del grano*. (Trabajo de Titulación). Universidad Austral de Chile Valdivia.
- Barbaro, L., Karlanian, M. y Mata, D. (2014). *Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. Argentina.
- Basantes, E. (2010). *Producción y fisiología de cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo*, Imprenta La Union. Primera Edición. Quito-Ecuador. pp 363.
- Blum, E. (2005). Soils and climate change. *Journal of Soils y Sediments* 5(2); 67-68.
- Bono, A., Quiroga, A., Azcarate, P. y Kloster, N. (2012). *Manual de fertilidad y evaluación de suelos*. Argentina: EEA INTA, Anguil
- Box, A. (2008). *The biology of Hordeum vulgare L.* (Barley). Australian Government: Departament of health and ageing. Consultado 21 jun 2015 Disponible en: <http://agencysearch.australia.gov.au/search/search.cgi?collection=agencies&profile=ogtr&query=barley&Submit=Search>.
- Brissio, P. y Savini, M. (2005). *Evaluación preliminar del estado de contaminación en suelos de la provincial de Neuquen donde se efectuaron actividades de explotación hidrocarburiifera*. (Trabajo de Titulación). Universidad Nacional de Comahue AR. Argentina.

- Campoverde, B. (2015, 20 de febrero). Duplicaron producción de cebada. *El Norte*. Recuperado de <http://elnorte.ec/otavalo/actualidad/54865-duplicaron-produccion-de-cebada.html>.
- Castellanos, R. (2005). *La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento mediante la aplicación de estiércoles*. Seminarios Técnicos 7(8): 32. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.
- Cervantes, A. (2007). *Producción de pastizales en la Región Interandina del Ecuador*. Manual No 30. Quito, Ecuador. Edit.Iniap pp10-22.
- Cevallos, M., Chalan, J., Ponce, M., Maigua, E. y Jiménez, R. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Pablo*. Otavalo.
- CLIRSEN, SENPLADES y MAGAP. (2012). Proyecto: “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional”. Quito - Ecuador.
- Comunidades Europeas (2009). *Procesos de degradación del suelo. Agricultura sostenible y conservación de los suelos*. Madrid: ESDAC.
- Corrales, I. (2011). La toxicidad por cobre en el maíz. *UAB*.
- Coronel, J. y Jiménez, C. (2011). *Guía práctica para los productores de cebada de la Sierra Sur*. INIAP. Cuenca –Ecuador. 11 p.
- Debouvry, L. y Bongiovanni, A. (2009). *La importancia del zinc en el cultivo de maíz*. Argentina: DEKALB. Recuperado de <http://www.dekalb.com.ar/acerca-de-la-importancia-del-zinc-en-el-cultivo-de-maiz-35>
- Durán, A. (2016). Agricultores de Loja aprendieron sobre la elaboración de abonos. *El ciudadano*.
- Enriquez, S., Hernández, F., Antonio, V. y Vázquez, C. (2003). *Abonos orgánicos y plasticultura*. México: COCyTED .
- Espinosa, M., Andrade, E., Rivera, P., y Romero, A. (2011). Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de tamaulipas, México. *Papeles de Geografía*, 53-54.
- Espíndola, R. y Pugliese, F. (2015). Principios básicos para crear estrategias de fertilización. *AER Caucete EEA San Juan* .
- Falconí, E., Garófalo, J., Llangarí, P. y Espinoza, M. (2010). *El cultivo de la cebada: Guía para la producción artesanal de semilla de calidad*. Quito, INIAP, MAE.
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos* (Cuarta ed.). Roma.
- FAO y MAGSV. (2011). *Elaboración y uso del bocashi*. El Salvador

- FAO (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas: Propiedades del suelo*. Antioquía, Colombia: El Autor.
- FAO. (2016). *Propiedades Químicas*.
- FERTIBERIA. (2000). *Curso de fertilizantes*; disponible en: (http://www.fertiberia.com/servicios_online/cursos/fertilisante/b2/s1.html?slide)
- FLACSO, MAE, y PNUMA. (2008). *Informe sobre el estado del medio ambiente*. Quito.
- FONCODES, y PACC-PERÚ. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus: Proyecto “Mi Chacra Emprendedora - Haku Wiñay”*. Lima.
- García, M., Navarro, M., Velázquez, C. y Velázquez, J. (2013). *Elaboración de abono orgánico a base de lombriz roja californiana. Estudios Agrarios*.
- García, Y. (2012). *Contenido y distribución de nutrimentos en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de caléndula Calendula officinalis L.* (Trabajo de Titulación), Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, Valle del Cauca.
- Garófalo, J. (2012). *Extracción de Nutrientes por el cultivo de cebada.* (Trabajo de Titulación). Quito, Universidad Central del Ecuador. Especialista en Suelos y Nutriciones de plantas: 71.
- Gisbert, J., Ibáñez, S. y Moreno, H. (2010). *La textura de un suelo*. Valencia.
- Gómez, D. y Vázquez, M. (2011). *Producción orgánica de hortalizas de clima templado: Abonos orgánicos*. Tegucigalpa: PYMERURAL y PRONAGRO.
- Gómez, J. (2012). *Dos caminos del mestizaje lingüístico*, *Revista Letras*. Vol.54. N° 86. Recuperado de http://www.academia.edu/4514251/DOS_CAMINOS_DEL_MESTIZAJE_LINGUISTICO_Revista_Letras.
- Gómez K. (2013). *Evaluación del efecto de los fertilizantes químicos y orgánicos en el suelo, caso de estudio: cultivo de jitomate en invernadero tipo túnel*. (Trabajo de Titulación). México, Universidad Autónoma del Estado de México. Pag. 32.
- Gómez, M. y Sotés, V. (2014). *El Manganeseo y la Viticultura: Una revisión*. *Universidad Politécnica de Madrid*.
- Gozaga, F. (2009). *Influencia de la textura en la permeabilidad del suelo en la Subcuenca Zamora Huayco- Canton Loja*. (Trabajo de Titulación). Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador
- Guartazaca, B. y Montenegro, P. (2015). *Selección de una línea promisorio de cebada (Hordeum Vulgare L.) Bio - Fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos*,

- en áreas vulnerables de la sierra ecuatoriana.* (Trabajo de Titulación). Ciencias Agropecuarias. Cuenca, Universidad de Cuenca. Ingenier Agrónomo: 118.
- INIAP. (2005). *Guía del Cultivo de Trigo.* Quito -Ecuador. Boletín Divulgativo No.415.
- INTIAP. (2015). Guía de Gestión Integrada de Plagas: Cereales de Invierno. *AEMET*, 155.
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R. y Bello, S. (2006). LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA. *Idesia* (Arica), 24(1), 49-61. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Kirkby E. y Römheld V. (2008). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. *Informaciones Agronómicas.* (68), 1-6.
- Klein, E. (2006). *Guía de Laboratorio de Ecología General: Técnicas de muestreo I.* Sartenejas, Venezuela: Universidad Simón Bolívar.
- León, D. (2010). *Evaluación del rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradicional de cebada (hordeum vulgare l.) En tunshi, parroquia Licto, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.* (Trabajo de titulación), Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba.
- Lema, A., Basantes, E. y Pantoja, J. (2017). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 97-102. <https://dx.doi.org/10.15517/am.v28i1.22705>
- López, J., Díaz, A., Martínez, E. y Valdez, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz . *Terra Latinoamericana*, 19 (2), 293-298.
- López, A., Vargas, A., Espinosa, J. y Vargas, R. (2001). *Síntomas de Deficiencias Nutricionales y otros Desórdenes Fisiológicos en el Cultivo del Banano (Musa AAA). Descripción, Causas, Prevención, Corrección.* San José- Costa Rica: International Plant Nutrition Institute.
- López, M., Poot, J. y Mijangos, M. (2012). Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. *UDO Agrícola.* 12 (2), 307-312.
- MAE. (2010). MAE expide normas para desertificación, degradación de tierras y sequía. recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/mae-expide-normas-para-desertificacion-degradacion-de-tierras-y-sequia/>
- MAE. (2015). *Cambio Climático y Uso de la Tierra.* Quito.

- MAE. (2016). Ministerio del Ambiente impulsa diálogo con actores claves sobre Desertificación. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/ministerio-del-ambiente-impulsa-dialogo-con-actores-claves-sobre-desertificacion/>
- MAGAP. (2016). Abono orgánico se utiliza en fincas bananeras. Recuperado de <http://www.agricultura.gob.ec/abono-organico-se-utiliza-en-fincas-bananeras/>
- Martínez, R. y Leyva, A. (2014). La biomasa de los cultivos en el ecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos Tropicales*, 35(1), 11-20. Recuperado en 18 de julio de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000100002&lng=es&tlng=es.
- Meléndez, G. y Soto, G. (2003). *Taller de abonos orgánicos*. Costa Rica: UCR.
- Meléndez, G. y Soto, G. (2005). *Taller de abonos orgánicos*. Costa Rica: CATIE.
- Meléndez, G. (2012). *Evaluación de las propiedades físicas de un suelo cultivado con caña de azúcar (saccharum officinarum) bajo la aplicación de biosólidos*. (Trabajo de titulación), Universidad del Valle, Cali.
- Mendoza, V. (2016). Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. *El Telégrafo*. Recuperado de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/columnistas/1/congreso-latinoamericano-de-la-ciencia-del-suelo>
- Moreno, J. y Moral, R. (2008). *Compostaje*. Mundi-Prensa. Barcelona España. 570 p.
- Moreno, A., Reyes, J. y Márquez, C. (2015). *Tópicos Selectos de Sustentabilidad: Un Reto Permanente*. (Lujed Ed. Priemera edición ed. Vol. 3). Durango.
- Morón, A., Martino, D. y Sawchik, J. (2007). *Manejo y Fertilidad de Suelos*. Uruguay: INNA.
- Mosquera, B. (2010). *Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*. Ecuador: FONAG.
- Munévar M. (2004). *Criterios agroecológicos útiles en la selección de tierras para nuevas siembras de palma de aceite en Colombia*. Palmas, Colombia, 25 (número especial Tomo II), 148-159.
- Mount, R. (2005). Importancia de los micronutrientes. *BR GLOBAL*.
- Müller, A. (2011). *La media lengua en comunidades semi-rurales del Ecuador: uso y significado social de una lengua mixta bilingüe*. (Disertación doctoral no publicada). Universidad de Zúrich.
- Naciones Unidas. (2015). *Los Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Recuperado de <http://mdgs.un.org>.

- Newman, W. (2008). *Barley for food and health: science, technology, and products*. Iowa, US. John Wiley & Sons editors.
- Pacheco, H. (2015). *Evaluación de la desertificación de la Provincia de Azuay a partir del año 1980*. (Trabajo de titulación), Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca, Cuenca.
- Pantoja, J. (15-17 de diciembre de 2016). Taller de Evaluación Técnica de Suelos y Elaboración de Planes de Fertilización. Taller llevado a cabo en Urququi, Ecuador.
- Peña, R., y Mendez, E. (2015). *Impacto de los residuos orgánicos sobre las propiedades del suelo*. Cuba.
- Pérez, A. y Landeros, C. (2009). Agricultura y deterioro ambiental. *Elementos*, 16, 19.
- Pinto, C. (2016). *Determinación de un indicador de aplicación de compost y bocashi y comprobación del incremento de materia orgánica en suelo degradado por actividad ganadera en el barrio Ungumiatza de la Parroquia Yantzaza del Cantón Yantzaza*. (Trabajo de Titulación). Universidad Nacional de Loja, Loja.
- Pla Sentís, I. (2008). *Problemas de Degradación de Suelos en el mundo: Causas y consecuencias*. Paper presented at the X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, Quito.
- Poveda, M. (2006). *Elaboración de cereal de cebada extruído listo para el consumo y estudio de factibilidad de industrialización del producto*. (Trabajo de titulación). Quito, Universidad San Francisco de Quito. Ingeniería en Alimentos: 135.
- Prado, W. y Da Veiga, M. (2009). Erosión y pérdida de fertilidad del Suelo. *AGOECOLOGÍA*, 97 (4).
- Quevedo, J. y Rodríguez, M. (2002). *Producción y empleo de abonos orgánicos fermentados: Algunas experiencias en el cultivo del pepino en huertos de pequeños agricultores*: ANAP. 14 pp.
- Restrepo, J. (2007). *Manual práctico, ABC de la Agricultura Orgánica. Abonos Orgánicos Fermentados*. Managua: SIMAS. Cali, Colombia.
- Rivadeneira, M., Ponce, L., Abad, S. y Paredes, F. (2003) *Producción artesanal de semilla de cebada*. INIAP. Quito -Ecuador. Boletín Divulgativo No. 199.
- Roca, N., Pazos, M. y Bech, J. (2007). Disponibilidad de cobre, hierro, manganeso, zinc en suelos del NO argentino. *Ciencia del suelo*, 25(1), 31-42. Recuperado en 19 de octubre de 2017, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672007000100005&lng=es&tlng=es.

- Rodríguez, T. (2001). *Agricultura y medio ambiente*. Disponible en: <http://www.Agricultura-medio-ambiente/agricultura-medio-ambiente.s.html>
- Rodríguez D., Urrego L., Martínez P. y Bernal J. (2003). *Evaluación preliminar de dos matrices para la inmovilización de bacterias diazotróficas y solubilizadoras de fosforo aislado de bosque alto andino cundimarqués*. Tesis de Microbiología industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Pag. 28.
- Rodríguez, M. y Flores, V. (2004). Elementos esenciales y beneficiosos. *FERTI-RIEGO*, 25-36 pp.
- Rodríguez, M., Soto, R., Parets, E. y Alemán, R. (2005). Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp sub-sp sesquipedalis L.), variedad Cantón 1 en huertos populares. *Centro Agrícola*, 32(1). 71-76 pp.
- Rojas, J. (2005). *Comparación de métodos de determinación en Ensayo de rotaciones en siembra directa*. Chaco.
- Rosas, H., Echeverría, H. y Angelini, H. (2011). Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana Argentina. *IPNI*, 100 (2), 6-12 pp.
- Rubio, A. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales*. (Trabajo de Titulación), Universidad de Sevilla, Sevilla.
- SAGARPA. (2009). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*. España.
- SAG. (2011). *Agricultura orgánica nacional: bases técnicas y situación actual*.
- Salamanca J. y Sadeghian K. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 56(4), 381-397
- Sánchez, C. (2005). *Abonos Orgánicos y Lombricultura* p50-51
- Sánchez, A. (2014). *Propiedades físicas y mecánicas de los suelos*. Meta
- Santos, A. (2005). *Abonos Orgánicos*. México: SAGARPA
- Schwartz, H., Gálvez, G. y Salcedo, S. (2003) *Problemas de Reproducción del Frijol: Enfermedades, Insectos, Limitaciones Edáficas y Climáticas de Phaseolus vulgaris*. Cali: CIAT.
- SENPLADES. (2014). *Evaluación al Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Disponible en: <http://www.planificacion.gob.ec/wp>
- Sentis, P. (2012, mayo). *Problemas de Degradación de Suelos en América Latina: Evaluación de Causas y Efectos*. Conferencia presentada en el X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, Ecuador.

- Stein, J., Naithani, S., Monaco, M., Wei, S., Dharmawardhana, P., Kumari, S., Amarasinghe, V., Youens-Clark, K., Thomason, J., Preece, J.; Pasternak, S., Olson, A., Jiao, Y., Lu, Z., Bolser, D., Kerhornou, A., Walts, B., Wu, G., D'eustachio, P., Haw, R., Croft, D., Kersey, Pj., Stein, L., Jaiswal, P. y Ware, D. (2013). *Comparative Plant Genomics Resources. Nucleic Acids Res.* 42 (1)
- Silva, J., Hernández, M. (2011). Temas de granja de la calidad y seguridad alimenticia. *Mejorando la seguridad y calidad de frutas y hortalizas frescas*. Manual de formación para instructores. Pág. 31.
- Suquilanda, M. (2006). *Producción orgánica de hortalizas*. S.F. Edición Publiasesores. pp, 147, 151-156, 238.
- Suquilanda, M. (2008). *El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción el Ecuador y la producción agrícola*. Llevado a cabo en el XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, Quito.
- TETRA. (2004). La importancia del Calcio. *TETRA*.
- Trujillo, L. (25 de Julio de 2017). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/354630949/5-Materia-Organica>
- UNLP. (2017). *Porosidad y Aireación, Densidad real y aparente*. La Plata
- Vaca, M. (2009). *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*. (Trabajo de Titulación). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Varnero, M. (2007). *Producción de biogás y bioabonos en Chile. Proyección basada en materias primas y temperatura atmosférica*; disponible en: <http://www.methanetmarkets.org>.
- Vargas, S. y Pinto, A. (2008). EFECTO DE LOS ABONOS ORGÁNICOS Y QUÍMICOS EN EL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L.). (Trabajo de Titulación). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Vásquez, D. (2008). *Producción y Evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos*. (Trabajo de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Veliz, H. (2014). *Efecto de tres abonos orgánicos sobre el rendimiento y precocidad de la cosecha en el cultivo de sábila*. (Trabajo de Titulación). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.

- Viteri, P., León, J. y Mejía, A. (2004). *Guía para la determinación de deficiencias Nutricionales en el suelo*. Boletín técnico No. 118. INIAP - Estación Experimental Santa Catalina, Quito-Ecuador.
- Yaguana, G. (2010). *Manejo y conservación de suelos y aguas*, Documento de Clase. Ibarra, Universidad Técnica del Norte.
- Zavala, J. (2008). *Nutrición Mineral del Cacao*. Recuperado de <http://diplomado2007unas.blogspot.com / 2008 / 01 / nutricion- mineral - del cacao.html>

7. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de suelo antes de la aplicación de los abonos orgánicos.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14% y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2 Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-1667
 Fecha emisión Informe: 08/11/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Liz Janina Andino Rosero / Agrocalidad Imbabura
Dirección: Colinas de Caranqui
Provincia: Imbabura **Cantón:** Ibarra
Teléfono: 0985326265
Correo Electrónico: jannynandino@hotmail.com
N° Orden de Trabajo: 10-2016-034
N° Factura/Documento: 2655

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Cebada		
Provincia: Imbabura	Coordenadas:	X: 818216
Cantón: Otavalo		Y: 10021942
Parroquia: San Pablo		Altitud: 3074
Muestreado por: Liz Andino		
Fecha de muestreo: 26-10-2016	Fecha de inicio de análisis: 28-10-2016	
Fecha de recepción de la muestra: 28-10-2016	Fecha de finalización de análisis: 08-11-2016	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-162077	M1	pH	Potenciométrico	---	5,78
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	3,76
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,19
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	143,1
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,99
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	8,30
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	1,54
		Hierro	Absorción Atómica	ppm	873,2
		Manganeso	Absorción Atómica	ppm	39,07
		Cobre	Absorción Atómica	ppm	10,03
		Zinc	Absorción Atómica	ppm	5,86
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	dS/m	0,318
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	17,52
		Densidad Aparente	Gravimétrico	g/ml	1,30
		Arena	Bouyoucos	%	40
		Limo	Bouyoucos	%	40
		Arcilla	Bouyoucos	%	20
		Clase Textural	Cálculo	---	Franco

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

ANEXO 2. Calicata: Descripción de las características físicas del perfil del suelo.

DESCRIPCION DEL PERFIL

Fecha:				Describe. Andino J. Morales L.															
Ubicación: Cantón Otavalo/ Comunidad Ugsha- Asociación Agrícola Plaza Pallares				Numero de calicata: N° 1															
CLIMA:				Lluvias: 750 a 1000							Temperatura: 14° a 19° (durante el día) 11° a 13° (durante la noche)								
				Distribución: -							Evapotranspiración:								
UNIDAD GEOMORFOLOGICA:				Elevación: -							Pendiente:								
				Tipografía: regular							Dirección:								
				Micro-topografía: regular															
DRENAJE NATURAL:				Superficial:							Nivel freático : -								
				Interno:							Tipo de riego:								
USO DE TIERRA: Agricultura				Cultivo: ninguno							Productividad:								
VEGETACION NATURAL:																			
Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Textura	Estructura			Consistencia			Resistencia de crecimiento de raíces	Poros			Raíces		Piedra- Roca		Limite	
				Tipo	Tamaño	Grado	Seco	Húmedo	Mojado		Tamaño	Forma	Cant.	Tamaño	Cant.	Tamaño	Cant.	Forma	Nitidez
1	0 -23	pardo	Franco	gr	Peque.	fuert.	-	suave	-	alta	todos	Irreg.	alta	finos	alta	peque	baj	-	-
2	23-57	Pardo claro	Franco arcill.	gr	Peque.	fuert.	-	firme	-	Med.	Med.	Irreg.	Media	finos	media	media	baj	horiz	clara
3	57-91	pardo	Franco arcill.	Lam	grande	fuert.	-	firme	-	baja	Peque.	Todos	Baj	-	-	peque	baj	horiz	difusa
4	91-140	café	Franco arcill.	lam	grande	débil	-	Medio firme	-	baja	Peque.	Irreg.	Baj	-	-	peque	baj	horiz	clara
TEXTURA: Ar,ArL,FAR,F,FArL,FL,FA,L,AF,FA,A. Estructura: tipo: granular,ba,bsa,pr,col,lam. Consistencia: seco: s,mb,b,d,md; húmedo: s,mf,f,ef; mojado: pl,pg. Poros: mf,f,m,g,mg,t,v.																			

ANEXO 3. Tabla de Valoración de la Calidad del Suelo

UNIVERSIDAD DE WISCONSIN, EE.UU.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO
PROGRAMA DE SALUD DEL SUELO

TABLA DE VALORACION DE LA CALIDAD DEL SUELO

La evaluación de la calidad del suelo con esta tabla de valoración se realiza de mejor forma durante o después de la cosecha. Algunas preguntas son periódicas o estacionales (ej., color del suelo, germinación de semillas, infiltración) y estas se deben responder durante la etapa de crecimiento del cultivo para una mejor interpretación. Cuando se examinan las propiedades del suelo es necesario:

1. Lee por completo cada pregunta, enfocándose solo en la propiedad evaluada.
2. Seleccione la respuesta que mejor describe la propiedad evaluada y agregue un valor numérico entre 0 y 4 en el espacio provisto. La escala corresponde: a) Suelo saludable: 3,0-4,0 puntos, b) Suelo deteriorado: 1,5-2,5 puntos, y c) Suelo desgastado 0,0-1,0 puntos.
3. Responda la mayor cantidad de preguntas posible para lograr una mejor evaluación.
4. Si alguna pregunta no se aplica a las condiciones, no la responda, continúe con la siguiente y no la incluya en el cálculo final.

Es probable que una o más propiedades no se puedan evaluar (ej., si no hay cultivo no se pueden responder las preguntas relacionadas con este ítem); en ese caso la pregunta relacionada se descarta y se continua con la evaluación de las demás propiedades. El valor numérico otorgado a cada propiedad (número pequeño que aparece en el extremo derecho, súper- índice) indica la importancia relativa de cada propiedad sobre el total de las propiedades evaluadas. Una propiedad con un súper- índice alto (con un máximo de 43).

Propiedades descriptivas

Suelo

Las siguientes propiedades evaluadas se refieren a la capa arable del suelo.

1. Grado de erosión.

- | | | |
|---|--|---|
| 0 | Erosión severa, presencia de cárcavas y pérdida considerable de la capa arable | 2 |
| 2 | Erosión moderada, pérdida de suelo por erosión laminar o en surcos, pero con poca evidencia de pérdida de la capa arable | |
| 4 | Poca o ninguna evidencia de erosión, suelo resistente a la erosión. | |

2. Profundidad efectiva.

- | | | |
|---|--|---|
| 0 | Suelos superficiales (<0,5 m). | 0 |
| 2 | Suelos con profundidad moderada (0,5 a 0,7 m). | |

4 Suelos profundos (> 0,7 m).

3. Facilidad de laboreo.

0 Poca fricción de los implementos de laboreo del suelo, causando mal y deficiente laboreo.

1 El arado se pega en el suelo, alta dificultad de laboreo, se necesita una mayor cantidad de pases.

4 Laboreo eficiente, buen tamaño de los agregados y porosidad del suelo después del laboreo.

4

4. Fertilidad.

0 Fertilidad pobre, no hay movimiento de nutrientes, bajo potencial productivo.

2 Fertilidad no balanceada, necesita aplicación de fertilizantes.

3 Fertilidad balanceada, buena disponibilidad de nutrientes, alto potencial productivo.

2

5. Grado de compactación.

0 Suelo compactado, horizonte compactado superficial y grueso.

2 Presencia de compactación superficial, pie de arado de poco grosor.

4 Suelo suelto, friable, no hay horizonte compactado.

2

6. Costras superficiales.

0 La superficie del suelo es compacta, dura, y se raja en seco.

1 La superficie del suelo tiene una costra delgada, con algunos orificios para el intercambio gaseoso.

4 La superficie del suelo es suave, porosa y no tiene costras.

2

7. Consistencia (en húmedo).

0 Suelo muy firme, denso o sólido, los agregados no se deshacen al presionar entre dos dedos o gran presión.

2 Firme, los agregados se deshacen entre dos dedos con moderada presión.

4 Friable a muy friable, los agregados se deshacen con poca presión.

2

8. pH (grado de acidez y alcalinidad).

0 pH <5,5 o > 7,5.

1 pH entre 5,5 -6,0 o entre 6,5 -7,5 (según el requerimiento del cultivo).

4 pH entre 6,0 – 6,5.

2

9. Cantidad de materia orgánica.

- 0 Materia orgánica < 1,5 %.
- 2 Materia orgánica entre 1,5 - 3,0 %.
- 4 Materia orgánica > 3,0 %.

4

10. Cobertura del suelo.

- 0 Superficie del suelo desnuda; los residuos son removidos, quemados o enterrados.
- 2 Superficie con poco residuo, residuo casi enterrado, menos del < 40 % de la superficie del suelo permanece cubierta.
- 3 Uso de cultivo de cobertura o alta presencia de residuo que cubre > 70 % de la superficie .

2

11. Actividad de lombrices.

- 0 Poca o ninguna señal de actividad de lombrices.
- 2 Presencia de algunas heces y agujeros de lombrices.
- 4 Numerosas heces y agujeros de lombrices.

0

12. Actividad biológica.

- 0 Poca actividad biológica, no hay señales de actividad de micro-fauna.
- 2 Actividad biológica moderada, presencia de musgos y algas.
- 4 Alta actividad biológica, gran cantidad de musgos y algas.

0

13. Descomposición de residuos orgánicos.

- 0 La mayoría del material orgánico (residuos estiércol) no se descompone en el suelo en menos de 4 años.
- 2 La mayoría del material orgánico se descompone 1-4 años.
- 4 La mayoría del material orgánico se descompone en menos de 1 año.

4

14. Aireación del suelo.

- 0 El suelo es compacto, con escaso espacio poroso.
- 2 El suelo es denso, con pocos poros, discontinuos y poco frecuentes
- 4 El suelo es muy poroso.

2

15. Estructura del suelo.

- 0 Suelo masivo o con estructura laminar, prismática y columna, con tamaños gruesos a muy gruesos.
- 2 Suelo con estructura prismática fina o muy fina o bloques muy gruesos a gruesos.
- 4 Suelo migajoso, granular, y con bloques medianos a finos.

4

16. Textura del suelo.

- 0 La textura es limitante por ser muy arcilloso, arenoso o pedregoso.
- 2 La textura es pesada o liviana pero sin mayores problemas.
- 4 La textura es franca.

4

17. Infiltración del agua

- 0 El agua no se infiltra, hay anegamiento y/o escorrentía.
- 2 La infiltración es lenta, se produce anegamiento o escorrentía bajo eventos fuertes de la lluvia.
- 4 La infiltración es moderada a rápida, el suelo es esponjoso, no hay anegamiento.

4

18. Drenaje interno (percolación).

- 0 El drenaje es pobre, el suelo permanece sobresaturado y fangoso.
- 2 El suelo se drena en forma lenta y tarda en secarse.
- 4 El drenaje es óptimo para los cultivos, con muy buena percolación.

4

19. Retención de humedad.

- 0 El suelo se seca con rapidez y pasa la mayoría del tiempo seco.
- 2 El suelo es propenso a la sequía en climas secos.
- 5 El suelo es eficiente en la retención de humedad, obtiene y proporciona agua con facilidad.

2

20. Disponibilidad de macronutrientes.

- 0 Dos o más nutrientes en cantidades bajas (deficiencia) o muy altas (toxicidad) respecto a lo requerido por el cultivo.
- 1 Valores del análisis del suelo ligeramente bajos o altos en relación al requerimiento del cultivo, necesita aplicaciones moderadas de fertilizante.
- 4 Los nutrientes se encuentran en cantidades requeridas, balanceadas y disponibles.

2

21. Disponibilidad de micronutrientes.

- 0 Deficiencia y/o toxicidad de micronutrientes.
- 2 Concentración de micronutrientes ligeramente inferior o superior a las cantidades requeridas.
- 4 Los micronutrientes se encuentran en cantidades requeridas, balanceadas y disponibles.

2

22. Color del suelo.

- 0 Color pardo amarillento, amarillo claro, gris claro o anaranjado.
- 2 Color pardo, gris o rojizo.
- 4 Color negro, pardo oscuro o gris muy oscuro.

4

23. Olor del suelo

- 0 Olor a acido, podrido o semejante a un olor químico toxico.
- 2 Sin olor u olor a mineral.
- 4 Olor fresco, orgánico y dulce.

4

24. Sentir del suelo.

- 0 El suelo se siente fangoso o pegajoso.
- 2 El suelo se siente suave y liso, con gránulos, y se comprime cuando se presiona.
- 4 El suelo se siente suelto, se contrae y vuelve a expandirse después de presionarlo.

2

Plantas

En las siguientes propiedades evaluadas se asume que se presenta una adecuada distribución y cantidad de lluvias y con temperaturas moderadas.

25. Germinación del cultivo.

- 0 La germinación es pobre (< 70 %); le es difícil al cultivo germinarse.
- 2 La germinación es moderada (70-90 %) pero la emergencia no es uniforme.
- 4 Hay una óptima germinación (>90 %) con emergencia uniforme.

--

26. Crecimiento del cultivo.

- 0 El cultivo presenta un crecimiento muy lento, no parece madurar.
- 2 El crecimiento no es uniforme, la madurez es tardía
- 4 El crecimiento es rápido, uniforme y madura a tiempo.

--

27. Apariencia del cultivo.

- 0 El cultivo tiene un crecimiento disparejo, retardado y con follaje descolorido.
- 2 El cultivo es de color verde claro, con crecimiento retardado.
- 4 El cultivo es verde oscuro, con crecimiento vigoroso y denso.

--

28. Deficiencias de nutrientes.

- 0 El cultivo presenta señales severas de deficiencias (hojas amarillentas, manchas grandes, y desarrollo fenológico retardado y/o con deformaciones.
- 2 Se presentan deficiencias nutricionales graduales en el tiempo.
- 4 El cultivo es vigoroso y con ningún signo de deficiencia.

--

29. Hojas.

- 0 Hay pocas hojas, pequeñas, y estas son amarillentas y descoloridas.
- 2 Número y tamaño moderado de hojas, de color verde claro.
- 4 Hay abundante número de hojas, estas son saludables y de color verde oscuro.

30. Tallos

- 0 Los tallos son cortos, finos y hay problemas de acame.
- 2 Los tallos son delgados e inclinados.
- 4 Los tallos son gruesos, vigorosos, rectos y altos.

31. Raíces.

- 0 Las raíces no son saludables (de color café, enfermas, manchadas), tienen crecimiento pobre y hay problemas de acame.
- 2 Las raíces son superficiales, con crecimiento limitado, hay pocas raíces finas y hay susceptibilidad moderada al acame.
- 4 El crecimiento radicular es alto y a buenas profundidades, con presencia de muchas raíces finas.

32. Resistencia a enfermedades y plagas.

- 0 El cultivo presenta daños severos de enfermedades y plagas.
- 2 El cultivo presenta daños moderados de enfermedades y plagas.
- 4 El cultivo es resistente al ataque de enfermedades y plagas.

33. Resistencia a la sequía.

- 0 El cultivo se somete a estrés hídrico con facilidad.
- 2 El cultivo está bajo estrés en estación seca, pero se recuperan de forma paulatina.
- 4 El cultivo se mantiene saludable en la estación seca, con recuperación rápida al estrés hídrico.

34. Madurez de cultivo.

- 0 La semilla o vaina es deformada, el grano no madura, es arrugado o marchito, con color pobre.
- 2 Las semillas son pequeñas, con llenado incompleto del grano y lenta maduración.
- 3 Las semillas es de un tamaño adecuado, buen llenado del grano, buen color y con un tiempo adecuado de maduración.

35. Peso o volumen total de la cosecha.

- 0 Peso o volumen bajo.
- 2 Peso o volumen promedio.
- 4 Peso o volumen alto.

36. Peso por unidad de grano o fruto cosechable.

- 0 Peso bajo.
- 2 Peso promedio.
- 4 Peso alto.

37. Valor alimenticio.

- 0 Producto con pobre valor nutricional.
- 2 Producto con desbalance energético, proteínas o minerales, y puede requerir suplemento durante su procesamiento.
- 4 Valor nutricional alto y balanceado, con frecuencia no se necesitan suplementos durante su procesamiento.

38. Costos ingresos de producción.

- 0 Costos de insumos y de producción altos, con ingresos bajos.
- 2 Ingresos variables, la cosecha se mantiene con un alto costo de producción.
- 4 Costos bajos e ingresos altos y seguros. Buena productividad y rentabilidad.

Agua

Estas propiedades se refieren al agua que se utiliza con fines agropecuarios.

39. Agua superficial (agua de acequias, canales, ríos y lagos que irrigan la zona).

- 0 Agua superficial lodosa o viscosa.
- 2 Agua superficial pardusca, con suciedad.
- 4 Agua superficial clara y limpia.

40. Contaminación química del agua.

- 0 Contaminación química en niveles más altos a lo permitidos
- 2 Contaminación química en niveles más bajos a lo permitidos
- 4 No hay contaminación química.

Macro y micro fauna

En las siguientes propiedades se asume que las condiciones climáticas, de manejo del agua, e instalaciones y manejo de los animales son las adecuadas.

41. Fauna de la zona.

- 0 Señales de fauna escasa, los animales no presentan condiciones saludables.
- 2 Señales de fauna infrecuente (pájaros, roedores, reptiles).
- 4 Señales de fauna abundante y saludable.

2

42. Salud de los animales de la propiedad.

- 0 Hay problemas continuos de salud, con baja productividad.
- 2 Hay problemas ocasionales de salud, con productividad promedio.
- 4 Hay excelente salud, con productividad excepcional.

2

43. Salud humana.

- 0 La salud es pobre, con problemas frecuentes y la recuperación es costosa.
- 2 Hay problemas de salud ocasionales y la recuperación es lenta.
- 4 La salud es excelente, los individuos son tolerantes a las enfermedades, y el índice promedio de vida es alto.

2

Interpretación de resultados

Luego de responder la tabla, se debe dividir y cuantificar la cantidad de propiedades evaluadas por cada categoría de evaluación. Para finalizar se obtiene el porcentaje de cada categoría dividiendo el número de preguntas respondidas por categoría entre el número total de preguntas respondidas en la evaluación (el máximo es de 43, pero pueden existir propiedades descartadas en la evaluación) y se multiplica por 100:

Categoría	Cantidad	Porcentaje
Suelo de calidad alta (3,0 – 4,0)	15	52%
Suelo de calidad moderada (1,5 – 2,5)	10	34%
Suelo de calidad baja (0,0 – 1,0)	4	14%
Total	29	100%

Estos resultados ayudan a examinar la distribución de las propiedades de la calidad del suelo en las tres categorías.

Un suelo en óptimas condiciones debería tener el 90 % de sus propiedades en la categoría saludable. Sin embargo, aunque muchas propiedades indiquen que el suelo se encuentra en condiciones saludables, este aún podría tener problemas serios con las propiedades que se clasifiquen con salud deteriorada o enfermo. Esto implica el realizar un monitoreo frecuente y poner mayor atención para identificar la causa del deterioro de las propiedades incluidas en las categorías no deseadas. Una vez identificadas las causas se deben ejecutar acciones correctivas, en especial para aquellas propiedades clasificadas dentro de la categoría de

enfermo, y esas propiedades deben evaluarse en el tiempo para verificar si mejoran o empeoran. Además, se debe dar prioridad a las propiedades que los agricultores consideren más importantes, para lo cual se puede utilizar como guía los números en el extremo superior derecho de cada propiedad (súper – índices).

Esta tabla fue traducida al idioma español y adaptada para las condiciones de suelo de Ecuador por J.L.Pantoja (2016).

LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roldos

Ibarra-Ecuador.

Cel. 0999591050

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JANINA ANDINO ROSERO

MUESTRA: ABONO ORGÁNICO

N. CAMPO HUMUS LOMBRIZ

ANÁLISIS: COMPLETO

REPORTE: 7311

FECHA: 21/11/2016

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	40,43	0,0040
FÓSFORO	228,93	0,0229
AZUFRE	33,43	0,0033
POTASIO	3229,20	0,3229
CALCIO	4008,00	0,4008
MAGNESIO	1137,60	0,1138
ZINC	17,08	0,0017
COBRE	0,17	0,0000
HIERRO	102,94	0,0103
MANGANESO	43,90	0,0044
BORO	1,71	0,00017
MO		15,56

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

MO = % Materia orgánica

RESULTADOS ADICIONALES

pH	8,02
CE**	1,763 mS/cm

** Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.
RESPONSABLE DE LABONORT

L A B O N O R T



LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS					
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: JANINA ANDINO ROSERO Ciudad: Otavalo Teléfono: 0985326265 Fax:			DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Imbabura Cantón: Otavalo Parroquia: San Pablo Sitio: Ugsha		
DATOS DEL LOTE Sitio: Ugsha Superficie: Número de Campo: Bocashi Cultivo Actual: A Cultivar:			DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 7313 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Abono Orgánico Fecha de Ingreso: 2016-11-21 Fecha de Reporte: 2016-11-23		
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION		
N	49.69	ppm			
P	342.00	ppm			
S	62.77	ppm			
K	8.82	meq/100 ml			
Ca	17.63	meq/100 ml			
Mg	4.50	meq/100 ml			
Zn	31.14	ppm			
Cu	14.59	ppm			
Fe	787.7	ppm			
Mn	71.56	ppm			
B	1.25	ppm			
pH	8.52				
Acidez Int. (Al+H)	meq/100 ml				
Al	meq/100 ml				
Na	meq/100 ml				
Ce	1.328	mS/cm			
MO	7.69	%			
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl
3.92	0.51	2.51	30.95		
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio					



LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos

Ibarra-Ecuador.

Cel. 0999591050

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JANINA ANDINO ROSERO

MUESTRA: ABONO ORGÁNICO

N. CAMPO BOCASHI

ANÁLISIS: COMPLETO

REPORTE: 7313

FECHA: 21/11/2016

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	49,69	0,0050
FÓSFORO	342,00	0,0342
AZUFRE	62,77	0,0063
POTASIO	3439,80	0,3440
CALCIO	3526,00	0,3526
MAGNESIO	540,00	0,0540
ZINC	31,14	0,0031
COBRE	14,59	0,0015
HIERRO	787,70	0,0788
MANGANESO	71,56	0,0072
BORO	1,25	0,00013
MO		7,69

* Nitrógeno amoniacal

ppm = partes por millon (mg/litro)

MO = % Materia orgánica

RESULTADOS ADICIONALES

pH	8,52
CE**	1,328mS/cm

** Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.
RESPONSABLE DE LABONORT

- COMPOST



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																
DATOS DE PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD																													
Nombre: JANINA ANDINO ROSERO			Provincia: Imbabura																													
Ciudad: Otavalo			Cantón: Otavalo																													
Teléfono: 0985326265			Parroquia: San Pablo																													
Fax:			Sitio: Ugsha																													
DATOS DEL LOTE			DATOS DE LABORATORIO																													
Sitio: Ugsha			Nro Reporte.: 7312																													
Superficie:			Tipo de Análisis: Completo																													
Número de Campo: Compost			Muestra: Abono Orgánico																													
Cultivo Actual:			Fecha de Ingreso: 2016-11-21																													
A Cultivar:			Fecha de Reporte: 2016-11-23																													
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION																													
N	31.18	ppm																														
P	181.22	ppm																														
S	42.27	ppm																														
K	6.24	meq/100 ml																														
Ca	18.24	meq/100 ml																														
Mg	5.52	meq/100 ml																														
Zn	4.60	ppm																														
Cu	0.32	ppm																														
Fe	100.17	ppm																														
Mn	31.60	ppm																														
B	1.34	ppm																														
pH	8.00		<p>0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0</p> <p>Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino</p>																													
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																														
Al		meq/100 ml																														
Na		meq/100 ml																														
Ce	2.220	mS/cm																														
MO	12.06	%																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg</th> <th>(meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.30</td> <td>0.88</td> <td>3.81</td> <td>30.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural			Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	3.30	0.88	3.81	30.00					
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Clase Textural																										
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																								
3.30	0.88	3.81	30.00																													
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio																																



LABONORT

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristóbal de Troya 493 y Jaime Roridos

Ibarra-Ecuador.

Cel. 0999591050

REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO

RESULTADOS EXPRESADOS EN PPM Y PORCENTAJE

NOMBRE: JANINA ANDINO ROSERO

MUESTRA: ABONO ORGÁNICO

N. CAMPO COMPOST

ANÁLISIS: COMPLETO

REPORTE: 7312

FECHA: 21/11/2016

RESULTADOS

ELEMENTO	CONTENIDO	
	ppm	%
NITRÓGENO*	31,18	0,0031
FÓSFORO	181,22	0,0181
AZUFRE	42,27	0,0042
POTASIO	2433,60	0,2434
CALCIO	3648,00	0,3648
MAGNESIO	662,40	0,0662
ZINC	4,60	0,0005
COBRE	0,32	0,0000
HIERRO	100,17	0,0100
MANGANESO	31,60	0,0032
BORO	1,34	0,00013
MO		12,06

* Nitrógeno amoniacal

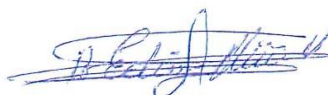
ppm = partes por millon (mg/litro)

MO = % Materia orgánica

RESULTADOS ADICIONALES

pH	8,00
CE**	2,220mS/cm

** Conductividad eléctrica



Dr. Quím. Edison M. Miño M.

RESPONSABLE DE LABONORT

ANEXO 5. Abonado

Para determinar la cantidad de abono a incorporar se lo hizo en razón de la materia orgánica, que en un inicio se encontraba en 3,76% correspondiente al rango medio (< 3.0 – 5.0) según los valores de Agrocalidad, para elevar el porcentaje de MO del suelo al rango alto de acuerdo a la interpretación de los laboratorios de la UPL (4.3-6.0 rango alto de contenido de M.O) y del INIAP (>4.31 rango rico en M.O) se realizó el siguiente cálculo:

Datos

1 Hectárea= 10000m²

Densidad aparente= 1,30 g/ml = 13000 Kg/m³

Espesor del suelo = 20 cm= 0,20 m

Materia orgánica= 3,76% = 0,0376

MO= 1Ha* densidad aparente* espesor del suelo* materia orgánica reportada

$$\text{MO} = 10\ 000 * 1,30 * 0,20 * 0,0376$$

MO= 97,76 ton/ha

$\frac{1,5\ Kg}{1m^2}$	$\frac{10\ 000\ m^2}{1Ha}$	$\frac{1Ton}{1000Kg}$
------------------------	----------------------------	-----------------------

1,5 Kg/m² = 15 Ton/Ha

$$3,76\% \text{ MO} \text{-----} \rightarrow 97,76 \text{ Ton/Ha}$$

$$X \text{ -----} \rightarrow 15 \text{ Ton/Ha}$$

X= 0,58% MO

Por lo tanto se agregó 1,5 Kg/m² de cada abono seco para elevar 0,58% de M.O en el suelo, para que el contenido de materia orgánica que se encontraba en un inicio 3,76% suba a 4,34% de M.O después de la incorporación de los abonos orgánicos en el suelo, encontrándose en un rango alto de acuerdo a los valores de interpretación de los laboratorios del INIAP y de la UPL.

ANEXO 6. Análisis del suelo después de la aplicación de los abonos orgánicos

- TESTIGO ABSOLUTO (T0)

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-1265
 Fecha emisión informe: 08/08/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Lisbeth Morales / Agrocalidad Imbabura
 Dirección: Ibarra
 Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra
 Teléfono: 0988947739
 Correo Electrónico: lisalexamoraes-9292@hotmail.com
 N° Orden de Trabajo: 10-2017-0021
 N° Factura/Documento: 2950

DATOS DE LA MUESTRA:


Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ----		
Provincia: Imbabura	Coordenadas:	X: 818216
Cantón: Otavalo		Y: 10021942
Parroquia: San Pablo		Altitud: 3074
Muestreado por: Lisbeth Morales		
Fecha de muestreo: 25-07-2017	Fecha de inicio de análisis: 26-07-2017	
Fecha de recepción de la muestra: 26-07-2017	Fecha de finalización de análisis: 08-08-2017	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-1518	T0	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,97
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	3,89
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,19
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	137,8
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,07
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	9,71
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,56
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	676,1
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	22,89
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	9,04
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,66
		Conductividad Eléctrica*	Conductímetro PEE/SFA/08	dS/m	0,153
		CIC*	Cálculo PEE/SFA/14	cmol/kg	20,00

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FG01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

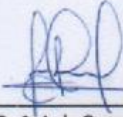

PARÁMETRO	MD (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<1,0	<0,33	0-20,0	0-5,0	0-1,0	0-3,0
MEDIO	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	1,0-3,0	0,34-0,66	21,0-40,0	6,0-15,0	1,1-4,0	3,1-6,0
ALTO	>2,0	>0,31	>21,0	>0,4	>3,0	>0,66	>41,0	>16,0	>4,1	>6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	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



AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
**LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS**
 TUMBACO - ECUADOR

Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

- TRATAMIENTO COMPOST (T1)

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-1266
 Fecha emisión Informe: 08/08/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Lisbeth Morales / Agrocalidad Imbabura

Teléfono: 0988947739

Dirección: Ibarra

Correo Electrónico: lisalexamoraes-9292@hotmail.com

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

N° Orden de Trabajo: 10-2017-0021

N° Factura/Documento: 2950

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: ----	
Provincia: Imbabura	X: 818216
Cantón: Otavalo	Coordenadas: Y: 10021942
Parroquia: San Pablo	Altitud: 3074
Muestreado por: Lisbeth Morales	
Fecha de muestreo: 25-07-2017	Fecha de inicio de análisis: 26-07-2017
Fecha de recepción de la muestra: 26-07-2017	Fecha de finalización de análisis: 08-08-2017

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-1519	T1	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,01
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	4,25
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,21
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	153,4
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,07
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	10,14
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,71
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	620,1
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	19,98
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	9,15
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	7,19
		Conductividad Eléctrica*	Conductímetro PEE/SFA/08	dS/m	0,120
		CIC*	Cálculo PEE/SFA/14	cmol/kg	14,50

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,
Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-844/2372-845

PGT/SFA/09-FC01

Rev. 2

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MD (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<1,0	<0,33	0-20,0	0-5,0	0-1,0	0-3,0
MEDIO	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	1,0-3,0	0,34-0,66	21,0-40,0	6,0-15,0	1,1-4,0	3,1-6,0
ALTO	>2,0	>0,31	>21,0	>0,4	>3,0	>0,66	>41,0	>16,0	>4,1	>6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	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



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
TUMBACO - ECUADOR

Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliares y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

- TRATAMIENTO HUMUS (T2)

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-1267
 Fecha emisión informe: 08/08/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Lisbeth Morales / Agrocalidad Imbabura

Dirección: Ibarra

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

Teléfono: 0988947739

Correo Electrónico: lisalexamorales-9292@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: 10-2017-0021

N° Factura/Documento: 2950

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ----		
Provincia: Imbabura	Coordenadas:	X: 818216
Cantón: Otavalo		Y: 10021942
Parroquia: San Pablo		Altitud: 3074
Muestreado por: Lisbeth Morales		
Fecha de muestreo: 25-07-2017	Fecha de inicio de análisis: 26-07-2017	
Fecha de recepción de la muestra: 26-07-2017	Fecha de finalización de análisis: 08-08-2017	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-1520	T2	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,10
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	4,35
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,22
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	150,7
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,12
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	10,56
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,78
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	660,7
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	20,55
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	9,07
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	7,78
		Conductividad Eléctrica*	Conductímetro PEE/SFA/08	dS/m	0,117
		CIC*	Cálculo PEE/SFA/14	cmol/kg	17,71

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,
Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-844/2372-845

PGT/SFA/09-FC01

Rev. 2

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<1,0	<0,33	0-20,0	0-5,0	0-1,0	0-3,0
MEDIO	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	1,0-3,0	0,34-0,66	21,0-40,0	6,0-15,0	1,1-4,0	3,1-6,0
ALTO	>2,0	>0,31	>21,0	>0,4	>3,0	>0,66	>41,0	>16,0	>4,1	>6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	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

Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliares y Aguas

AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
TUMBAO - ECUADOR

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

- **TRATAMIENTO BOCASHI (T3)**

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito. Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-1268
 Fecha emisión Informe: 08/08/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Lisbeth Morales / Agrocalidad Imbabura

Teléfono: 0988947739

Dirección: Ibarra

Correo Electrónico: lisalexamoraes-9292@hotmail.com

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

N° Orden de Trabajo: 10-2017-0021

N° Factura/Documento: 2950

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ---		
Provincia: Imbabura		X: 818216
Cantón: Otavalo	Coordenadas:	Y: 10021942
Parroquia: San Pablo		Altitud: 3074
Muestreado por: Lisbeth Morales		
Fecha de muestreo: 25-07-2017		Fecha de inicio de análisis: 26-07-2017
Fecha de recepción de la muestra: 26-07-2017		Fecha de finalización de análisis: 08-08-2017

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA-LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-1521	T3	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,13
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	4,66
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,23
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	153,5
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,12
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	11,26
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,66
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	655,4
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	22,16
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	8,81
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	7,39
		Conductividad Eléctrica*	Conductímetro PEE/SFA/08	dS/m	0,146
		CIC*	Cálculo PEE/SFA/14	cmol/kg	15,33

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,
Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-844/2372-845

PGT/SFA/09-FG01

Rev. 2

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<1,0	<0,33	0-20,0	0-5,0	0-1,0	0-3,0
MEDIO	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	1,0-3,0	0,34-0,66	21,0-40,0	6,0-15,0	1,1-4,0	3,1-6,0
ALTO	>2,0	>0,31	>21,0	>0,4	>3,0	>0,66	>41,0	>16,0	>4,1	>6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	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



AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
TUMBACO - ECUADOR

Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliar y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

ANEXO 7. Cuestionario de entrevista aplicada a la directiva de la Asociación Agrícola Plaza Pallares.

Percepciones de los miembros de la asociación respecto a los tratamientos implementados para el mejoramiento de suelos

Nombre del Entrevistado:

1. ¿Cree Ud. que es importante el uso de abonos orgánicos para mejorar la fertilidad del suelo?
2. ¿Ha utilizado abonos orgánicos para realizar sus siembras? ¿Qué abono utilizo y como lo obtuvo?
3. De los abonos elaborados en esta investigación cual le pareció más importante y porque
4. ¿Estaría Ud. dispuesto a elaborar algún tipo de abono orgánico para sus cultivos? ¿cuál?
5. ¿Considera que las actividades realizadas en la investigación han mejorado el rendimiento productivo del cultivo de cebada?

ANEXO 8. Trípticos informativos sobre la elaboración de los abonos orgánicos

- HUMUS

 <p>POR QUÉ USAR ABONOS ORGÁNICOS?</p> <ul style="list-style-type: none">-Aumenta la fertilidad del suelo.-Fuente de energía para los microorganismos benéficos del suelo.- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo-Aumentan la retención de agua en el suelo.- Disminuye la erosión del suelo, por efecto del agua y el viento.	 <p>AUTORAS: Lisbeth Alexandra Morales Rodríguez. Liz Janina Andino Rosero. DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana MSc. ASESORES: Ing. María José Romero MSc. Ing. Oscar Rosales MSc. Ing. Daniel Sono MSc.</p> <p>Contactos janynandino@hotmail.com lisalexamoraes-9292@hotmail.com</p>	 <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FICAYA INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES</p>  <p>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA, PARROQUIA SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO</p> <p>MANUAL DE ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO HUMUS</p>
---	--	--

¿Qué es el HUMUS?

- Abono orgánico, se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la Lombriz Roja de California. Mejora la porosidad y la retención de humedad, aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas.



La lombriz es *Eisenia foetida* (Lombriz Roja Californiana)

Temperatura : entre 15°C et 25°C



Humedad : Mediante la prueba de puño, se toma una cantidad de la mezcla de los ingredientes, se aprieta y se ve que no salga ni una gota de agua debiéndose formar un terrón quebradizo.

BENEFICIOS

- Recupera y mejora suelos erosionados, degradados y estériles
- Reduce las necesidades de agua de los cultivos.
- Económico con relación a otros fertilizantes
- Evita los riesgos de contaminación química de los cultivos

MATERIALES

- Rastrojos (haba, fréjol, uvilla, maíz)
- Tamo de cebada y trigo
- Estiércol Bovino fresco
- Estiércol Bovino seco
- Lombrices (*Eisenia foetida*).

¿CÓMO SE HACE?

- 1) Recolección de residuos en un lugar abierto formando una cama.
- 2) Riego y volteo durante 2 meses.
- 3) Traslado y distribución uniforme de la materia orgánica a un lecho junto con lombrices *Eisenia foetida* a un lecho.



- 4) Durante 4 meses más se da un manejo de volteo (1 vez a la semana), riego (2 veces a la semana), control de humedad (2 veces a la semana) y de temperatura (2 veces a la semana).



- 5) Cosecha de lombrices, se recomienda depositar alimento fresco en zonas específicas del lecho, las lombrices se concentran, así pueden ser capturadas y guardadas en un recipiente adecuado.

- 6) Se deja secar el humus y se tamiza de manera que el resultado quede homogéneo



- 7) Finalmente después de 6 meses se obtiene el producto final

- COMPOST

		
<p>POR QUÉ USA ABONOS ORGÁNICOS?</p>	<p>AUTORAS: Lisbeth Alexandra Morales Rodríguez. Liz Janina Andino Rosero. DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana MSc. ASESORES: Ing. María José Romero MSc. Ing. Oscar Rosales MSc. Ing. Daniel Sono MSc.</p>	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FICAYA INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES</p>
<ul style="list-style-type: none">-Aumenta la fertilidad del suelo.-Fuente de energía para los microorganismos benéficos del suelo.- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo-Aumentan la retención de agua en el suelo.- Disminuye la erosión del suelo, por efecto del agua y el viento.	<p>Contactos janrynandino@hotmail.com lisalexamorales-9292@hotmail.com</p>	
		<p>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA, PARROQUIA SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO</p>
		<p>MANUAL DE ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO</p> <h1>COMPOST</h1>

¿Qué es el COMPOST?

- Abono orgánico que se produce de la descomposición controlada de materiales orgánicos (restos de frutas y verduras, de podas, pasto, hojas, estiércol etc.). Aportan nutrientes y mejorando la estructura del suelo.



Compost en proceso de descomposición.

- Mejora la calidad y estructura del suelo
- Mejora la producción de los cultivos, fortalecimiento en la resistencia al ataque de las plagas, enfermedades y heladas.
- Mayor absorción de las nutrientes y el agua por la planta.
- Abono no contaminante.

MATERIALES

- Rastrojos (haba, fréjol, maíz)
- Tamo de cebada y trigo
- Estiércol Bovino fresco
- Estiércol Bovino seco

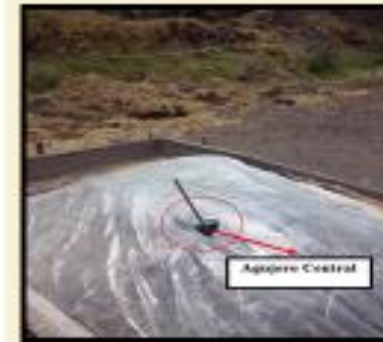
¿CÓMO SE HACE?

1) En una pila en el suelo o en un contenedor se crean capas de rastrojos secos que se cosechan, sobre ésta estiércol animal y una capa de tierra. Se replete hasta alcanzar una altura de 1.2 m.



2) Mezcla de los materiales para facilitar la descomposición.

3) Cuando el compostaje se lo hace en una pila en el suelo se lo cubre con un plástico y se realizan agujeros uno central y laterales llamados respiraderos.



4) Mezcla, control de temperatura y riego una vez a la semana, dejando húmedo pero no mojado.

5) Después de 2 meses se seca y tamiza para dejar el compost homogéneo, obteniendo el resultado final.



- BOCASHI



The image shows the cover of a manual titled 'Manual de Elaboración de Abono Orgánico BOCASHI'. The cover is divided into three vertical panels. The left panel features a photograph of hands holding dark soil with earthworms, with the text 'POR QUÉ USA ABONOS ORGÁNICOS?' and a list of benefits. The middle panel shows a photograph of golden wheat stalks and lists the authors, director, and advisors. The right panel features the logo of the Universidad Técnica del Norte (UTN) FICAYA, the title 'INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES', a photograph of a greenhouse, the project title 'MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA, PARROQUIA SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO', and the main title 'MANUAL DE ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO BOCASHI'.

POR QUÉ USA ABONOS ORGÁNICOS?

- Aumenta la fertilidad del suelo.
- Fuente de energía para los microorganismos benéficos del suelo.
- Favorecen la aireación y oxigenación del suelo
- Aumentan la retención de agua en el suelo.
- Disminuye la erosión del suelo, por efecto del agua y el viento.

AUTORAS:
Lisbeth Alexandra Morales Rodríguez.
Liz Janina Andino Rosero.
DIRECTORA:
Ing. Gladys Yaguana MSc.
ASESORES:
Ing. María José Romero MSc.
Ing. Oscar Rosales MSc.
Ing. Daniel Sonó MSc.

Contactos
Lisalexamorales-9292@hotmail.com
janynandino@hotmail.com

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FICAYA
INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:
MEJORAMIENTO DE SUELOS DEGRADADOS MEDIANTE EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA ASOCIACIÓN PLAZA-PALLARES, COMUNIDAD UGSHA, PARROQUIA SAN PABLO DEL LAGO-CANTÓN OTAVALO.

MANUAL DE ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO
BOCASHI

¿Qué es el bocashi?

Bocashi es un abono orgánico semifermentado. Proviene de una tecnología tradicional japonesa que contiene muchos organismos benéficos.

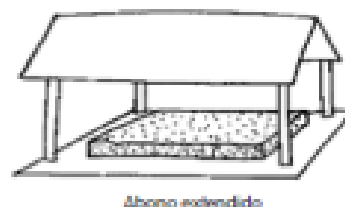
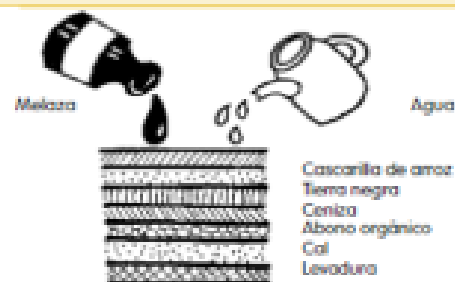


Beneficios del bocashi en el suelo

- No se forman gases tóxicos, ni malos olores.
- El volumen que se produce se adapta a las necesidades.
- No causa problemas en el almacenamiento y transporte.
- El producto se elabora en un período relativamente corto
- Bajo costo de producción.

Materiales

- Rastrojos de frejol
- Cascarilla de arroz
 - Eco gallinaza
 - Tierra de bosque cerrida
 - Carbón
 - Estiércol Bovino
 - Melaza, levadura y cal



Proceso para la elaboración del bocashi

- Seleccionar un lugar protegido de la lluvia, el sol y el viento adecuado para la elaboración de este abono.
- Colocar los residuos como las cascarillas de arroz, los rastrojos de los cultivos, los ingredientes como el estiércol de los animales, cal, melaza disuelta en agua, levadura y tierra negra mezclar hasta lograr una textura homogénea.
- La altura de la abonera no debe ser superior a los 50 CMS.
- Luego de terminada la abonera, se debe regar agua y realizar el volteo dos veces al día durante 15 días, hasta que esté lo suficientemente húmedo para favorecer la acción de los organismos descomponedores.

CURIOSIDADES

La temperatura no debe de excederse de 45° C. Una forma práctica de verificar la temperatura es introduciendo una varilla dentro de los materiales durante 5 minutos, al sacarlo se toca con la mano, si quema tiene demasiado calor y será necesario voltearlo inmediatamente.

ANEXO 9. Memorias fotográficas



Fotografía 1. Contenedor de la materia



Fotografía 2. Elaboración del humus.



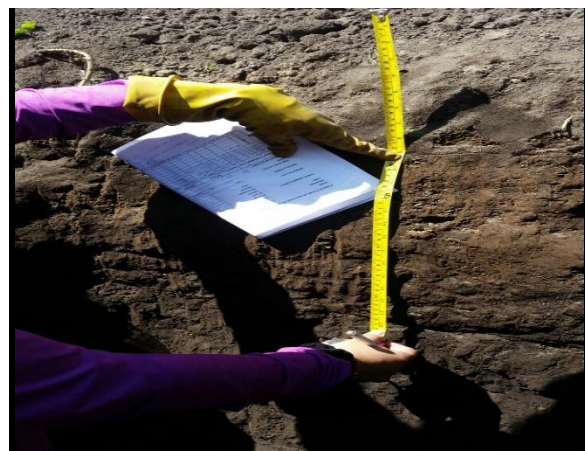
Fotografía 3. Elaboración del compost.



Fotografía 4. Elaboración del bocashi.



Fotografía 5. Secado y tamizado de los abonos



Fotografía 6. Medición del perfil del suelo (calicata)



Fotografía 7. Delimitación del área del ensayo



Fotografía 8. Limpia del terreno con pase de arado y rastra



Fotografía 9. Toma de muestras del suelo



Fotografía 10. Siembra al voleo



Fotografía 11. Tapado de la semilla



Fotografía 12. Quince días de Cultivo de cebada.



Fotografía 13. Cuatro meses del Cultivo de cebada.



Fotografía 14. Visita del grupo asesor a Asociación Plaza Pallares.



Fotografía 15. Cinco meses de Cultivo de cebada.



Fotografía 16. Corte y pesaje de biomasa.



Fotografía 17. Cosecha manual con la hoz.



Fotografía 18. Cosecha por parcela neta.



Fotografía 19. Trillado del cultivo.



Fotografía 20. Semilla de cebada.



Fotografía 21. Socialización del proyecto de investigación.



Fotografía 22. Entrega de trípticos acerca del proceso de elaboración de los abonos orgánicos.