



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE
BOCASHI CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS
EFICACES (EM) EN DIFERENTES UPAs DE LA COMUNIDAD
LA MATARA, CANTÓN SARAGURO**

Tesis de grado previa a
la obtención del título
de Ingeniero Agrícola

AUTOR:

Claudio Sosoranga Paqui

DIRECTOR:

Edison Ramiro Vásquez, PhD.

Loja – Ecuador

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TESIS

Edison Ramiro Vásquez, PhD.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que el señor CLAUDIO SOSORANGA PAQUI, egresado de la Carrera de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Loja, realizó bajo mi dirección el trabajo investigativo titulado, **ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BOCASHI CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN DIFERENTES UPAs DE LA COMUNIDAD LA MATARA, CANTÓN SARAGURO**, el mismo que se realizó de acuerdo a los objetivos y metodología propuesta en el cronograma establecido, habiendo cumplido con las normas institucionales exigidas para el efecto. Sus resultados han sido analizados y discutidos desde el punto de vista técnico-científico con base a la naturaleza del trabajo, por lo que autorizo su presentación.

Loja, 12 de enero de 2018


Edison Ramiro Vásquez, PhD.
DIRECTOR DE TESIS

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL

CERTIFICAN:

Que el documento de tesis **ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BOCASHI CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN DIFERENTES UPAs DE LA COMUNIDAD LA MATARA, CANTÓN SARAGURO** de autoría del señor Claudio Sosoranga Paqui, egresado de la Carrera de Ingeniería Agrícola, ha sido revisado, por lo que autorizamos la impresión y publicación.

Loja, 09 de enero de 2018



Ing. Walter Tene Ríos, MCs.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Patricio Aguirre Carrión, MSc.
VOCAL




Ing. Marconi Mora Erraes, MSc.
VOCAL

AUTORÍA

Yo, Claudio Sosoranga Paqui, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Claudio Sosoranga Paqui

Firma: 

Cédula: 1104698491

Fecha: Loja, 15 de enero de 2018

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, **Claudio Sosoranga Paqui**, declaro ser autor de la tesis titulada: **ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE BOCASHI CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN DIFERENTES UPAs DE LA COMUNIDAD LA MATARA, CANTÓN SARAGURO** como requisito para optar el grado de Ingeniero Agrícola, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 15 días del mes de enero de 2018, firma el autor.

Firma: 

Autor: Claudio Sosoranga Paqui

C.I. 1104698491

Dirección: Loja, cantón Saraguro, barrio Matala

Correo electrónico: urbansport2010@hotmail.com

Celular: 0980946760

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de tesis: Edison Ramiro Vásquez, PhD.

Tribunal de grado

Presidente del tribunal: Ing. Walter Tene Rios, M.Sc.

Vocal: Ing. Patricio Aguirre Carrión, M.Sc.

Vocal: Ing. Marconi Mora Erraes, M.Sc.

AGRADECIMIENTO

Para que el presente trabajo de tesis se termine con éxito, agradezco infinitamente a Dios y a la Virgen del Cisne por bendecirme y poder llegar hasta donde he llegado.

A la Universidad Nacional de Loja por abrirme las puertas a su prestigiosa institución y su ardua enseñanza en la formación académica, a la Carrera de Ingeniería Agrícola, al coordinador, profesores, y administrativos; de manera especial a aquellos que contribuyeron a mi formación profesional.

Especial reconocimiento al Dr. Edison Ramiro Vásquez, PhD. Director de la tesis quien, con su total disposición, paciencia, conocimientos, experiencias profesionales me brindo sabios consejos y sugerencias técnicas para el desarrollo de la investigación.

Finalmente, agradezco a los moradores de la comunidad La Matara, quienes con su disposición me acompañaron en los talleres y socialización de la presente investigación y también a mis compañeros de la Carrera de Ingeniería Agrícola que me brindaron su apoyo incondicional con sus conocimientos y material didáctico.

Claudio.

DEDICATORIA

A mi familia, de manera especial a mis padres Manuel Álvaro Sosoranga y Elsa María Paqui, quienes con tanto esfuerzo me apoyaron económicamente y lo más importante con sus sabios consejos invirtieron su tiempo para educarme con amor y valores.

A mi hermano Ángel, mis hermanas Olga y Tatiana por brindarme esos consejos de motivación, cariño y ofrecerme esa mano solidaria cada instante de mi vida.

A mí cuñado Alberto, tíos, primos, y todas las personas que estuvieron pendientes del paso a paso que daba en lo académico y personal.

Finalmente, dedico mi trabajo a todos los docentes que aportaron con sus conocimientos y me formaron como un profesional tanto en valores como académicamente con una visión distinta para solucionar múltiples problemas que se presentan en el sector social, sobre todo en el campo agrícola donde están concentrados la mayor parte de gente de nuestra provincia y el país, garantizando así su calidad de vida con sustento económico y soberanía alimentaria de calidad.

Claudio.

INDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TESIS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Trabajos Realizados.....	3
2.2. La fertilidad del suelo en el Ecuador.....	4
2.2.1. Fertilizantes orgánicos e inorgánicos.....	5
2.3. Agricultura orgánica.....	6
2.3.1. Residuos sólidos.....	6
2.3.2. Abonos.....	7
2.3.3. Propiedades de los abonos.....	8
2.3.3.1. Propiedades físicas.....	8
2.3.3.2. Propiedades químicas.....	9
2.4. Los Microorganismos Eficientes (EM).....	13
2.4.1. Modo de acción de los EM.....	14
2.4.2. Tipos de EM.....	15
2.4.3. Bacterias fotosintéticas.....	15
2.4.4. Bacterias ácido lácticas.....	15
2.4.4.1. Levaduras.....	15
2.4.4.2. Actinomicetos.....	16
2.4.4.3. Hongos de fermentación.....	16
2.4.5. Aplicaciones de Microorganismos Eficientes.....	16
2.4.6. Microorganismos Eficientes Comercial (EM-1).....	17
2.5. Bocashi.....	17
2.5.1. Fermentación del Bocashi.....	18
2.5.2. Propiedades de los componentes para la producción de Bocashi.....	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Ubicación del experimento.....	21
3.1.1. Ubicación política del diseño experimental.....	22
3.1.2. Ubicación geográfica del cantón Saraguro.....	22
3.1.3. Ubicación ecológica del cantón Saraguro.....	22
3.2. Tipificación de los residuos orgánicos generados en las UPAs de la comunidad La Matara.....	22
3.3. Evaluación de las características químicas de Bocashi elaborado con residuos orgánicos de las UPAs con tres dosis de EM comercial y artesanal.....	22

3.3.1.	Materiales y herramientas para el cultivo y cosecha de microorganismos.....	22
3.3.2.	Captura de microorganismos eficaces artesanal (EM Artesanal).....	23
3.3.3.	Cultivo de microorganismos eficaces Artesanal (EM Artesanal).....	23
3.3.4.	Elaboración de Bocashi.....	24
3.3.5.	Relación Carbono-Nitrógeno.....	28
3.3.6.	Medición del pH.....	28
3.4.	Capacitación a los productores de la Comunidad La Matara sobre la conversión de los residuos orgánicos en abonos.....	28
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1.	Tipificación de los residuos orgánicos generados en las UPAs de la comunidad La Matara.....	30
4.1.1.	Organizaciones en la comunidad La Matara.....	30
4.1.2.	Uso del suelo.....	31
4.1.3.	Superficie regada y métodos de riego.....	31
4.1.4.	Diversificación de la producción, consumo y venta.....	32
4.1.5.	Destino de los residuos de cosecha.....	33
4.1.6.	Cantidad de residuos de cosecha generados en la comunidad La Matara.....	33
4.1.7.	Animales domésticos y producción de estiércol por UPA.....	34
4.1.8.	Destino del estiércol.....	34
4.2.	Evaluación de las características químicas de Bocashi elaborado con residuos orgánicos y EM.....	35
4.2.1.	Temperatura de las pilas de Bocashi.....	35
4.2.2.	Nitrógeno total.....	35
4.2.3.	Fósforo (P ₂ O ₅).....	36
4.2.4.	Potasio (K ₂ O).....	38
4.2.5.	Materia orgánica.	39
4.2.6.	Relación Carbono/Nitrógeno.	40
4.2.7.	pH.....	41
4.3.	Capacitación a los productores de la Comunidad La Matara.....	41
5.	CONCLUSIONES.....	43
6.	RECOMENDACIONES.....	44
7.	BIBLIOGRAFÍA.	45
8.	ANEXOS.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos de EM. La Matara, Saraguro 2017.....	25
Tabla 2. Dosificación de EM Comercial y EM Artesanal.....	27
Tabla 3. Contrastes al 5% de significación para el Nitrógeno total del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.....	La 36
Tabla 4. Contrastes al 5% de significación para el Fósforo (P ₂ O ₅) del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.....	La 37
Tabla 5. Contrastes al 5% de significación para el Potasio (K ₂ O) del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.....	La 38
Tabla 6. Contrastes al 5% de significación para la materia orgánica del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.....	La 39
Tabla 7. Contrastes al 5% de significación para la Relación Carbono/Nitrógeno del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.....	del 40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1. Ubicación de las unidades experimentales.....	21
Figura. 2. Recolección, transporte y clasificación de hojarasca en descomposición de montaña ...	23
Figura. 3. Mezcla de hojarasca, salvado de trigo y melaza.	23
Figura.4. Compactación y sellado de la mezcla de hojarasca, salvado de trigo y agua y melaza. ...	24
Figura. 5. Diseño bloques al azar con tres réplicas (UPAs).	25
Figura. 6. Unidad experimental (pila de Bocashi)	26
Figura. 7. Elaboración de las pilas de Bocashi (Unidad experimental).	26
Figura. 8. UPA 1, Organización de mujeres “Mushuk Yuyay”	27
Figura. 9. UPA 2, predios de un grupo denominado Consejo de Sanadores.	27
Figura. 10. UPA 3, predios de Manuel Sosoranga.....	27
Figura. 11. Organizaciones a las que pertenecen los miembros de la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.....	30
Figura. 12. Uso del suelo en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.	31
Figura. 13. Superficie regada y método de riego utilizado en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.....	31
Figura. 14. Producción, consumo y venta en t/año de gramíneas, leguminosas y tubérculos en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.....	32
Figura. 15. Producción, consumo y venta en t/año de frutales, hortalizas y medicinales en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.....	32
Figura. 16. Destino de los residuos de cosecha en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.....	33
Figura. 17. Cantidad de residuos de cosecha en t/año generados en La Matara, Saraguro, 2017.	33
Figura. 18. Animales domésticos por UPA y producción de estiércol por año en t/UPA. La Matara, Saraguro, 2017.....	34
Figura 19. Destino del estiércol. La Matara, Saraguro, 2017.....	34
Figura. 20. Comportamiento de la temperatura de la pila de Bocashi. La Matara, Saraguro, 2017. .	35

Figura 21. Contrastes al 5% de significación para el Nitrógeno total del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017.....	36
Figura 22. Contrastes al 5% de significación para el Fósforo (P ₂ O ₅) del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017.....	37
Figura 23. Contrastes al 5% de significación para el Potasio (K ₂ O) del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017.....	38
Figura 24. Contrastes al 5% de significación para la MO del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017....	39
Figura 25. Contrastes al 5% de significación para la Relación Carbono/Nitrógeno del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017.....	40

**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE
BOCASHI CON LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS
EFICACES (EM) EN DIFERENTES UPAs DE LA
COMUNIDAD LA MATARA, CANTÓN SARAGURO**

RESUMEN

Con el objetivo de contribuir al mejoramiento de la fertilidad del suelo de la comunidad La Matara mediante la aplicación de Bocashi elaborado con residuos orgánicos de las UPAs se llevó a cabo un experimento de bloques al azar con tres réplicas, tres dosis de EM-artesanal y EM-comercial más un testigo. Mediante una encuesta se logró determinar que las familias de la comunidad La Matara se dedican al cultivo de productos de autoconsumo y un excedente se comercializa en el mercado de la ciudad de Saraguro, de igual manera a la crianza de animales, mientras que los residuos de cosechas, así como el estiércol de los animales domésticos, constituyen una fuente importante para generar abonos. Con incrementos de las dosis de EM en el abono, se logró elevar los valores de nitrógeno total 21%, fósforo 34%, potasio 132% y materia orgánica 12% todos con respecto al testigo, en una etapa de descomposición del Bocashi que tuvo una duración de 30 días. Otro aspecto a recalcar es el comportamiento similar entre el EM-Comercial y EM-Artesanal; en la relación C/N de manera general, existe una diferencia de hasta 10% entre el testigo y el EMa y el pH de las pilas de Bocashi se encuentran en los rangos permisibles con valores que fluctúan de 5,4 a 7,0. Los agricultores de la comunidad La Matara fueron capacitados en la elaboración de Bocashi con la incorporación de EM Artesanal.

Palabras claves: Bocashi, EM-Artesanal, EM-Comercial, abono orgánico, nutrimentos, microorganismos eficaces.

SUMMARY

With the objective of contributing to the improvement of soil fertility of “La Matara” community through the application of Bocashi made with organic residues of the UPAs, a randomized block experiment was carried out with three replications, three doses of hand-crafted EM and EM-commercial plus a witness. Through a survey it was possible to determine that the families of “La Matara” community are dedicated to the cultivation of self-consumption products and a surplus is sold in the market of Saraguro city, in the same way to the raising of animals, while the residues of harvests, as well as the manure of domestic animals, constitute an important source to generate fertilizers. With increases of the doses of EM in the fertilizer, it was possible to raise the values of 21% total nitrogen, 34% phosphorus, 132% potassium and 12% organic matter all with respect to the control, in a decomposition stage of the Bocashi that had duration of 30 days. Another aspect to emphasize is the similar behavior between the EM - Commercial and EM - Handicraft; in the C / N ratio in general, there is a difference of up to 10% between the control and the EMa and the pH of the Bocashi batteries are in the permissible ranges with values ranging from 5.4 to 7.0. The farmers of the “La Matara” community were trained in the elaboration of Bocashi with the incorporation of EM Artisanal.

Keywords: Bocashi, EM-Handicraft, EM-Commercial, organic fertilizer, nutrients, effective microorganisms.

1. INTRODUCCIÓN

“En nuestro país, el suelo ha sido considerado simplemente como un soporte inerte, una fuente de nutrimentos para el desarrollo de las plantas. Se le han aplicado agroquímicos sin ningún tipo de consideración ambiental, sin entender que este recurso conocido por nuestros ancestros como Pachamama tiene vida y su dinámica está estrechamente relacionada con los ciclos de la naturaleza. La aplicación de los paquetes tecnológicos de la “revolución verde” que buscan incrementar los rendimientos productivos se ha convertido así en un mal negocio a mediano plazo ya que el suelo indefectiblemente va perdiendo su fertilidad y por ende su capacidad productiva” (Suquilanda Valdivieso & MAGAP, 2017).

Según Ramos Agüero & Terry Alfonso, (2014), “anualmente se produce una cantidad considerable de residuos de cosechas, pero sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación, tanto humana como animal, dejando una gran cantidad, de mal llamado, desechos sólidos, que de ser compostados constituyen una fuente de nutrimentos disponibles y de microorganismos eficientes (EM). El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo”.

Bojo este contexto considero la información acertado para llevar a cabo el presente tema de investigación, tomando en cuenta que en el cantón Saraguro y específicamente en la comunidad La Matara, los suelos afrontan problemas similares del mal manejo de residuos de cosecha que generan en las Unidades de Producción Agrícola (UPAs) por parte de los agricultores que carecen de conocimientos sobre los beneficios nutricionales del Bocashi. Por ello se hizo imprescindible un diseño experimental ubicados en tres puntos estratégicos de la comunidad, con siete tratamientos de Bocashi de $0,375\text{m}^3$ cada uno, en un lapso de tiempo para descomponerse de treinta días, aplicando Microorganismos Eficaces artesanal (EMa) y microorganismos Eficaces comercial (EMc) con aplicaciones en dosis de 0,25; 0,50 y 0,75 ml/m^3 de EM cada uno más un testigo (siete tratamientos), mismos que al finalizar la etapa de descomposición fueron sometidos a un análisis químico de contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, materia orgánica, pH y relación carbono-nitrógeno realizados en el Laboratorio de Fitopatología, MAGAP, Tumbaco – Quito, resultados que permitieron hacer comparaciones entre las diferentes dosis de EM tanto artesanal como comercial y los testigos.

Una de las ventajas del Bocashi según Román et al.,(2013), se anotan: “la no formación de gases tóxicos y malos olores, libre de sustancias tóxicas, mejora las propiedades físicas y químicas de los suelos, estimula el crecimiento de las plantas, con aportes paulatinos de elementos nutritivos al sistema radicular”. Esto despertó interés al presente proyecto investigativo a la búsqueda y evaluación de alternativas para el manejo del reciclado de nutrimentos a partir de fuentes como el uso de estiércol de origen animal como cobayos, ovinos y bovinos que son los de mayor crianza en la comunidad y otras fuentes propias de los sistemas productivos como los residuos de cosecha, que se constituyen en las materias primas del proceso; información que fueron identificados en un diagnóstico mediante encuesta a 30 agricultores destacados previo a la construcción del experimento. Además con el objetivo de difundir la información y concientizar a la comunidad, se dictaron tres talleres: de inicio, durante y al finalizar el proyecto.

Considerando el argumento en mención y para llevar a efecto el tema de investigación se ha planteado dar cumplimiento de los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Contribuir a la recuperación de la fertilidad del suelo de la comunidad La Matara mediante la aplicación de Bocashi elaborado con residuos orgánicos de las UPAs con tres dosis de EM comercial y artesanal.

Objetivos específicos

- Tipificar los residuos orgánicos generados en las UPAs de la comunidad La Matara para la conversión en abonos.
- Evaluar las características químicas de Bocashi elaborado con residuos orgánicos de las UPAs con tres dosis de EM comercial y artesanal.
- Capacitar a los productores de la Comunidad La Matara sobre la conversión de los residuos orgánicos en abonos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Trabajos Realizados

Toalombo Iza, (2012), investigó sobre la **Evaluación de Microorganismos Eficientes Autoctonos Aplicados en el Cultivo de Cebolla Blanca (*Allium fistulosum*)**, concluye que no existe diferencia en ninguna de las variables, pero al analizar los datos críticamente concluye que el tratamiento con dosis de 3cc de EM autóctonos y frecuencia de aplicación de cada 14 días demostró ser el mejor para mejorar el rendimiento en el cultivo de Cebolla blanca.

Naranjo Pacha, (2013), en su trabajo de investigación, **Aplicación de Microorganismos para Acelerar la Transformación de Desechos Orgánicos En Compost**. Resultado según la prueba de significación de Tukey al 5% se registraron dos rangos bien definidos: el de menor tiempo a la obtención del compost se obtuvo en la interacción Compost Treet, dosis de 30 cc/10 l de agua, con promedio de 83,00 días, mientras que el mayor tiempo a la obtención del compost, reportó la interacción P1D1 (micro organismos locales, dosis de 10 cc/10 l), con promedio de 120 días, de las tres dosis empleadas tenemos el Compost Treet, dosis de 30 cc/10 l de agua con mejor contenido nutricional, al reportar mayor contenido de fósforo (339,66 ppm) y buen contenido de nitrógeno, potasio y materia orgánica, por lo que es el producto apropiado para acelerar la descomposición de los materiales orgánicos, obteniéndose el compost en menor tiempo, con mejor contenido nutricional.

Loarte Enríquez, (2017), en su trabajo de investigación **Evaluación de Tres Tipos de Bocashi con la Aplicación de Microorganismos Eficientes, Elaborados con Residuos Orgánicos de las UPAs de la Parroquia Chuquiribamba, del Cantón Loja**, Consiguiendo las mejores características químicas del Bocashi para el pH en el tratamiento: Bocashi de 45 días más dosis EM Comercial con 8,69; la MO, Nitrógeno y el potasio es el tratamiento Bocashi de 60 días más dosis EM Local con 30,63%, 1,01% y 1166,7 ppm respectivamente; para el fósforo es el tratamiento Bocashi de 45 días más dosis EM Local con 796,84 ppm.; y, el calcio responde de mejor manera el tratamiento Bocashi de 30 días sin EM con 12,2 meq/100 ml; mientras que en crecimiento y desarrollo de plantas hortícolas, las mejores respuestas de los abonos en estudio para altura de planta se obtuvieron en el tratamiento Bocashi de 45 días más dosis EM Comercial con 17,7cm de altura.

Ramos Agüero & Terry Alfonso (2014), en su trabajo de investigación titulado, **Generalidades de los Abonos Orgánicos: Importancia del Bocashi como Alternativa Nutricional para Suelos y Plantas**, resume algunos aspectos relacionados con el empleo de los abonos orgánicos, haciendo especial énfasis en el desarrollo y fabricación del abono fermentado tipo Bocashi y su empleo en la agricultura. En la Tabla expone resultados de contenido de nutrimentos de diferentes Bocashis elaborados en cinco lugares distintos.

Referencia	N	P	K (%)	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn	B
2	1,60	0,40	2,20	1,00	0,70	15175	32	500	108	ND
32	1,18	0,70	0,50	2,05	0,21	2304	19	506	61	18
41	2,18	0,83	0,60	2,41	0,56	3,57 *	71	963	117	ND
42	2,00	0,19	5,30	0,54	0,15	643	5,70	747	16,8	ND

* Valor expresado en porcentaje. ND: no determinado

Fuente: Ramos Agüero & Terry Alfonso (2014).

2.2. La fertilidad del suelo en el Ecuador

Sobre la cronología de la fertilidad del suelo en Ecuador, Iñiguez (2010), refiere que los agricultores en su afán permanente de aumentar la producción y productividad de las especies cultivadas, desarrollaron obras de ingeniería física como terrazas, andenes, siembras en contorno y otras con la finalidad de proteger a los suelos de la erosión y retener agua; de igual manera edificaron reservorios (albarradas), camellones y acequias. Además, descubrieron como mantener la fertilidad de los suelos a través de la aplicación de estiércoles de diferentes especies de animales domésticos.

En nuestro país, la formación del suelo a lo largo de los años incide distintos procesos de transformación de la roca madre así como el clima (en especial la lluvia y la temperatura), las plantas y otros organismos vivos, y el hombre. Los materiales que componen el suelo se han estratificado en capas llamadas horizontes que constituyen el perfil del suelo. Para efectos prácticos, la parte que interesa al agricultor es la más superficial, de color más oscuro y más rica en MO que conocemos como suelo. La capa sobre la que se asienta el suelo es conocida como subsuelo. La mayoría de las raíces de las plantas se desarrollan en el suelo que llega hasta 20 o 30 cm de profundidad en función de las labores practicadas y de sus características físicas. Es allí donde se almacena la mayor parte de los elementos químicos asimilables que las plantas absorben. El subsuelo, cuya profundidad varía según la textura, debe ser permeable para permitir una buena circulación del aire y del agua (Suquilanda Valdivieso & MAGAP, 2017).

En lo concerniente a los suelos del cantón Saraguro, la fertilidad o grado de nutrimentos disponibles de la mayoría de los suelos presentan una elevada reserva mineral, consecuentemente, tienen una fertilidad potencial alta. El desgaste acelerado que sufren los suelos en las fuertes pendientes, determina la presencia en gran parte de ellas de entisoles e inceptisoles que representan suelos jóvenes carentes de características a las genéticas, pero que no son necesariamente malos. Así mismo la profundidad del suelo está asociada con la erosión acelerada que es común en los terrenos laderosos desprovistos de una vegetación protectora (GADMIS, 2015).

Los suelos del cantón Saraguro de una manera general tienen un pH que oscila entre neutro a alcalino (7-8), la disponibilidad de materia orgánica y nitrógeno es media, el contenido de fósforo es bajo generalmente, y la provisión de potasio es alta especialmente en áreas secas y tropicales (GADMIS, 2015).

2.2.1. Fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

Los **fertilizantes orgánicos** incluyen entre otros el estiércol de animales, harina de hueso y carne, compost y abonos verdes. Este provee una liberación lenta de nutrimentos que se produce cuando los microorganismos en la tierra degradan el material orgánico hasta formar compuestos inorgánicos solubles en agua que las plantas puedan usar. Aumenta la acción de los hongos y bacterias benéficas en el suelo, se multiplican y ayudan a que no se pierdan nutrimentos por “escurrido” mejorando la estructura del suelo, la desventaja es que la mayoría de los fertilizantes orgánicos no pueden ser utilizados por las plantas inmediatamente. Debido a que tiene que sufrir un proceso de humificación y mineralización. Además, la información sobre la cantidad de nutrimentos y el número de elementos de dichos fertilizantes, por ejemplo sobre el estiércol, es muy difícil de obtener y eso hace que no se sepa calcular exactamente cuánto fertilizante usar. Mientras que los **fertilizantes inorgánicos** es que los nutrimentos están disponibles para ser usados por las plantas de forma inmediata. Además, las cantidades exactas de cualquier elemento se pueden calcular y dicho nutriente puede ser suministrado a las plantas de forma cuantificada, con la desventaja de que se “escurre” fácilmente por debajo de las raíces, debido a la lluvia o a riegos. Estos productos no poseen más nutrimentos que los especificados en la etiqueta. Una aplicación que sea demasiado o muy cerca de las raíces puede causar que la planta sea “quemada”. Por último, aplicaciones excesivas de fertilizantes inorgánicos pueden resultar en un aumento de sales tóxicas en el suelo, creando con esto desequilibrios químicos (Lindner, 2014).

2.3.Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema agrícola que utiliza alternativas sustentables y acorde al medio ambiente en remplazo de los fertilizantes inorgánicos, utiliza al máximo los recursos de la finca, conservando la fertilidad del suelo y la actividad biológica (González Sánchez, Sebastian, Yiselh, Kevin, & Yuleidy, 2011). Además, se pueden obtener buenos niveles productivos, evitando todo tipo de riesgos de contaminación química para el trabajador rural, para el consumidor final, para el medio ambiente y obtener una producción sostenida que contribuya simultáneamente a la conservación y recuperación de los recursos naturales (Cuchman, 2005).

La agricultura orgánica considera a los abonos verdes como fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio de origen orgánico, sin tener en cuenta su fantástica influencia sobre el nivel de vida de los microorganismos del suelo. En la agricultura orgánica los abonos verdes son la mayor fuente de MO para el productor rural. Junto a los recursos naturales agua, radiación y nutrimentos del suelo, forman gran cantidad de MO para la microvida del suelo que proporciona todo el potencial de producción a un sistema agrícola (Suquilanda Valdivieso & MAGAP, 2017).

2.3.1. Residuos sólidos.

El análisis Sectorial de Residuos Sólidos del Ecuador, que levantó el Ministerio del Ambiente (2002) indica que en Ecuador se generan 4,06 millones de toneladas métricas de basura al año. Para el 2017 se prevé que los desechos se incrementen a 5,4 millones. El 72% de estos residuos van a parar a botaderos de basura a cielo abierto que son manejados por 160 municipios a escala nacional (Velasco, 2015).

En Saraguro, el servicio de recolección de basura no es permanente además de no llegar a todas las viviendas, lo que ha obligado a que el 68.06% busquen otros medios para la eliminación de la basura que por lo general aumentan el grado de contaminación de los sectores. El cantón cuenta con un relleno sanitario, la recolección de basura es 40% orgánica y 58% inorgánica (GADMIS, 2015).

En este contexto, toma relevancia orientar investigaciones para promover la cultura de la agricultura orgánica mediante la conversión de los residuos orgánicos generados en las UPAs, que contribuyan al desarrollo de sistemas de producción económicos, ambientales y socialmente sostenibles.

2.3.2. Abonos.

Es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (Cegarra, 2015). Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad, pH (Félix Herrán, Sañudo Torres, Rojo Martínez, Martínez Ruiz, & Olalde Portugal, 2008), en el potasio disponible, calcio y el magnesio (Miyasaka & Erhart, 2003). En cuanto a las propiedades físicas, la estructura, porosidad del suelo, mejoran la infiltración de agua, y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación (Brechelt, 2004).

Los abonos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; sus principales funciones son, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes; aspecto que tiene gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Medina, Monsalve, & Forero, 2010).

(Bejarano Mendoza & Restrepo Rivera, 2002a), señala que los abonos, pueden ser sin procesar y procesados; dentro de los primeros, se mencionan las excretas animales, desechos vegetales y abonos verdes. Entre los procesados se encuentran el Compost, Bocashi, Lombricompost, ácidos húmicos, abono líquido fermentado (biol), te de estiércol. Sánchez (2003) afirma que los abonos sólidos se clasifican en Compost, Lombricompost y Compost tipo Bocashi.

Según Suquilanda Valdivieso & MAGAP, (2017), con el propósito de disminuir la dependencia del uso de los agroquímicos en la producción agropecuaria y acuícola, los productores del sector rural buscan alternativas fiables y sostenibles que les permitan obtener productos de buena calidad sin contaminar el ambiente ni causar un impacto negativo en su salud, la de sus familias y la de los consumidores finales. Los abonos orgánicos sólidos pueden ser descompuestos aeróbicamente (tipo compost), fermentados aeróbicamente (tipo

bocashi) o procesados con lombrices (lombricompost o humus de lombriz); también tenemos los abonos orgánicos líquidos fermentados anaeróbicos procesados en biodigestores (bioles, purines, té). Dos componentes importantes de la MO son los ácidos húmicos y los ácidos fúlvicos. Son los responsables de muchas de las mejoras que provoca el humus. Las sustancias húmicas elevan la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de los suelos al formar complejos arcillo-húmicos. Forman además complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable para la planta. También es importante señalar que el humus favorece el desarrollo normal de cadenas tróficas en el suelo. Otro beneficio de la MO humificada es su potencial para controlar poblaciones de patógenos del suelo.

Los abonos aportan nutrimentos y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos, y huminas), que al incorporarla en el suelo ejercerá distintas reacciones tales como: mejora la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de éstos, aumenta la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos (Félix Herrán et al., 2008).

Adicionalmente, los abonos mejoran la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua, estimulan el desarrollo de plantas, regulan la velocidad de infiltración del agua, disminuyen la erosión producida por el escurrimiento superficial (Félix Herrán et al., 2008), favorecen la disponibilidad de micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta, son fuente importante de carbono para los microorganismos del suelo e incrementan el desarrollo de cadenas tróficas en el suelo (Félix Herrán et al., 2008).

2.3.3. Propiedades de los abonos.

Los abonos tienen propiedades, que ejercen efectos sobre el suelo y hacen aumentar la fertilidad.

2.3.3.1. Propiedades físicas.

Porosidad: es un factor importante por la presencia de poros pequeños, mayor retención de humedad, mientras que con poros grandes hay mayor evacuación de los excesos de agua. Lo que se pretende encontrar un equilibrio en la porosidad para evitar la muerte de la planta por exceso de agua dentro del sustrato. Por lo tanto, si hay poca retención de agua podría estar interrumpiendo la actividad fisiológica natural de la planta (Ansorena Miner, Javier, 2000).

Color: el abono orgánico por su color oscuro, absorbe más radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrimentos. La textura en muchos de los casos son propias de los sustratos y no pueden ser modificadas, por este motivo los sustratos tienden a ser seleccionados mayormente por las propiedades físicas (Gómez M., 2015).

2.3.3.2. Propiedades químicas.

Influyen en el suministro de nutrimentos a través de la capacidad de intercambio catiónico, la cual depende en gran medida de la acidez del sustrato. Estas pueden ser modificadas con la adición de fertilizantes y enmiendas, en ellas se encuentran el contenido de macro y micronutrientes, pH y capacidad de intercambio catiónico. Un equilibrio de estos tres factores permite tener un sustrato adecuado para el crecimiento del cultivo, la aireación y oxigenación del suelo por lo que hay mayor actividad radicular, mayor actividad de los microorganismos aerobios (Gómez M., 2001).

pH: Es un índice que indica el grado de acidez o alcalinidad de un extracto acuoso del suelo, en este caso del Bocashi. Se trata de un índice, es decir es un indicativo de las condiciones generales de fertilidad del suelo. Esto significa que un pH bajo o un pH alto en el suelo ocasionaría deficiencias o excesos nutricionales de varios elementos, lo cual sería considerado como la enfermedad (Padilla G., 2007).

La elaboración de este tipo de abono requiere que el pH oscile entre un 6,0 y 7,5; valores extremos inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación de los materiales. Sin embargo, al inicio de la fermentación el pH es bien bajo, pero gradualmente se va auto-corrigiendo con la evolución de la fermentación o maduración del abono (Restrepo Rivera & FAO 2011, 2017).

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estados del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Nitrógeno: se habla de mineralización del nitrógeno, para referirse al conjunto de transformaciones mediante las cuales la acción de los microorganismos convierte una forma orgánica de nitrógeno en una forma inorgánica. La acción degradante es ejercida por los

microorganismos a través de las enzimas (catalizadores orgánicos de naturaleza proteica) que sintetizan. Algunas enzimas son liberadas al medio (actúan extracelularmente) y otras ejercen su acción intracelularmente. La materia orgánica contiene cerca del 5% de nitrógeno total, sirviendo de esta manera como un depósito para el nitrógeno de reserva. Los microorganismos que descomponen la materia orgánica necesitan nitrógeno para fabricar su proteína. La toma del nitrato (NO_3^-), cuando las plantas alcanzan un estrés hídrico excede la utilización en el proceso de crecimiento y el nitrato se acumula en los tejidos de la planta. Esto indica que los cultivos toman N en forma de NO_3^- , en suelos secos o sobre la capacidad de campo más rápidamente que lo requerido (Padilla G., 2007).

La fitotoxicidad en un material que no ha terminado el proceso de compostaje correctamente, el nitrógeno está en forma de amonio en lugar de nitrato. El amonio en condiciones de calor y humedad se transforma en amoniaco, creando un medio tóxico para el crecimiento de la planta y dando lugar a malos olores (Román et al., 2013).

El bloqueo biológico del nitrógeno, también conocido como “hambre de nitrógeno”, ocurre en materiales que no han llegado a una relación Carbono: Nitrógeno equilibrada y que tienen material mucho más rico en carbono que en nitrógeno. Cuando se aplica al suelo, los microorganismos consumen el C presente en el material y rápidamente incrementan el consumo de N, agotando las reservas de N en el suelo (Román et al., 2013).

La reducción de oxígeno radicular es cuando se aplica al suelo un material que aún está en fase de descomposición, los microorganismos utilizarán el oxígeno presente en el suelo para continuar con el proceso, agotándolo y no dejándolo disponible para las plantas (Román et al., 2013).

Fósforo: se conoce que la planta absorbe fósforo en forma de los aniones orto fosfato que se encuentran en solución en el suelo. Estos fosfatos inorgánicos se adicionan fácilmente al suelo al aplicar fertilizantes comerciales. Sin embargo, durante el proceso de crecimiento, la planta convierte el fósforo inorgánico absorbido del suelo en fósforo orgánico. Este fósforo orgánico de los residuos pasa eventualmente a formar parte de la reserva de fósforo del suelo y servirá para futuros cultivos (Fluid Fertilizar Foundation, 2000).

Para promover la liberación del fósforo orgánico, el primer paso es manejar los residuos de cosecha y otros residuos de la finca adecuadamente para promover la formación de materia orgánica en el suelo. En segundo lugar, se debe ajustar el pH del suelo para maximizar la actividad microbiana (en suelos tropicales el rango es 5,5 a 6,5). En tercer lugar debe existir suficiente humedad, temperatura y aireación en el suelo para promover un

ambiente microbiano activo (Fluid Fertilizar Foundation, 2000). La máxima asimilación del fósforo se presenta en el rango de pH entre 6,5 a 7 (Padilla G., 2007).

Potasio: entre los roles específicos del potasio en la planta se incluyen el adecuado uso del agua, la tolerancia de la planta a varios tipos de estrés como heladas, sequía y, calor. El adecuado suministro de este nutriente también mejora la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades. En los sistemas mixtos (ganado-cultivo), la nutrición de los animales es generalmente la primera prioridad y los residuos de corral se retornan al suelo de los cultivos adyacentes. En estos casos, el potasio que ingresa en el alimento animal y en el tamo usado como camas frecuentemente excede a la salida en la leche, carne y la mayoría de potasio excretado se encuentra en la orina y el estiércol (Mikkelsen, 2015).

Es reconocido que los minerales que contienen potasio se mineralizan muy lentamente. Aproximadamente el 99% del potasio total se encuentra en forma mineral y solamente el 1% está en forma disponible en el suelo. Se estima que el 85% del potasio se mueve por difusión (contenido de humedad del suelo), 10% por flujo de masas (absorción de agua) y 5% por interceptación radicular (crecimiento y volumen) (Padilla G., 2007).

Materia orgánica: los organismos del suelo (biota), incluyendo los microorganismos, usan los residuos de las plantas y los animales y los derivados de la materia orgánica como alimentos. A medida que descomponen los residuos y la materia orgánica, los nutrientes en exceso (nitrógeno, fósforo y azufre) son liberados dentro del suelo en formas que pueden ser usadas por las plantas. Los productos de deshecho producidos por los microorganismos contribuyen a la formación de la materia orgánica del suelo. Mediante la descomposición de los residuos y el almacenamiento del carbono dentro de su propia biomasa o mediante la reconstrucción de nuevas estructuras de carbono, la biota del suelo tiene una función muy importante en los procesos de reciclaje de nutrientes. La adición de materia orgánica por medio de su transformación por los organismos del suelo es responsable de mantener la disponibilidad de agua y aire, proveer nutrientes a las plantas, destruir a los agentes contaminantes y mantener la estructura del suelo, consecuentemente, el suelo puede actuar como sumidero de dióxido de carbono (FAO, 1999).

La materia orgánica puede clasificarse en residuos y humus. Este humus corresponde al material final resultante de la descomposición de la materia orgánica por la actividad bacteriana y con una capacidad de intercambio de cationes entre 200 y 300 meq/100 g. El humus puede por lo tanto, unir los fragmentos minerales del suelo firmemente entre ellos, proporcionándole una estabilidad necesaria. El humus no permanece para siempre en el suelo.

Especialmente bajo condiciones tropicales está sujeto a posteriores descomposiciones. El humus puede absorber de dos a seis veces su propio peso de agua, pero su mayor valor radica en el aumento de la capacidad de retención de la humedad y su poder de mejorar la estructura del suelo. Una de las principales funciones de la materia orgánica es la de suplir alimento y energía a los microorganismos los cuales liberan elementos nutritivos (Padilla G., 2007).

En los procesos de descomposición intervienen fuerzas físicas como cambios de temperatura, humedad y luminosidad. Mediante el proceso de mineralización algunos elementos que son nutrimentos para las plantas se transforman de una forma orgánica no utilizable por éstas, a una forma inorgánica asimilable (Padilla G., 2007).

Relación Carbono-Nitrógeno (C/N): la relación C/N indica la potencialidad del suelo para transformar la materia orgánica en nitrógeno mineral. De manera general en suelos se considera que una relación C/N entre 8,5 y 11,5 produce una correcta liberación de nitrógeno, mientras que valores por encima o por debajo de esta cifra, provoca liberación muy escasa o excesiva. El nivel de MO y la relación C/N proporcionan información sobre el nitrógeno asimilable que el suelo va a producir a lo largo del ciclo de cultivo (AgroEs.es, 2013).

A continuación, se presentan algunos valores de la relación C/N:

C/N < 8,5 falta de energía, alta liberación de nitrógeno mineral.

C/N 8,5 a 11,5 suelo equilibrado, control en la liberación de nitrógeno mineral y el contenido en carbono del suelo.

C/N > 11,5 suelo con exceso de carbono y exceso de energía.

Algo diferente ocurre en la relación C/N de la materia orgánica, que suele tener valores medios bastante más altos y sufre otro proceso distinto de descomposición durante su proceso. Los ritmos de formación de los restos vegetales o animales en materia orgánica sufren un proceso mucho más rápido de descomposición que en un suelo natural, de ahí que los valores cambien. Lo ideal es tener una relación C/N entre 25 y 40 en la materia orgánica, valor mucho más alto que el 8,5-11,5 de un suelo (Agromática, 2017).

La relación C/N del compost es un indicador muy útil para evaluar el desarrollo y calidad del Bocashi, el valor se estima entre 25:1 y 40:1, esto quiere decir que existen 25 o 40 partes de carbono por 1 de nitrógeno.

Si el compostaje almacena demasiada cantidad de elementos con contenido en carbono, se producirá una evacuación en forma de dióxido de carbono a la atmósfera. La fermentación en este caso será lenta y de temperatura baja y llevará más tiempo en obtener el Bocashi final.

En el caso de exceso de contenido en nitrógeno, se producirá una evacuación de amoníaco a la atmósfera, emisión de olores desfavorables y temperaturas altas. A continuación se presentan algunos valores (Agromática, 2017):

Baja relación C/N la temperatura del compost es muy alta, a pila de compost desprende un olor desagradable a amoníaco, gran presencia de fauna, gusanos, moscas y otros insectos.

Alta relación C/N el proceso de compostaje es lento, casi detenido.

Cuando la relación C/N es alta significa que hay mucha energía y poco nitrógeno; por tanto prácticamente todo el N liberado es tomado por los microorganismos del suelo, quedando muy poco libre para ser utilizado por las plantas y cuando la relación C/N es baja significa que hay mucho nitrógeno y poca energía. Una parte del N liberado es tomado por los microorganismos y el resto es incorporado al suelo y puede ser absorbido por las plantas (Flores Serrano, 2014).

2.4. Los Microorganismos Eficientes (EM)

Se encuentra conformado esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería. Inicialmente este producto fue desarrollado para el mejoramiento de la fertilidad del suelo y el tratamiento de residuos agropecuarios, además se ha extrapolado su aplicación al campo del tratamiento de aguas (Rincón Biotecnológico, 2011).

Los EM promueven la germinación, crecimiento, florecimiento, fructificación y maduración de las plantas cultivadas, realza la capacidad fotosintética de las plantas, incrementa la eficiencia de la materia orgánica y la liberación de mayores cantidades de nutrimentos a las plantas como fertilizante a su vez desarrolla resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, suprime patógenos y plagas del suelo, destruye insectos dañinos y plagas, pero no organismos benéficos y desarrolla la inmunidad interna a la plantas, realzando su resistencia natural (Shintani, Leblanc, & Panfilo, 2000).

(Moya, 2012), manifiesta que los microorganismos eficientes, como inoculantes microbiano, restablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejora sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección; por tanto, conserva los

recursos naturales y genera una agricultura sostenible. Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden anotar:

En semilleros incrementa la velocidad y porcentaje de germinación, por su efecto hormonal similar al del ácido giberélico; incrementa del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal y aumenta las probabilidades de supervivencia de las plántulas (BIOEM SAC, 2014).

En las plantas, genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades, al inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades, evita la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades, incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos, promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas e incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar (BIOEM SAC, 2014).

La cultura de los EM en los ecosistemas trae beneficios tales como incremento de la calidad y sanidad del suelo, la productividad de los cultivos. Por consiguiente, los EM ayudan al proceso de descomposición del material orgánico y la solución básica a los problemas de contaminación (Higa & AGEARTH, 2000).

Con todo este contexto se puede evidenciar en varios estudios realizados sobre los Microorganismos Eficaces citados en el numeral 2.1.

2.4.1. Modo de acción de los EM.

Los EM actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas (Niembro, 2013).

A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción de NPK la relación C/N. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de la producción (IDIAF, 2009).

2.4.2. Tipos de EM.

Los EM proceden de cinco especies diferentes: bacterias fototróficas o fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos de fermentación. Los EM son muy conocidos, se han utilizado en medicina y en la producción de alimentos desde la antigüedad, siendo muy beneficiosos para los suelos, agua, plantas, animales y, por supuesto, para el ser humano (IDIAF, 2009).

2.4.3. Bacterias fotosintéticas.

Son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos eficientes (Cuevas Ordoñez & Ana, 2001).

Estas bacterias funcionan como un componente importante del EM. Ayudan a mantener el balance con otros microorganismos benéficos, permitiendo a coexistir y funcionar juntamente con los mismos (Biosca, 2001).

2.4.4. Bacterias ácido lácticas.

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el procesos, contribuye a solubilizar la cal y el fosfato de roca (Niembro, 2013).

2.4.4.1. Levaduras.

Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobiales y útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por bacterias fototróficas, materia orgánica y raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son

sustratos útiles para microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomiceto; las misma, manifiesta que la levadura ayuda a fermentar la materia orgánica y contiene vitaminas y aminoácidos (Cuevas Ordoñez & Ana, 2001).

2.4.4.2. Actinomicetos.

Generalmente, los actinomicetos están en la tierra y desempeñan una función ecológica esencial en la descomposición de la materia orgánica, reciclando las reservas de nutrimentos en la tierra y creando el humus. A partir de los azúcares y aminoácidos que producen las bacterias fotosintéticas y la materia orgánica, los actinomicetos generan sustancias antimicrobianas que pueden eliminar hongos perjudiciales y microorganismos patógenos. Los actinomicetos y las bacterias fotosintéticas pueden coexistir, de modo que las dos especies juntas aumentan la actividad microbiana, regenerando la calidad de la tierra (Microbiótica, 2014).

2.4.4.3. Hongos de fermentación.

Los hongos de fermentación, como el *Aspergillus* y la *Penicilina*, son capaces de descomponer rápidamente la materia orgánica, produciendo esterres, alcohol y sustancias antimicrobianas. Este proceso genera la desodorización y evita la aparición de gusanos e insectos nocivos (Biosca, 2001)

2.4.5. Aplicaciones de Microorganismos Eficientes.

El mejor uso de EM en agricultura depende de la zona, la calidad del suelo, el clima, los métodos de cultivo y la irrigación, entre otros factores. Con la aplicación de EM en el suelo retiene más agua. Este cambio implica una mejora de los cultivos que incrementan su resistencia al estrés hídrico en épocas de sequía o en suelos más arenosos. Esta mejora viene dado tanto por el incremento de la materia orgánica en el suelo, reduciendo la porosidad, como consecuencia de la actividad microbiana, como por el equilibrio iónico que aporta EM al suelo, favoreciendo así la interacción de las cargas superficiales de la estructura física del suelo con las cargas iónicas del agua (IDIAF, 2009).

El uso de EM incrementa, tanto el crecimiento como la productividad del cultivo. Los principales beneficios para los cultivos se originan en el mantenimiento de la materia orgánica durante la etapa de crecimiento. Los macro y micronutrientes solubles están más disponibles a causa de la rápida descomposición de las macromoléculas que los liberan.

2.4.6. Microorganismos Eficientes Comercial (EM-1).

EM es un producto comercial conformado esencialmente por tres diferentes tipos de organismos: levaduras, bacterias acidolácticas y bacterias fotosintéticas, las cuales desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en diferentes campos de la ingeniería (González Sánchez, Sebastian, Yiselh, Kevin, & Yuleidy, 2011).

El EM-1 es un producto natural elaborado con microorganismos eficientes que aceleran la descomposición natural de materiales orgánicos. Los microorganismos contenidos en EM-1 son benéficos y altamente eficientes (Higa & AGEARTH, 2000).

Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados ni químicamente sintetizados. Son microorganismos naturales bien conocidos como levaduras y las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus*), que promueven un proceso de fermentación antioxidante benéfico, acelera la descomposición de la materia orgánica y promueve el equilibrio de la flora microbiana (Higa & AGEARTH, 2000).

Contenido mínimo de Unidades Formadoras De Colonia (UFC)/mL: Bacterias Ácido Lácticas 104, Bacterias Fototróficas: 103 y Levaduras: 103

2.5. Bocashi

Bocashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. Este abono se deja descomponer en un proceso aeróbico de materiales de origen animal o vegetal. Su uso activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y suple a las plantas con nutrimentos (Shintani et al., 2000).

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados, como el Bocashi se entiende como un proceso de semi-descomposición aeróbica de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los propios residuos (Bejarano Mendoza & Restrepo Rivera, 2002a); en condiciones controladas, producen un material parcialmente estable de lenta descomposición, capaz de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir al suelo (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014). Algunas ventajas que presenta el proceso de elaboración del abono orgánico fermentado Bocashi son: se inhibe la generación de gases tóxicos lo que evita malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evita inicios de putrefacción, facilita el manejo, almacenamiento, transporte y disposición (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

La reducción de los costos de producción, en razón que el precio de los fertilizantes sintéticos es alto comparado con el costo del Bocashi, permite mejorar la rentabilidad de los cultivos, reduce el riesgo de contaminación de suelo, aire, agua y contribuye a la conservación del suelo, disminuye el calor ambiental y protege la biodiversidad y protección del medio ambiente (FAO et al., 2011). Entre las desventajas se mencionan el tiempo para la elaboración y manejo, si no se maneja adecuadamente se produce mal olor, microorganismos patogénicos, insectos dañino, aparte que se requiere conocimientos mínimos para su elaboración (Ortega, 2012).

Entre las ventajas que presenta el Bocashi, se anotan: la no formación de gases tóxicos y malos olores, la utilización del producto final en 30 días, libre de sustancias tóxicas, mejora las propiedades físicas y químicas de los suelos, estimula el crecimiento de las plantas, aporta elementos nutritivos al sistema radicular de las plantas en los primeros quince días para luego activarse como materia orgánica en el suelo (Román et al., 2013).

El compost se puede aplicar semimaduro (en fase mesófila II) o maduro. El compost semimaduro tiene una elevada actividad biológica y el porcentaje de nutrimentos fácilmente asimilables por las plantas es mayor que en el compost maduro. Además, al tener un pH no estable aún (tendiendo a la acidez), puede afectar negativamente a la germinación, por lo que este compost no se usa para germinar semillas, ni en plantas delicadas (Román et al., 2013).

2.5.1. Fermentación del Bocashi.

En la fermentación del Bocashi se presentan dos etapas: la primera, de intensa actividad microbiana, donde la temperatura puede alcanzar 70 a 75 °C, permitiendo la descomposición de los materiales blandos por la acción de los microorganismos; la segunda etapa, corresponde a la maduración, donde los materiales duros todavía permanecen en descomposición.

Los principales factores que afectan al proceso de fermentación del Bocashi son:

Temperatura: Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono; comienza a elevarse después de la elaboración del montón.

En la fase mesófila el material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, pues los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición

de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar hasta 4.0. Esta fase dura entre dos y ocho días (Román et al., 2013).

La fase termófila o de higienización inicia cuando el material alcanza temperaturas mayores a 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp, esta fase es importante pues las temperaturas superiores a 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado (Román et al., 2013).

Fase de enfriamiento o Mesófila II, agotadas las fuentes de carbono y en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende hasta 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general, se mantiene ligeramente alcalino (Román et al., 2013).

Fase de maduración, es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos (Román et al., 2013).

Humedad: Para lograr la máxima eficiencia de los microorganismos el rango óptimo de humedad oscila entre 50 y 60 % en peso; bajo el 40 % la descomposición es muy lenta; y sobre el 60 % resulta un proceso anaeróbico que no ofrece un abono de buena calidad.

Aireación: En lo mínimo debe existir entre 5 y 10 % de concentración de oxígeno en los macroporos de la masa (Guamán Días & Yaguana Arévalo, 2017).

2.5.2. Propiedades de los componentes para la producción de Bocashi.

Material verde (Rastrojo): como fuente de carbohidratos, mejora las condiciones físicas del suelo, controla los excesos de humedad y aporta minerales como el silicio, fundamental para que los cultivos sean más resistentes contra las plagas (SOS, 2017).

La pulidura de arroz: es uno de los ingredientes que favorecen en alto grado la fermentación de los abonos. Aporta nitrógeno y es muy rica en otros nutrimentos tales como fósforo, potasio, calcio y magnesio (Bejarano Mendoza & Restrepo Rivera, 2010).

Tierra (rica en materia orgánica): aporta el medio para que los microorganismos se puedan reproducir y controla la humedad de la pila. Además, de adicionar a la mezcla materia arcillosa, minerales y microorganismos (SOS, 2017). Provee los microorganismos necesarios para la transformación de los desechos (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

Estiércol: aporta el inóculo de microorganismos beneficiosos y otros elementos como el Nitrógeno, dependiendo del origen del compuesto, aportará Zinc, Magnesio, Boro, Potasio, etc. Es recomendable, para una mayor calidad, usar un estiércol maduro y en grado de humedad mínimo (SOS, 2017).

Ceniza: aporta cantidades importantes de potasio, el macronutriente más demandado por las plantas después del nitrógeno. El potasio favorece el crecimiento del follaje y los frutos y mejora la tolerancia de la planta ante falta de agua. La ceniza también neutraliza la acidez del suelo y tiene la característica de estimular la actividad de las bacterias que fijan el nitrógeno en la tierra (SOS, 2017).

Agua: favorece en la creación de condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. El exceso de humedad, al igual que la falta de esta, afecta la obtención de un abono de buena calidad (Ramos Agüero & Terry Alfonso, 2014).

Melaza: es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos, favoreciendo la multiplicación de la actividad microbiológica. Es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutrientes, principalmente boro (SOS, 2017).

Levadura: tiene la capacidad de “fermentar” a través de sus enzimas (fermentos) convirtiendo las soluciones sacaríferas en alcohol y ácido carbónico; para poder vivir y multiplicarse las células de levadura necesitan determinadas cantidades de azúcar (melaza) nutritivas para su propio metabolismo y, en su crecimiento, no sólo produce proteínas, sino también vitaminas: biotina, enzimas y compuestos fosfórico (Eco Agricultura, 2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

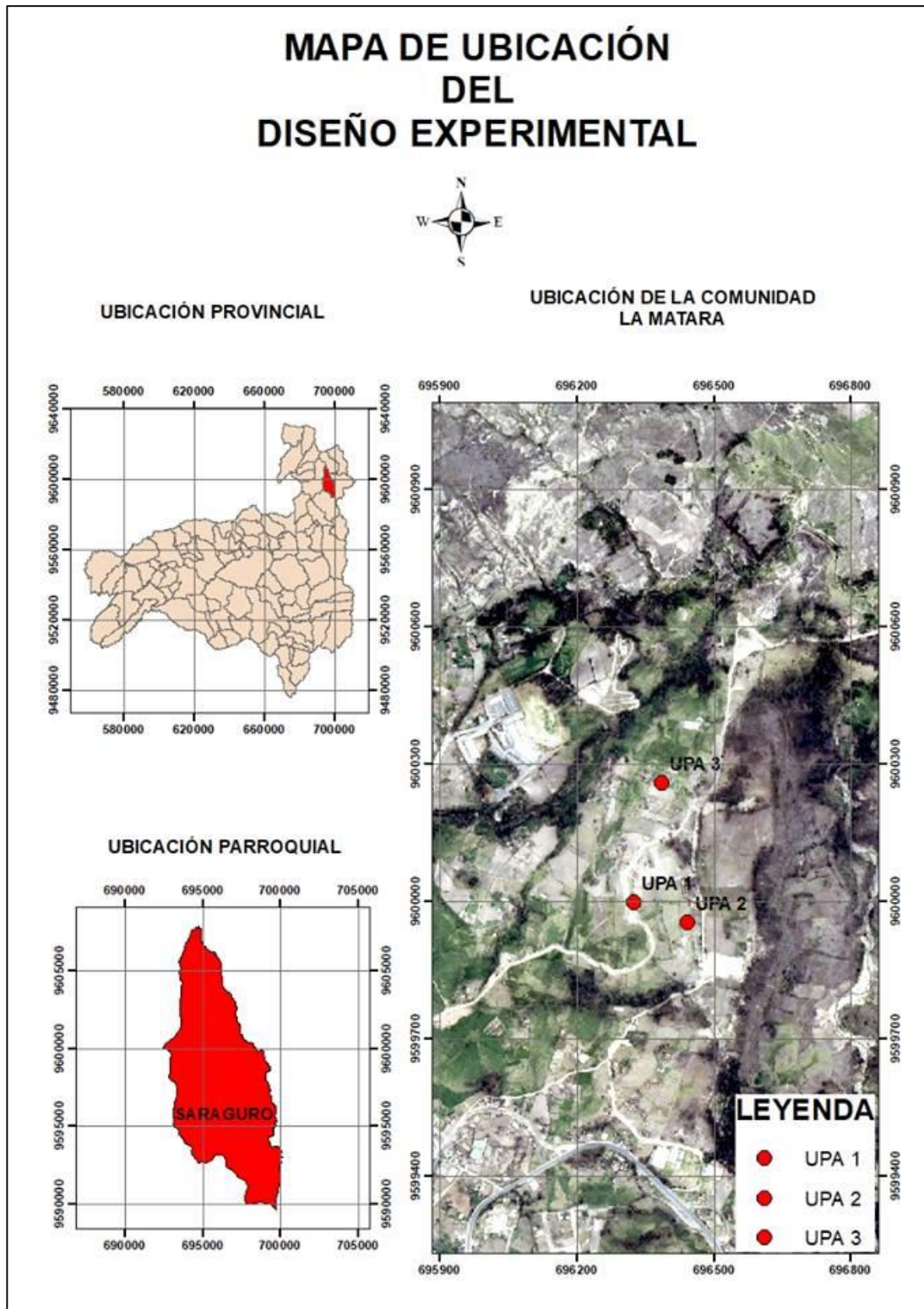


Figura. 1. Ubicación de las unidades experimentales.

3.1.1. Ubicación política del diseño experimental.

El trabajo experimental se desarrolló en la comunidad La Matara de la parroquia y cantón Saraguro, provincia de Loja, a 750 m del centro urbano hacia el norte.

3.1.2. Ubicación geográfica del cantón Saraguro.

El lugar corresponde a las siguientes coordenadas geográficas:

- UTM (WGS84, zona 17s)
- Norte 672200 9632792
- Sur 700592 9588789
- Este 711754 9599870
- Oeste 666942 9601326
- Altitud 1000 - 3800 msnm

3.1.3. Ubicación ecológica del cantón Saraguro.

- Zona de vida: Según Holdridge (bs-PM), bosque seco pre montano
- Temperatura: mínima 6° C, máxima 16° C, promedio anual de 12 ° C
- Precipitación: 757 mm por año
- Humedad relativa ambiental: 63 %

3.2. Tipificación de los residuos orgánicos generados en las UPAs de la comunidad La Matara

Se diseñó y aplicó una encuesta a los agricultores de cada una de las tres UPAs de la comunidad La Matara (Anexo 1.). Las recolecciones de la información referente a las características de las UPAs fueron: número de agricultores, área, cultivos, volumen y destino de los residuos orgánicos.

3.3. Evaluación de las características químicas de Bocashi elaborado con residuos orgánicos de las UPAs con tres dosis de EM comercial y artesanal

3.3.1. Materiales y herramientas para el cultivo y cosecha de microorganismos.

Para la captura de los EM se utilizó: hojarasca, afrecho, melaza, agua de lluvia, utensilios de campo (machetes, rastrillos, lampones, vehículo), envase plástico de 40 litros, pisón de madera, guantes quirúrgicos, balanza, fundas plásticas (2 kg), envase de *cooler*,

termómetro, tamiz de tela, botellas plásticas, una jarra de plástico graduada, jeringa (100 ml) y regadera.

3.3.2. Captura de microorganismos eficaces artesanal (EM Artesanal).

Se recolectó 2 costales de 45kg de hojarasca en estado de descomposición de la montaña protegida de la cabecera cantonal de Saraguro considerando que no ha sido intervenida por el hombre ni por animales domésticos (Figura 2.)



Figura. 2. Recolección, transporte y clasificación de hojarasca en descomposición de montaña

3.3.3. Cultivo de microorganismos eficaces Artesanal (EM Artesanal).

Se vertió dos sacos de hojarasca sobre el piso totalmente limpio, luego se clasificó manualmente algunos materiales no deseables para la descomposición como: roca, madera, raíces, entre otros.

Sobre la hojarasca se vertió 25 kg de salvado de trigo, luego se incorporó la mezcla de 10 litros de agua sin cloro con 5 litros de melaza, hasta conseguir una consistencia estable, para lo cual se utiliza la “prueba del puño”, que consiste en tomar una porción de la mezcla en la mano, se aprieta formando un puñado que fácilmente se desmorona y al soltarlo deja la mano mojada. Si al abrir la mano se desmorona, le falta agua; si escurre, ya se pasó de agua.



Figura. 3. Mezcla de hojarasca, salvado de trigo y melaza.

Se colocó en un tanque la mezcla en capas de 20 cm y se compacta con un pisón de madera, para generar condiciones anaeróbicas, hasta dejar 5 cm libres, luego se sella el tanque con plástico y se lo deja bajo sombra durante 30 días.



Figura.4. Compactación y sellado de la mezcla de hojarasca, salvado de trigo y agua y melaza.

Luego de transcurridos 30 días de fermentación, se pesó 5 kg de material sólido, se colocó en una fuente y se incorporó 2 l de agua de lluvia, se mezcló y se filtró por una tela de porosidad de 1,0 mm, se exprimió en un recipiente para obtener 500 ml de extracto de EM-artesanal, se repite el proceso por dos ocasiones más hasta obtener 2 l de extracto.

Finalmente se procedió a realizar el segundo filtrado pasando el extracto por otra tela de 0,5 mm, con lo cual se obtuvo un líquido color café y se almacenó en una botella limpia de 2 l, para posteriormente aplicar a las pilas conforme a la dosificación de la Tabla 1.

3.3.4. Elaboración de Bocashi.

La investigación se realizó bajo cubierta, en tres unidades de producción agropecuarias (UPAs) de la comunidad La Matara que corresponde a los suelos más representativos de la zona, con prácticas y metodologías de trabajo que utilizan los agricultores para la producción de alimentos con base en los abonos orgánicos.

El diseño experimental fue de bloques al azar con tres réplicas (Figura 4), para comparar los promedios de los tratamientos se utilizó comparaciones de contrastes al 0,05 de significación.

Para evaluar las características químicas del Bocashi se probaron tres dosis de EM-comercial, tres dosis de EM-artesanal y un testigo (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos de EM. La Matara, Saraguro 2017.

Tratamiento	Dosis (l/m ³)	Descripción
T1	0,00	Testigo
T2	0,25	EM-artesanal
T3	0,50	
T4	0,75	
T5	0,25	
T6	0,50	EM-comercial
T7	0,75	

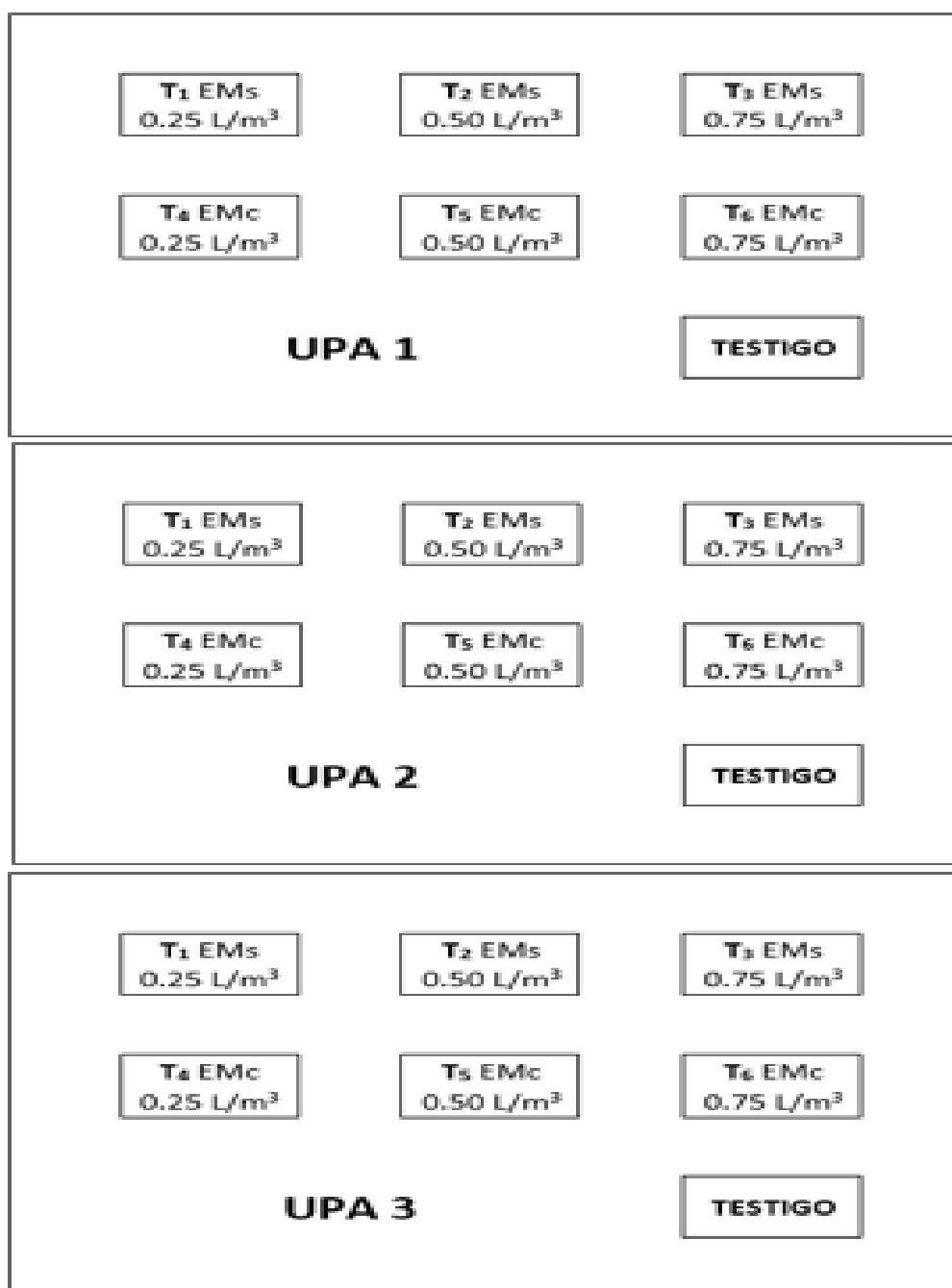


Figura. 5. Diseño bloques al azar con tres réplicas (UPAs).

Para su construcción nos apoyamos en el siguiente orden conformado por 5 capas diferentes entre productos y materia orgánica:

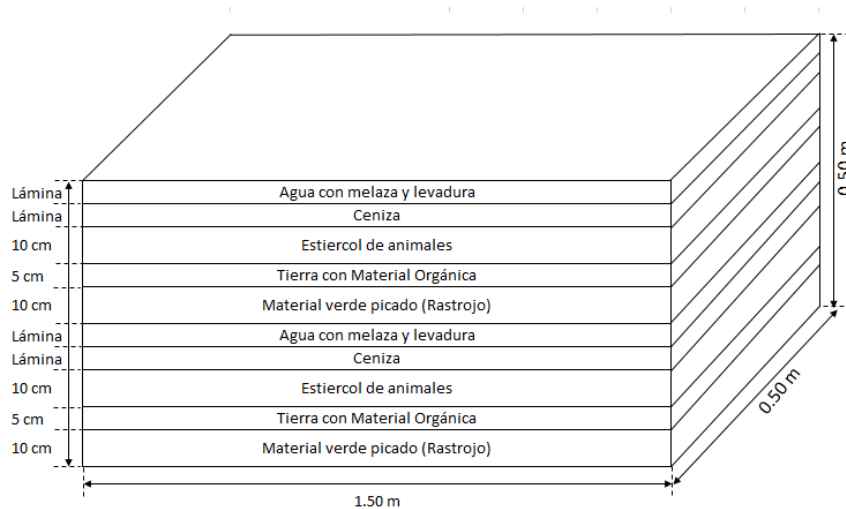


Figura. 6. Unidad experimental (pila de Bocashi)

Las proporciones de productos y materiales que se utilizaron fueron: 7 l de melaza, 28 l de agua de lluvia, 0.5 kg de levadura en barra, 14 sacos de material verde picado (45 kg/saco), 7 sacos de tierra negra rica en materia orgánica, 21 sacos (50 kg/saco) de estiércol (cuy, oveja y bobino) y 1 saco de ceniza (30 kg).

Para la elaboración de la pila de Bocashi se construyó un molde de madera de eucalipto de (1,50 x 0,50 x 0,50) m (Figura 7), en el que se colocó dos capas de 0,25 m cada una, los materiales en el siguiente orden: material verde picado, tierra negra, estiércol, ceniza, mezcla de levadura, agua de lluvia y melaza (Figura 7), permanentemente se realizó la “prueba del puño” para garantizar la humedad adecuada de la pila.



Figura. 7. Elaboración de las pilas de Bocashi (Unidad experimental).

En cada UPA se distribuyeron las unidades experimentales de acuerdo al diseño de bloques al azar y con materiales generados en la propia finca de los agricultores de la comunidad La Matara (Figura 8, 9 y 10).



Figura. 8. UPA 1, Organización de mujeres "Mushuk Yuyay"



Figura. 9. UPA 2, predios de un grupo denominado Consejo de Sanadores.



Figura. 10. UPA 3, predios de Manuel Sosoranga.

Las diferentes dosis de EM Comercial y EM Artesanal (Tabla 2) se distribuyeron a cada una de las unidades experimentales (pilas). Las dosis de la primera columna de la Tabla 2, están calculados para un metro cúbico de Bocashi, a esto lo relacionamos para el volumen del experimento que mide $0,375 \text{ m}^3$ y obtenemos dosis citadas en la columna dos de la Tabla 2 por último la dosis de la segunda columna lo aplicamos en tres etapas (uno, siete y 14 días) con dosis de la tercera columna.

Tabla 2: Dosificación de EM Comercial y EM Artesanal.

Dosis ml/m^3	Dosis $\text{ml}/0,375 \text{ m}^3$	Cada 7 días $\text{ml}/0,375 \text{ m}^3$
250	93,75	31,3
500	187,50	62,5
750	281,25	93,8
Total	562,50	187,5

Con la ayuda de un envase de 2 l, una jeringa de 60 ml y una regadera se introdujo el extracto de EM a cada unidad experimental.

Se mezcló la pila por dos ocasiones, luego se dispersó hasta dejar una altura de 0,50 m, del séptimo al catorceavo día se mezcló una vez por día; de los 15 a 21 días, la temperatura bajó gradualmente y la altura de la pila disminuyó hasta 0,20 m; finalmente, a los 28 días la mezcla fermentada logró su maduración y la temperatura se aproximó a la temperatura ambiente, con un color gris claro, seco y con aspecto de polvo arenoso y consistencia suelta listo para su análisis.

3.3.5. Relación Carbono-Nitrógeno.

Para el cálculo de Materia Orgánica (MO) aplicamos la ecuación de Walkley y Black, que es un resultado de multiplicar el porcentaje de Carbono Orgánico (CO) por un factor de 1.724, pero en este caso tenemos el valor del %MO obtenidos en el análisis del laboratorio y no tenemos el valor del %CO, entonces despejamos:

$$\%MO = \%C \text{ Orgánico} * 1,724$$

$$\%CO = \frac{MO}{1,724}$$

Los datos de laboratorio del %MO y %NT, está en el anexo 2.

Relación Carbono/Nitrógeno:

$$\frac{C}{N} = \frac{\%CO}{\%NT}$$

3.3.6. Medición del pH.

El análisis se determinó haciendo uso de la cinta colorimétrica a 21 muestras, considerados las tres unidades experimentales, cada una con siete tratamientos: tres dosis de EM-artesanal, tres dosis de EM-comercial y un testigo Anexo 3, para luego ser promediados y evaluados en forma general a las pilas de Bocashi.

3.4.Capacitación a los productores de la Comunidad La Matara sobre la conversión de los residuos orgánicos en abonos

Taller 1. Importancia de la agricultura orgánica.

Se realizó una convocatoria a los moradores de la comunidad La Matara el día jueves 9 de febrero de 2017, con el objetivo de exponer la importancia de la agricultura orgánica y la posibilidad de utilizar los residuos orgánicos de la finca para convertirlos en abonos. Para el

efecto se preparó una presentación con diapositivas: con imágenes, historias y datos relacionados a la conversión de los residuos orgánicos en abonos.

Taller 2. Obtención de EM Artesanal.

Esta actividad se desarrolló día jueves 6 de abril de 2017, con la finalidad que los agricultores de la comunidad La Matara, escuchen, observen y participen en la obtención de EM Artesanal. Con la metodología en mención del numeral 3.3.3.

Taller 3. Cosecha de EM y Elaboración de Bocashi.

Se realizó el día jueves 18 de mayo de 2017 y tuvo como propósito que los agricultores participen de la cosecha del EM Artesanal y la elaboración de Bocashi en cada una de las UPAs seleccionadas. Con la metodología en mención del numeral 3.3.4.

Taller 4. Cosecha del Bocashi.

Esta actividad se realizó el 23 de junio de 2017, con la intención de presentar a los agricultores el resultado del proceso de conversión de los residuos orgánicos de la finca en abono, mediante la fermentación con la incorporación de EM. Mismos que con la participación de los agricultores se tomaron muestras de 1 kg de todas las pilas, estrictamente codificadas para luego ser enviadas al “Laboratorio de Calidad de Fertilizantes MAGAP” de la Agencia ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del agro (AGROCALIDAD) de Tumbaco - Quito. Resultados que más adelante fueron analizados detenidamente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Tipificación de los residuos orgánicos generados en las UPAs de la comunidad La Matara

Con el propósito de tipificar los residuos orgánicos generados en las UPAs de la comunidad La Matara se recabó información mediante una encuesta a 30 agricultores, sobre el comportamiento con respecto a la generación y manejo de la materia orgánica de sus predios. La encuesta se estructuró considerando el componente organizativo, producción de cultivos y crianza de animales.

4.1.1. Organizaciones en la comunidad La Matara.

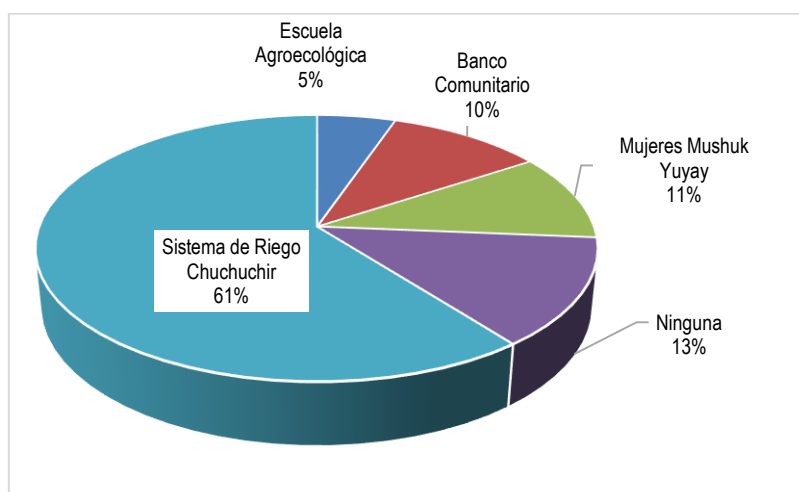


Figura. 11. Organizaciones a las que pertenecen los miembros de la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.

Los miembros de la comunidad La Matara pertenecen a diferentes organizaciones, entre las que destaca la Escuela Agroecológica, Banco Comunitario, Organización de Mujeres Mushuk Yuyay y Sistema de Riego Chuchuchir, en esta última existe mayor participación, debido a que la mayoría se dedica a la producción de cultivos y ganadería que demandan de agua para el riego. Otro grupo de personas, desarrollan sus actividades de forma independiente al Cabildo de La Matara, sin dejar de cumplir con sus obligaciones económicas a la comunidad. Además, existe otro sector de la comunidad, denominados “moradores pasivos” que no pertenecen a ninguna organización y el aporte a la comunidad es ocasional debido a que se dedican al trabajo de jornal, otros tienen sólo terrenos dentro de la comunidad y algunos han migrado.

4.1.2. Uso del suelo

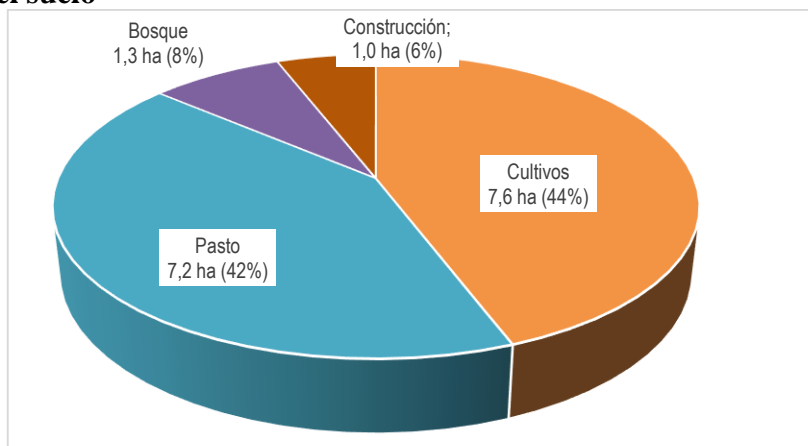


Figura. 12. Uso del suelo en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.

La mayoría del territorio se destina a la producción de cultivos y pasto, siendo su forma de vida, esta actividad proporciona alimentos, recursos económicos y relación con el ambiente. En menor proporción, se destina para bosque nativo y exótico, generalmente se trata de espacios inaccesibles para la construcción y labranza, finalmente una pequeña parte de la superficie, se destina para construcciones de viviendas, galpones, terraplén para trillar y almacenamiento de la producción y otros usos propios de la actividad agrícola.

4.1.3. Superficie regada y métodos de riego.

En la Figura 13. se evidencia que la mayor parte del área de cultivo y pasto se maneja bajo riego por aspersión, producto de la gestión de la junta de Riego N° 7 a las instituciones competentes, como la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), para que los productores consigan un manejo eficiente del recurso agua especialmente durante el verano. Además, existen agricultores que por falta de capacitación y de recursos económicos, mantienen el riego tradicional por surcos con el Sistema de riego Chuchuchir.

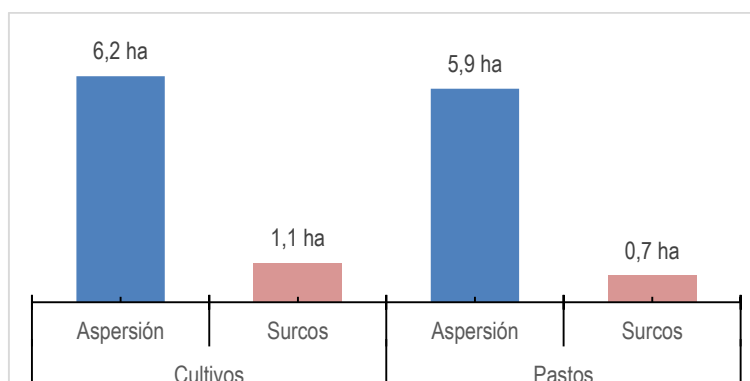


Figura. 13. Superficie regada y método de riego utilizado en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.

4.1.4. Diversificación de la producción, consumo y venta.

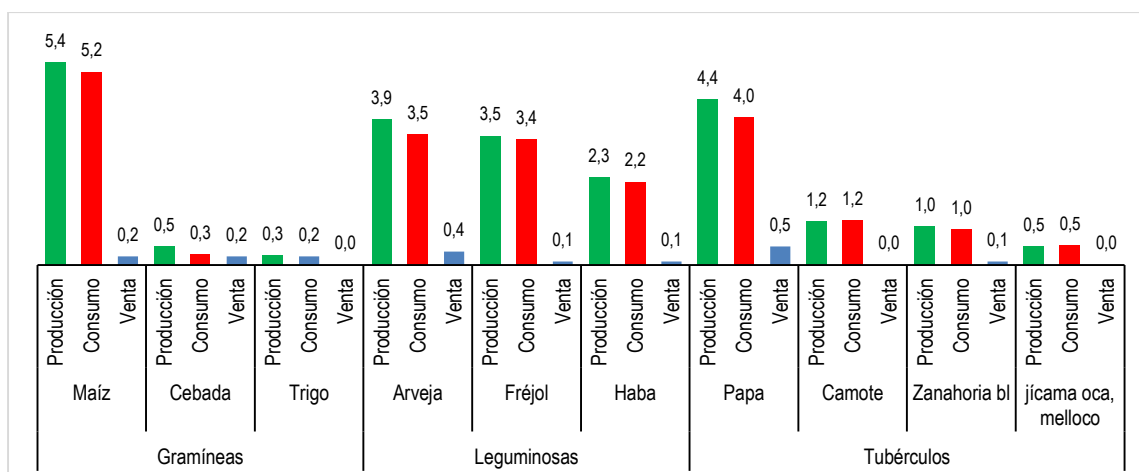


Figura. 14. Producción, consumo y venta en t/año de gramíneas, leguminosas y tubérculos en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.

En la Figura 14, se observa que los agricultores de la comunidad La Matara cultivan, principalmente gramíneas (maíz, cebada, trigo), leguminosas (arveja, frejol, haba) y tubérculos (papa, camote, zanahoria blanca, jícama, oca, mellico), producción que la dedican para autoconsumo, un bajo porcentaje se destina para la venta, debido a que las UPAs no permiten ampliar el área de cultivos porque se trata de espacios reducidos o minifundios; además, el pasto ocupa una superficie importante para la ganadería.

De igual manera en la Figura 15, la producción de frutales (aguacate, tomate de árbol, durazno, reina claudia, limón, mandarina, babaco, naranja), hortalizas (lechugas, col, brócoli) y medicinales, se dedica al autoconsumo y el excedente para la venta. El consumo es mayor en las frutas, a diferencia de las hortalizas y plantas medicinales que son destinados la mayoría al mercado por su rentabilidad.

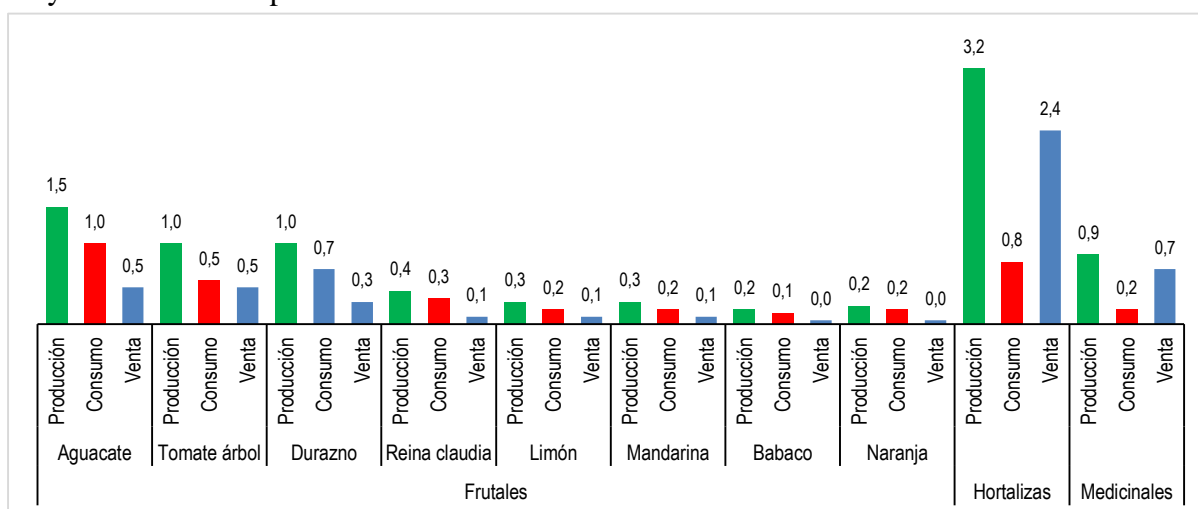


Figura. 15. Producción, consumo y venta en t/año de frutales, hortalizas y medicinales en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.

4.1.5. Destino de los residuos de cosecha.

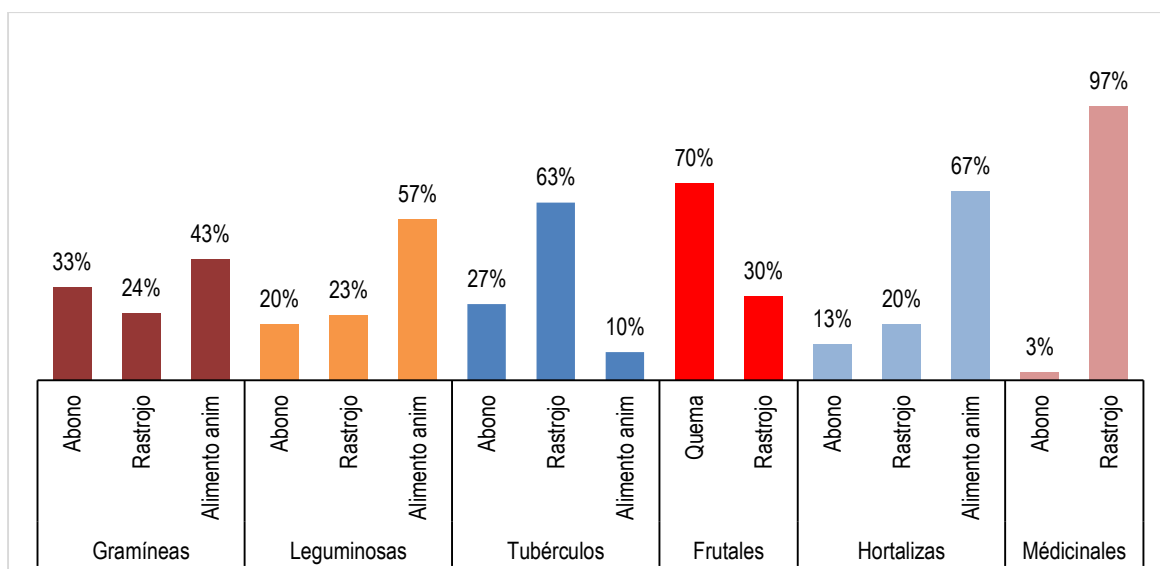


Figura. 16. Destino de los residuos de cosecha en la comunidad La Matara, Saraguro, 2017.

La mayoría de los agricultores destinan al rastrojo los restos de cosecha (taralla de maíz, tamo de arveja, haba, trigo y cebada), también utilizan algunos residuos para el compostaje a excepción de los frutales, algunos restos de cosecha en estado verde son utilizados para la alimentación de animales (bovinos, ovinos y cobayos). Los materiales leñosos de los frutales, en su mayor parte se queman debido a que contienen algunas enfermedades y tardan en descomponerse (Figura 16).

4.1.6. Cantidad de residuos de cosecha generados en la comunidad La Matara.

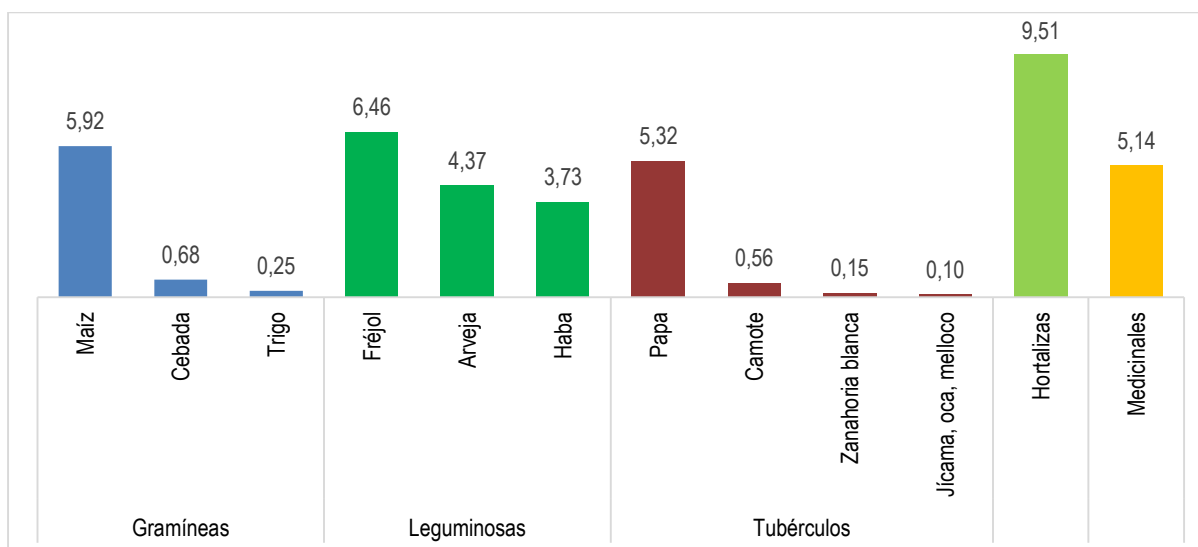


Figura. 17. Cantidad de residuos de cosecha en t/año generados en La Matara, Saraguro, 2017.

En la Figura 17, se puede evidenciar que los cultivos que generan mayor cantidad de residuos orgánicos son las hortalizas (lechuga, col, brócoli), esto refleja que la mayoría se dedica a este cultivo por ser el más rentable y consumido por la población del cantón Saraguro y la provincia de Loja, seguido de las leguminosas, gramíneas y tubérculos. Las plantas medicinales (componentes de la horchata) también aportan una cantidad importante de residuos orgánicos. La comunidad La matara genera anualmente 42,2 t de residuos de cosecha que potencialmente se pueden convertir en abono.

4.1.7. Animales domésticos y producción de estiércol por UPA.

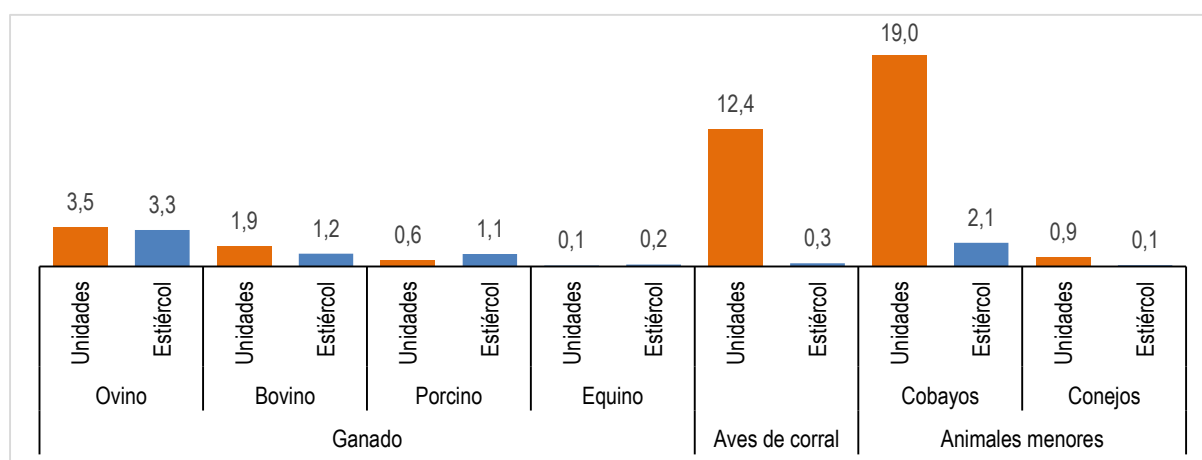


Figura. 18. Animales domésticos por UPA y producción de estiércol por año en t/UPA. La Matara, Saraguro, 2017.

Las familias de La Matara, en su mayoría se dedican a la crianza de animales menores (cobayos y conejos), aves de corral (gallinas, pavos, patos) y en menor cantidad ganado (ovino, bovino, porcino, equino). En general, anualmente se produce 8,3 t de estiércol por UPA, los que más generan son los ovinos, bovinos y cobayos (Figura 18).

4.1.8. Destino del estiércol.

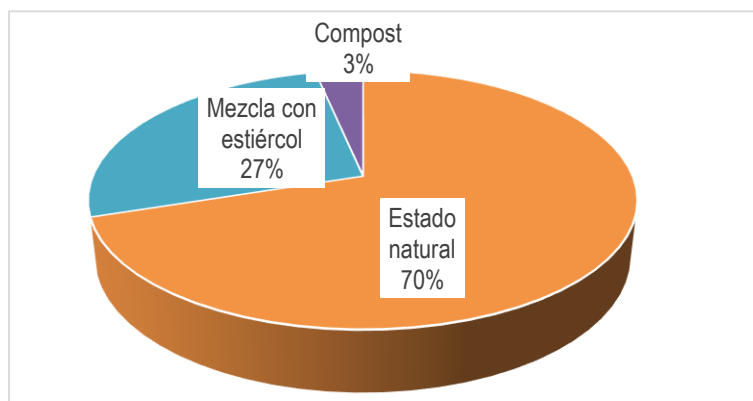


Figura 19. Destino del estiércol. La Matara, Saraguro, 2017.

En la Figura 19, se observa que la mayoría de los agricultores de La Matara aplican directamente el estiércol a los cultivos sin que haya pasado por un proceso de descomposición, otros lo mezclan con otro tipo de estiércol (ovino, bovino, cobayo) y en menor cantidad lo utilizan en compostaje, lo que evidencia el poco conocimiento sobre la conversión de los residuos orgánicos y el estiércol en abono.

En general, las familias de la comunidad La Matara dedican la mayor parte de sus actividades al cultivo de productos de autoconsumo y un excedente se comercializa en el mercado de la ciudad de Saraguro. Además, la crianza de animales es otra actividad que permite solventar las necesidades de alimento y obtener ingresos económicos.

Los residuos generados en las cosechas de los cultivos, así como el estiércol de los animales domésticos, son una fuente importante para generar abonos.

4.2. Evaluación de las características químicas de Bocashi elaborado con residuos orgánicos y EM

4.2.1. Temperatura de las pilas de Bocashi.

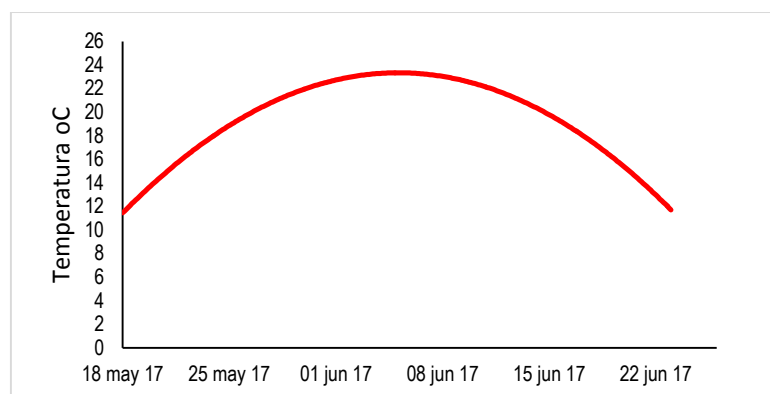


Figura. 20. Comportamiento de la temperatura de la pila de Bocashi. La Matara, Saraguro, 2017.

El proceso dio inicio el 18 de mayo de 2017 y terminó luego de 33 días, plazo mayor al previsto, que fue de 30 días, debido a las bajas temperaturas de la zona de estudio, que en promedio es de 12 °C. La temperatura máxima que se presentó en la pila de Bocashi fue de 24 °C (Figura 20), lo que repercutió en el proceso de descomposición.

4.2.2. Nitrógeno total.

En la Tabla 3 y Figura 21 se presentan las comparaciones entre las distintas alternativas de contrastes para el Nitrógeno total del Bocashi.

Tabla 3. Contrastes al 5% de significación para el Nitrógeno total del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017.

Comparación	EE	F	p-valor
Testigo vs EM	0,20	6,77	0,02 *
EM Comercial vs EM Artesanal	0,08	0,09	0,76 ns
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,50	0,04	4,85	0,04 *
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,75	0,04	9,23	0,01 *
EM Comercial 0,50 vs EM Comercial 0,75	0,04	0,70	0,42 ns
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,50	0,04	0,70	0,42 ns
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,75	0,04	31,59	< 0,01 *
EM Artesanal 0,50 vs EM Artesanal 0,75	0,04	22,90	< 0,01 *

EE Error estándar ns No significativo * Significativo al 0,05 de probabilidad

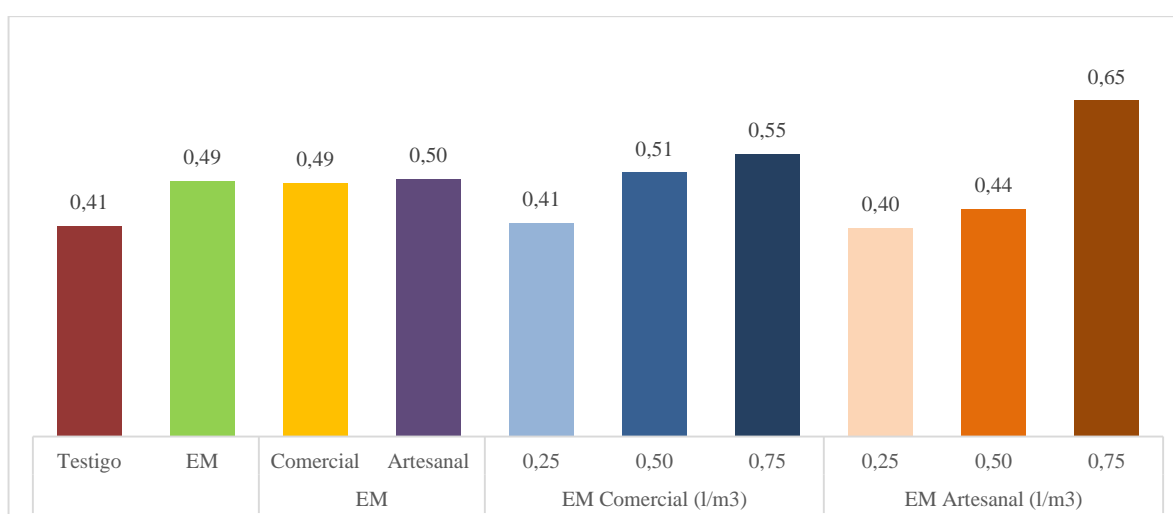


Figura 21. Contrastes al 5% de significación para el Nitrógeno total del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017.

En la Figura 21 es evidente, que existe un incremento significativo del 21% de Nitrógeno total a favor de los EM con respecto al testigo. No obstante, entre los dos tipos de EM, Comercial y Artesanal, no se detectan diferencias significativas.

En lo referente a las dosis de EM, en la medida que se incrementa la dosis, se observa un incremento del contenido de Nitrógeno total con respecto al testigo, registrando con 0,75 l/m3 un incremento del 34% con el EM Comercial y 60% con el EM Artesanal.

4.2.3. Fósforo (P₂O₅).

En la Tabla 4 y Figura 22 se presentan las comparaciones entre las distintas alternativas de contrastes para el Fósforo (P₂O₅) del Bocashi.

Tabla 4. Contrastes al 5% de significación para el Fósforo (P_2O_5) del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017.

Comparación	EE	F	p-valor	
Testigo vs EM	0,17	16,44	< 0,01	*
EM Comercial vs EM Artesanal	0,06	3,90	0,07	ns
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,50	0,04	9,31	0,01	*
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,75	0,04	13,68	< 0,01	*
EM Comercial 0,50 vs EM Comercial 0,75	0,04	0,42	0,53	ns
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,50	0,04	0,42	0,53	ns
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,75	0,04	8,21	0,01	*
EM Artesanal 0,50 vs EM Artesanal 0,75	0,04	4,92	0,05	ns

EE Error estándar ns No significativo * Significativo al 0,05 de probabilidad

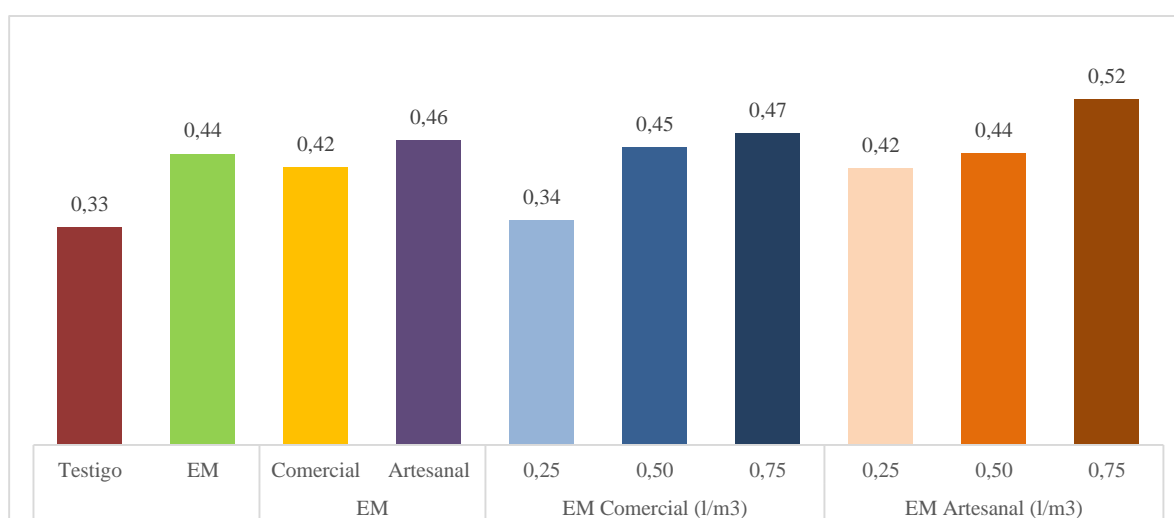


Figura 22. Contrastes al 5% de significación para el Fósforo (P_2O_5) del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017.

En la Figura 22 es notorio el incremento significativo del 34% de Fósforo (P_2O_5) a favor de los EM con respecto al testigo. Sin embargo, entre los dos tipos de EM, no se detectan diferencias significativas.

En lo referente a las dosis de EM, en la medida que se incrementa la dosis, se observa un incremento del contenido de Fósforo (P_2O_5) con respecto al testigo, registrando con 0,75 l/m3 incrementos el 44% con el EM Comercial y 59%, con el EM Artesanal.

Fluid Fertilizer Foundation, (2000) manifiesta que para promover la liberación del fósforo orgánico, el primer paso es manejar los residuos de cosecha y otros residuos de la finca adecuadamente para promover la formación de materia orgánica en el suelo

4.2.4. Potasio (K₂O).

En la Tabla 5 y Figura 23 se presentan las comparaciones entre las distintas alternativas de contrastes para el Potasio (K₂O) del Bocashi.

Tabla 5. Contrastes al 5% de significación para el Potasio (K₂O) del Bocashi. La Matara-Saraguro, 2017.

Comparación	EE	F	p-valor	
Testigo vs EM	0,28	156,05	< 0,01	*
EM Comercial vs EM Artesanal	0,10	206,09	< 0,01	*
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,50	0,06	0,11	0,74	ns
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,75	0,06	178,81	< 0,01	*
EM Comercial 0,50 vs EM Comercial 0,75	0,06	170,05	< 0,01	*
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,50	0,06	212,80	< 0,01	*
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,75	0,06	301,03	< 0,01	*
EM Artesanal 0,50 vs EM Artesanal 0,75	0,06	7,63	0,02	*

EE Error estándar ns No significativo * Significativo al 0,05 de probabilidad

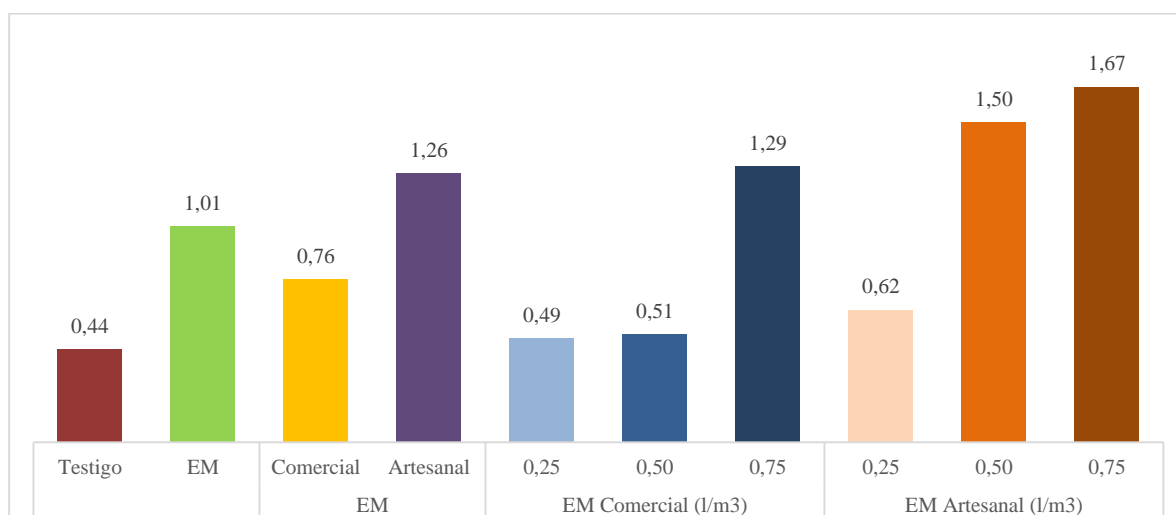


Figura 23. Contrastes al 5% de significación para el Potasio (K₂O) del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.

En la Figura 23, es evidente, que existe un incremento significativo del 132% de Potasio (K₂O) a favor de los EM Comercial y Artesanal, con respecto al testigo. Sin embargo, entre los dos tipos de EM, no se detectan diferencias significativas.

En lo concerniente a las dosis de EM, en la medida que se incrementa la dosis, se observa un incremento del contenido de Potasio (K₂O) con respecto al testigo, registrando con 0,75 l/m³ incrementos el 197% con el EM Comercial y 282%, con el EM Artesanal.

En este punto es necesario recalcar lo manifestado por Mikkelsen, (2015): entre los roles específicos del potasio en la planta se incluyen el adecuado uso del agua, la tolerancia de la planta a varios tipos de estrés como heladas, sequía y, calor. El adecuado

suministro de este nutriente también mejora la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades.

4.2.5. Materia orgánica.

En la Tabla 6 y Figura 24 se presentan las comparaciones entre las distintas alternativas de contrastes para la materia orgánica del Bocashi.

Tabla 6. Contrastes al 5% de significación para la materia orgánica del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.

Comparación	EE	F	p-valor	
Testigo vs EM	6,00	13,20	< 0,01	*
EM Comercial vs EM Artesanal	2,27	0,50	0,50	ns
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,50	1,31	9,49	< 0,01	*
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,75	1,31	12,70	< 0,01	*
EM Comercial 0,50 vs EM Comercial 0,75	1,31	0,23	0,64	ns
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,50	1,31	0,29	0,60	ns
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,75	1,31	11,29	< 0,01	*
EM Artesanal 0,50 vs EM Artesanal 0,75	1,31	7,98	0,02	*

EE Error estándar ns No significativo * Significativo al 0,05 de probabilidad

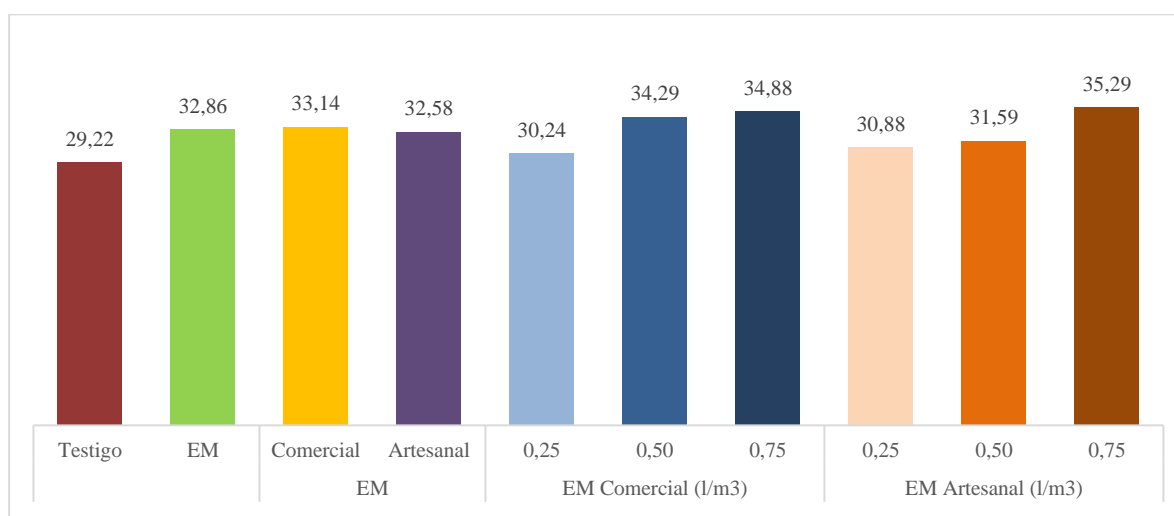


Figura 24. Contrastes al 5% de significación para la MO del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.

En la Figura 24 es evidente, que existe un incremento significativo del 12% de materia orgánica a favor de los EM Comercial y Artesanal, con respecto al testigo. Sin embargo, entre los dos tipos de EM, no se detectan diferencias significativas.

En lo concerniente a las dosis de EM, en la medida que se incrementa la dosis, se observa un incremento del contenido de materia orgánica con respecto al testigo, registrando con 0,75 l/m3 incrementos el 19% con el EM Comercial y 21%, con el EM Artesanal. El

nivel de MO y la relación C/N proporcionan información sobre el nitrógeno asimilable que el suelo va a producir a lo largo del ciclo de cultivo (AgroEs.es, 2013).

4.2.6. Relación Carbono/Nitrógeno.

En la Tabla 7 y Figura 25 se presentan las comparaciones entre las distintas alternativas de contrastes para la Relación Carbono/Nitrógeno del Bocashi.

Tabla 7. Contrastes al 5% de significación para la Relación Carbono/Nitrógeno del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.

Comparación	EE	F	p-valor	
Testigo vs EM	23,66	< 1,00	0,63	ns
EM Comercial vs EM Artesanal	8,94	< 1,00	0,96	ns
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,50	5,16	< 1,00	0,44	ns
EM Comercial 0,25 vs EM Comercial 0,75	5,16	1,49	0,24	ns
EM Comercial 0,50 vs EM Comercial 0,75	5,16	< 1,00	0,69	ns
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,50	5,16	< 1,00	0,67	ns
EM Artesanal 0,25 vs EM Artesanal 0,75	5,16	6,90	0,02	*
EM Artesanal 0,50 vs EM Artesanal 0,75	5,16	4,79	0,04	*

EE Error estándar ns No significativo * Significativo al 0,05 de probabilidad

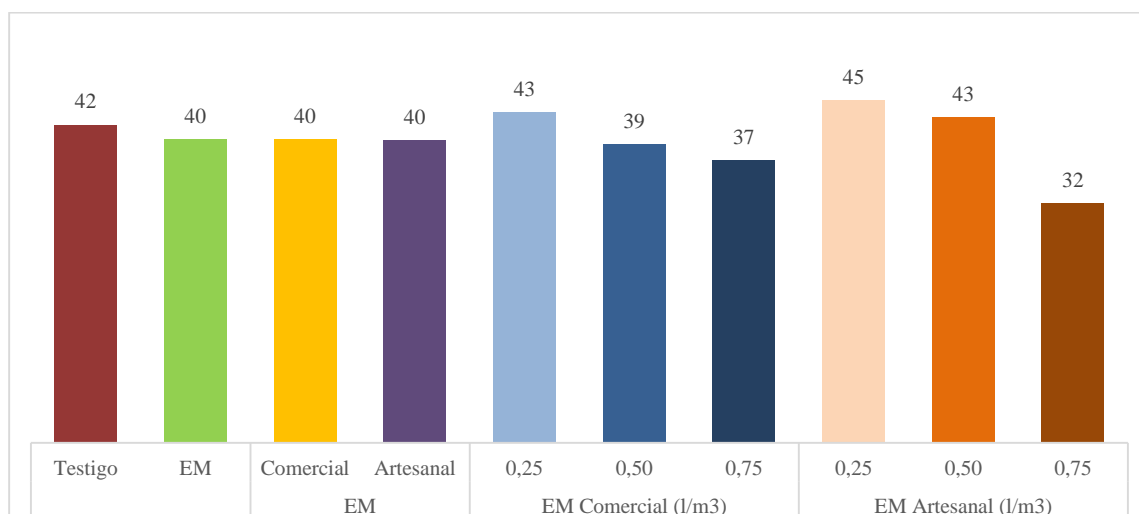


Figura 25. Contrastes al 5% de significación para la Relación Carbono/Nitrógeno del Bocashi. La Matara- Saraguro, 2017.

Se observa (Figura 25) que no existe diferencia significativa de la relación Carbono/Nitrógeno de los EM Comercial y Artesanal, con respecto al testigo; situación similar se observa entre los dos tipos de EM.

En lo concerniente a las dosis de EM, en la medida que se incrementa la dosis, se observa un decremento de la relación Carbono/Nitrógeno, registrando con 0,75 l/m3 un decremento de 5 unidades con el EM Comercial y 13 unidades con el EM Artesanal, con

respecto al testigo. Al respecto Agromática, (2017), expresa que lo ideal es tener una relación C/N entre 25 y 40 en la materia orgánica, valor mucho más alto que el 8,5-11,5 de un suelo.

En general, es notorio el efecto de los EM en las características químicas del Bocashi; al incrementar las dosis, se incrementa el valor de éstas características, lo que sugiere que con mayores dosis de EM se puede llegar a incrementar los valores de nitrógeno total, fósforo, potasio y materia orgánica. Otro aspecto a recalcar es el comportamiento similar entre el EM Comercial y EM Artesanal.

Para la relación C/N, de manera general se aprecia que no existe diferencia entre el testigo y los EM. Además, con el incremento de las dosis de EM se logra una disminución del contenido de carbono orgánico por unidad de nitrógeno total, en este sentido Puerta Echeverri, (2004) manifiesta que la inmovilización del nitrógeno por residuos con elevada relación Carbono/Nitrógeno generan una competencia por este elemento entre los microorganismos y la planta

4.2.7. pH

El pH de las pilas de Bocashi fluctuó de 5,4 a 7,0. El valor más bajo se presentó en el testigo, esto es donde no se aplicó microorganismos benéficos y pH se registró para el Bocashi con la dosis e $0,75 \text{ l/m}^3$, lo que evidencia que los microorganismos benéficos mejoran las características químicas del suelo, al respecto Restrepo Rivera & FAO, (2017) menciona que la elaboración de este tipo de abono requiere que el pH oscile entre 6,0 a 7,5, pues valores extremos inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación de los materiales.

En general el pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estados del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro (Román et al., 2013).

4.3.Capacitación a los productores de la Comunidad La Matara

Taller N 1. Importancia de la agricultura orgánica.

Se realizó una convocatoria a los moradores de la comunidad La Matara el 9 de febrero de 2017, con el objetivo de exponer la importancia de la agricultura orgánica y la posibilidad de utilizar los residuos orgánicos de la finca para convertirlos en abonos. Para el efecto se

preparó una presentación con diapositivas: con imágenes, historias y datos relacionados a la conversión de los residuos orgánicos en abonos. En el taller fue notoria y activa la participación de los agricultores (Anexo 2.).

Durante el desarrollo del taller se despertó el interés sobre la conversión de los residuos orgánicos en abonos. Varios de los moradores hicieron intervenciones compartiendo experiencias y planteando preguntas que aportaban directamente al aprendizaje para luego poner en práctica en sus UPAs.

Taller 2. Obtención de EM Artesanal.

Esta actividad se desarrolló el 6 de abril de 2017, consiguiendo que los agricultores de la comunidad La Matara escuchen, observen y participen en la obtención de EM Artesanal utilizando recursos disponibles que hay en la naturaleza y que se pueden utilizar para la producción de abonos, entre ellos el Bocashi.

Durante el proceso, los participantes tomaron fotografías e hicieron anotaciones para incorporar los aprendizajes en sus predios. Por lo que hasta hoy se sabe, la Organización de Mujeres está poniendo en práctica la tecnología de obtención de EM Artesanal.

Taller 3. Cosecha de EM y Elaboración de Bocashi.

Se realizó el 18 de mayo de 2017 y tuvo como propósito que los agricultores participen de la cosecha del EM Artesanal y la elaboración de Bocashi en cada una de las UPAs seleccionadas.

De igual manera que en el taller anterior, durante el proceso, los participantes tomaron fotografías e hicieron anotaciones para incorporar los aprendizajes en sus predios.

Taller 4. Cosecha del Bocashi.

Esta actividad se realizó el 23 de junio de 2017, con la intención de presentar a los agricultores el resultado del proceso de conversión de los residuos orgánicos de la finca en abono, mediante el Bocashi con la incorporación de EM. Además, se participó a los agricultores sobre las características químicas del Bocashi, rentabilidad y los beneficios que genera esta tecnología de los EM en el campo de la agricultura.

Los participantes se concienciaron sobre las potencialidades que tienen en sus predios y la posibilidad de utilizar los EM en la producción de abonos

En general considerando los cuatro talleres se logró cubrir con las expectativas del objetivo planteado, en contribuir a la recuperación de la fertilidad del suelo de la Comunidad La Matara mediante la aplicación de Bocashi, por lo que la Organización de Mujeres conformada por 15 personas asumió el compromiso para implementar dentro de su actividades agrícolas la tecnología de los EM.

5. CONCLUSIONES

- Las familias de la comunidad La Matara dedican la mayor parte de sus actividades al cultivo de productos de autoconsumo y un excedente se comercializa en el mercado de la ciudad de Saraguro. Además, la crianza de animales es otra actividad que permite solventar las necesidades de alimento y obtener ingresos económicos.
- Los residuos generados en las cosechas de los cultivos, así como el estiércol de los animales domésticos, constituyen una fuente importante para generar abonos.
- Es notorio el efecto de los EM en las características químicas del Bocashi; al elevar las dosis, se incrementa el valor de éstas características, lo que sugiere que con mayores dosis de EM se puede llegar a incrementar los valores de nitrógeno total, fósforo, potasio y materia orgánica. Otro aspecto a recalcar es el comportamiento similar entre el EM Comercial y EM Artesanal.
- Para la relación C/N, de manera general se aprecia que no existe diferencia entre el testigo y los EM. Además, con el incremento de las dosis de EM se logra una disminución del contenido de carbono orgánico por unidad de nitrógeno total.
- El pH de las pilas de Bocashi fluctúan con valores que van de 5,4 a 7,0.
- Se logró cubrir con las expectativas sobre la capacitación a los agricultores de la Comunidad La Matara, en este aspecto la Organización de Mujeres, asumió el compromiso para implementar dentro de sus actividades agrícolas la tecnología de los EM.

6. RECOMENDACIONES

- Incorporar dosis mayores a $0,75 \text{ l/m}^3$ de EM Artesanal en la descomposición de Bocashi, debido a que se obtuvo mejores rendimientos en la producción de N, P, K y MO.
- La relación del C/N debe estar entre 25 y 40, para que la producción vegetal disponga de suficientes nutrimentos para su desarrollo y a su vez, el suelo no pierda parte de su estructura.
- Para conseguir la liberación del fósforo (P_2O_5) orgánico en el Bocashi, el primer paso es manejar los residuos de cosecha y otros residuos de la finca adecuadamente para promover la formación de materia orgánica en el suelo. En segundo lugar, se debe ajustar el **pH** a neutro del suelo para maximizar la actividad microbiana. En tercer lugar debe existir suficiente humedad, temperatura y aireación en el suelo para promover un ambiente microbiano activo.
- Para conseguir Bocashi con gran contenido de potasio (K_2O), se debe tener cuidado en los sistemas mixtos (ganado-cultivo). En estos casos, el potasio que ingresa en el alimento animal y en el tamo usado como camas y la mayoría de potasio excretado se encuentra en la orina y el estiércol.
- En climas fríos, a las muestras muy pequeñas es importante cubrir con un plástico negro, para conseguir aumentar la temperatura y descomponer con mayor rapidez el Bocashi.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. AgroEs.es. (2013). Relación C/N Carbono / Nitrógeno - Nitrógeno Mineral Disponible. Recuperado a partir de <http://www.agroes.es/agricultura/abonos/199-relacion-carbono-nitrogeno>
2. Agromática. (2017). Relación Carbono-Nitrógeno en el compost. Recuperado a partir de <https://www.agromatica.es/relacion-cn-en-el-compost/>
3. Ansorena Miner, Javier. (2000). *Sustratos* (Spanish). Estados Unidos: S.A. MUNDPRENSA LIBROS. Recuperado a partir de <https://www.casadellibro.com/libro-sustratos-propiedades-y-caracterizacion/9788471144812/458778>
4. Bejarano Mendoza, C. A., & Restrepo Rivera, J. (2002a). Abonos Orgánicos, Fermentados Tipo Bocashi Caldos Minerales Y Biofertilizantes, 21-26.
5. Bejarano Mendoza, C. A., & Restrepo Rivera, J. (2002b). Abonos Orgánicos, Fermentados Tipo Bocashi Caldos Minerales Y Biofertilizantes, 21-26.
6. BIOEM SAC. (2014). Usos del EM. Recuperado a partir de <http://www.bioem.com.pe/usosdelem/aplicaciones-en-agricultura/>
7. Biosca, A. (2001). Tipos de organismos presentes. Recuperado a partir de <https://es.scribd.com/document/289632237/Tipos-de-organismos-presentes-docx>
8. Brechelt, A. (2004). *Manejo Ecológico del Suelo* (Vol. 1). Av. Providencia No. 365 Dpto.41, Santiago de Chile, Chile. Recuperado a partir de http://bioinsumosagric.ucoz.com/_ld/0/90_Manejo_Ecologic.pdf
9. Cuchman, A. (2005). Principios básicos de los Sistemas Orgánicos. Recuperado a partir de http://www.ceadu.org.uy/agricultura_organica.htm
10. Cuevas Ordoñez, D. C., & Ana, B. (2001, diciembre). *Plan educativo para la producción de abono orgánico mediante Microorganismos Eficientes*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, UPEL, Barinas, Venezuela. Recuperado a partir de <http://www.monografias.com/docs112/plan-educativo-produccion-abono-organico-microorganismos-eficientes/plan-educativo-produccion-abono-organico-microorganismos-eficientes.shtml>
11. Eco Agricultura. (2013). La Levadura. Recuperado a partir de <http://www.ecoagricultura.net/la-levadura/>

12. FAO. (1999, enero 25). La agricultura orgánica. Recuperado a partir de <http://www.bioagrotecsa.com.ec/index.php/lombricultura/agricultura-organica>
13. FAO, P., MAG, E. S., Portillo, N., Morataya, E., Santos, E., & Cárcamo, F. (2011, octubre). Programa Especial Para La Seguridad Alimentaria (PESA) El Salvador. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>
14. Félix Herrán, J. A., Sañudo Torres, R. R., Rojo Martínez, G. E., Martínez Ruiz, R., & Olalde Portugal, V. (2008). Importancia de los Abonos Orgánicos, 4, 57-67.
15. Flores Serrano, J. (2014). Agricultura Ecológica Manual y Guía Didáctica. Instituto de Restauración y Medio Ambiente. Recuperado a partir de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3948>
16. Fluid Fertilizar Foundation, F. F. F. (2000). Lugar del fósforo orgánico en su programa de fertilización. Recuperado a partir de [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/D396AB6D2FAA322E05256BE3002B4883/\\$file/Lugar+del+P+org%C3%A1nico+en+su+programa+de+fertilizaci%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/D396AB6D2FAA322E05256BE3002B4883/$file/Lugar+del+P+org%C3%A1nico+en+su+programa+de+fertilizaci%C3%B3n.pdf)
17. GADMIS. (2015). Pan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Saraguro. Recuperado a partir de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1160001130001_DIAGNOSTICO-%20PDyOT%20Saraguro2015_15-03-2015_19-08-17.pdf
18. Gómez M., F. (2001, diciembre). *Evaluación del Bokashi como sustrato para semilleros en la Región Atlántica de Costa Rica (2001)*. Universidad EARTH, Guácimo, Costa Rica. Recuperado a partir de http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/bokashi_sustrato_para_semilleros_cr.pdf
19. Gómez M., F. (2015). Propiedades físicas, químicas, biológicas de los sustratos, 3-4-5.
20. González Sánchez, E. J., Sebastian, Z. D., Yiselh, P. G., Kevin, O. S., & Yuleidy, O. M. (2011a, febrero). *Microorganismos Eficientes (EM)*. Departamento el Bolívar. Recuperado a partir de <https://es.slideshare.net/biotecnologo2011/em-presentacion>
21. González Sánchez, E. J., Sebastian, Z. D., Yiselh, P. G., Kevin, O. S., & Yuleidy, O. M. (2011b, febrero). *Microorganismos Eficientes (EM)*. Departamento el Bolívar. Recuperado a partir de <https://es.slideshare.net/biotecnologo2011/em-presentacion>
22. Guamán Días, J. F., & Yaguana Arévalo, M. (2017). *Metodologías de elaboración de abonos orgánicos, para la producción agroecológica en zonas estacionalmente secas de la provincia de Loja*. Instituto Superior Tecnológico Juan Montalvo, Centro Loja.

23. Higa, T., & AGEARTH, E. (2000). Inoculante Microbiano para Agricultura. Recuperado a partir de <http://www.agearthecuador.org/wp-content/uploads/2014/FICHA%20TECNICA%20EM%201.pdf>
24. IDIAF, E. I. D. de I. A. y F. (2009). *Charla sobre el uso de microorganismos eficientes*. República Dominicana. Recuperado a partir de <http://www.idiaf.gov.do/noticias/detallemain.php?ID=971>
25. Ñíguez, M. G. (2010). *Fertilidad, fertilizantes y fertilización del suelo* (2.^a ed.). Loja, Ecuador.
26. Lindner, M. (2014). Fertilizantes orgánicos e inorgánicos,.
27. Medina, L. A., Monsalve, Ó. I., & Forero, A. F. (2010). Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas., 4(1), 109-125.
28. Microbiótica. (2014, marzo 17). EM y sus cinco grupos de Microorganismos Eficientes. Recuperado a partir de <http://www.microbiotica.es/em-cinco-grupos-microorganismos/>
29. Mikkelsen, R. (2015, marzo 17). Manejo de potasio para la producción de cultivos orgánicos. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/publication/238102868_MANEJO_DEL_POTASIO_PARA_LA_PRODUCCION_DE_CULTIVOS_ORGANICOS
30. Moya, J. C. (2012, abril). Cómo hacer microorganismos eficientes? N° 4.
31. Niembro, K. (2013, octubre 22). Transcripción de Microorganismos Eficientes. Recuperado a partir de <https://prezi.com/jmwb4uju1zjl/microorganismos-eficientes/>
32. Ortega, P. (2012). *Producción del Bokashi Sólido y Líquido*. Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3347/1/TESIS.pdf>
33. Padilla G., W. A. (2007). Suelos.
34. Puerta Echeverri, S. M. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos, 1(1), 56-65.
35. Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los Abonos Orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba*, 52-59.
36. Ramos Agüero, David, & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los Abonos Orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba*, 52-59.

37. Ramos Agüero, David, & Terry Alfonso, Elein. (2014). Generalidades de los Abonos Orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba*, 52-59.
38. Restrepo Rivera, J., & FAO 2011. (2017, marzo 3). Aspectos generales de los abonos orgánicos fermentados. Recuperado a partir de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3473>
39. Rincón Biotecnológico. (2011, febrero 10). Proyectos Innovadores. Recuperado a partir de <http://procbiotecnologia.blogspot.com/2011/02/debido-que-el-mango-es-una-fruta-muy.html>
40. Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
41. Shintani, M., Leblanc, H., & Panfilo, T. (2000). Tecnología Tradicional Adaptada para una Agricultura Sostenible y un Manejo de Desechos Modernos. Primera Edición. Recuperado a partir de <https://bocashi.files.wordpress.com/2010/10/bokashi-earth.pdf>
42. SOS, S. O. S. (2017, abril 20). Bocashi. Elaboración, medidas y consejos para la producción de Bocashi. Recuperado a partir de <http://www.saludorganicasostenible.com/abono-bocashi/>
43. Suquilanda Valdivieso, M. B., & MAGAP. (2017). Manejo agroecológico de suelos.
44. Vásquez Proaño, D. (2008, diciembre 12). *Producción y evaluación de cuatro tipos de abonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. Recuperado a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1503/1/17T0873.pdf>
45. Velasco, B. (2015, junio 15). Una planta que genera energía eléctrica con basura toma forma en la Costa del Ecuador. *Diario EL COMERCIO*. Recuperado a partir de <http://www.elcomercio.com/actualidad/planta-genera-energia-electrica-basura.html>

8. ANEXOS

Anexo1. Modelo de la encuesta para responder al primer objetivo.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

INFORMACIÓN GENERAL

NOMBRE DEL INFORMANTE		N° ENCUESTA	
CANTÓN		FECHA	
BARRIO O COMUNIDAD		EDAD	

ORGANIZACIÓN

1. Señale el Nombre de organización a la que pertenece

Organización de Mujeres Mushuk Yuyay	
Banco Comunitario	
Sistema de Riego Chuchuchir	
Escuela Agroecológica	
Ninguno	

CULTIVOS

2. ¿De cuánto es el área designado a cada uno de los predios (ha)?

Propio		Arrendado	
Pedios	Área (m ²)	Pedios	Área (m ²)
Cultivos			
Pasto			
Bosque			
Construcción			
Otros			
TOTAL			

3. Señale el Área que cubre el sistema de Riego que dispone

Método	Área de Riego (m ²)		Área T (m ²)
	Cultivos	Pasto	
Aspersión			
Microaspersión			
Goteo			
Surcos			
TOTAL			

4. ¿Qué variedades de productos cultiva? Complete según lo que pide el cuadro:

N°	Cultivo	Área (m ²)	Densidad (ha)	N° Plantas	Asociado (A) Monocul (M)	Producción (qq)	Producción (U)
1	Gramíneas	Maíz					
2		Trigo					
3		Cebada					
4	Leguminosas	Fréjol					
5		Arveja					
6		Haba					
7	Tubérculos	Papa					
8		Camote					
9		Zanahoria Blanca					
10		Jícama					
11		Oca					
12		Mellico					
13	Frutales	Babaco					
14		Tomate de árbol					
15		Durazno					
16		Reina Claudias					
17		Aguacate					
18		Limón					
19		Mandarina					
20	Naranja						
21	Hortalizas						
22	Medicinales						

5. ¿Qué hace con los residuos de cosecha?

N°	Cultivo	Quema	Pica (abono)	Pica (rastrajo)	Animales
1	Gramíneas				
2	Leguminosas				
3	Tubérculos				
4	Frutales				
5	Hortalizas				
6	Medicinales				

6. ¿Qué cantidad se genera como residuo de las cosechas?

N°	Cultivo	Materia Verde (Kg)	Materia Seca (Kg)	Kg/ciclo	Ciclo/año	Kg/Año
1	Gramíneas	Maíz				
2		Trigo				
3		Cebada				
4	Leguminosas	Fréjol				
5		Arveja				
6		Haba				
7	Tubérculos	Papa				
8		Camote				
9		Zanahoria Blanca				
10		Jícama				
11		Oca				
12	Melloco					
21	Hortalizas					
22	Medicinales					
	TOTAL					

7. ¿Qué cantidad consume y vende de su producción?

N°	Cultivo	Consum (qq)	Venta (qq)	Consum (U)	Venta (U)
1	Gramíneas	Maíz			
2		Trigo			
3		Cebada			
4	Leguminosas	Fréjol			
5		Arveja			
6		Haba			
7	Tubérculos	Papa			
8		Camote			
9		Zanahoria Blanca			
10		Jícama			
11		Oca			
12		Melloco			
13	Frutales	Babaco			
14		Tomate de árbol			
15		Durazno			
16		Reina Claudias			
17		Aguacate			
18		Limón			
19		Mandarina			
20		Naranja			
21	Hortalizas				
22	Medicinales				

8. ¿Qué especies de animales domésticos tiene? Señale y enumere:

N°	Animales	Cant. Machos	Cant. Hembras	Total
1	Ganado	Bovinos		
2		Ovino		
3		Porcino		
4		Caprino		
5		Equino		
6	Aves	Gallinas		
7		Pavos		
8		Patos		
9		Palomas		
10		Codorniz		
11		G. Guinea		
12	Animales Menores	Cobayos		
13		Conejo		

9. ¿Cuánto de estiércol producen estos animales y en qué tiempo?

N°	Animales	N° Sacos	Peso seco (kg)	Fr (días)	Kg/Año	Sacos/Año
1	Ganado	Bovinos				
2		Ovino				
3		Porcino				
4		Caprino				
5		Equino				
6	Aves	Gallinas				
7		Pavos				
8		Patos				
9		Palomas				
10		Codorniz				
11		G. Guinea				
12	Animales Menores	Cobayos				
13		Conejo				
TOTAL						

10. ¿En qué estado hace uso de los estiércoles? Señale

Animales	Abono	Marque con X
Ganado	En estado natural	
	Mezcla con otros abonos	
	En compostaje	
Aves	En estado natural (Gallinaza)	
	Mezcla con otros abonos	
	En compostaje	
A. Menores	En estado natural	
	Mezcla con otros abonos	
	En compostaje	

11. Preguntas Múltiples

¿Tiene Ud. Conocimiento de algún tipo de compost?	NO	1	SI	
¿Hace qué tiempo recibió el taller?	0- 1 Año		1-6 Años	
¿Quiénes les dictaron el taller?	E. Pública		ONG	
¿Ha puesto en práctica lo aprendido en el taller?	NO		SI	
¿Le interesa un taller sobre los abonos orgánicos?	NO		SI	

Anexo 2. Resultados del Análisis químico en el “Laboratorio de Calidad de Fertilizantes MAGAP” de la Agencia ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del agro (AGROCALIDAD) de Tumbaco - Quito.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE CALIDAD DE FERTILIZANTES Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/F/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS	Rev. 3
		Hoja 1 de 1

Informe número: LN-F-E17-1001
 Fecha emisión informe: 26-07-2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Sr. Claudio Sosoranga

Dirección: Barrio Matara

Provincia: Loja

Cantón: Saraguro

Teléfono: 0980946760

Correo Electrónico: urbansport2010@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: 11-2017-258

N° Factura/Documento: 011-001-000002479

Tratamientos	UPAS	% NT	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% MO
T1	1	0,43	0,3142	0,4786	27,8
T1	2	0,38	0,3455	0,3793	29,7
T1	3	0,66	0,5467	1,7693	34,2
T2	1	0,47	0,2858	0,5225	31,0
T2	2	0,32	0,3587	0,4632	29,0
T2	3	0,55	0,3341	0,7511	30,7
T3	1	0,45	0,4427	0,4598	34,1
T3	2	0,36	0,4683	0,5472	26,8
T3	3	0,59	0,3767	0,9393	32,5
T4	1	0,68	0,5593	1,2193	32,1
T4	2	0,62	0,4779	1,4964	34,3
T4	3	0,26	0,2878	0,5226	29,1
T5	1	0,35	0,3994	0,5789	33,4
T5	2	0,44	0,3682	0,6327	29,5
T5	3	0,61	0,7904	1,9211	35,2
T6	1	0,53	0,3474	0,8972	30,0
T6	2	0,37	0,3856	1,3293	28,0
T6	3	0,42	0,661	1,9876	31,3
T7	1	0,56	0,4192	1,3576	34,9
T7	2	0,49	0,4573	1,9883	32,6
T7	3	0,98	0,7776	2,0879	35,4

PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD
NT	PEE/F/14	%
P ₂ O ₅ *	PEE/F/04 ²	%
K ₂ O*	PEE/F/19 ²	%
MO	PEE/F/09 ²	%

Analizado Por: Ing. Melissa Rea, Ing. Cristina Flores, Ing. Edison Vega, Ing. Wilson Castro
Observaciones: Los resultados están expresados en %p/p

Anexo Gráficos: ---

Anexo Documentos: ---



Ing. Wilson Castro

Responsable Técnico Laboratorio
de Calidad de Fertilizantes



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

Anexo 3. Resultados del Análisis químico en el Laboratorio de Fitopatología, MAGAP, Tumbaco - Quito.

Tratamientos	Valores de pH				
	UPA 1	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
T ₁ TESTIGO		6,5	5	6	5,8
T ₂ EMa		6	5	6,5	5,8
T ₃ EMa		7	6,5	7,5	7,0
T ₄ EMa		6,5	7,5	7,5	7,2
T ₅ EMc		6,5	5	5	5,5
T ₆ EMc		4	5	6	5,0
T ₇ EMc		5	6	7	6,0
	UPA 2	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
T ₁ TESTIGO		5	4,5	5,5	5,0
T ₂ EMa		5	5	6,5	5,5
T ₃ EMa		6,5	5,5	6	6,0
T ₄ EMa		7	6,5	6,5	6,7
T ₅ EMc		6,5	6	7	6,5
T ₆ EMc		7	6,5	6,5	6,7
T ₇ EMc		7,5	7	7	7,2
	UPA 3	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
T ₁ TESTIGO		6,5	5	5	5,5
T ₂ EMa		6	6	6,5	6,2
T ₃ EMa		6	7	5,5	6,2
T ₄ EMa		7,5	7	7	7,2
T ₅ EMc		6	7	5,5	6,2
T ₆ EMc		6,5	6	6,5	6,3
T ₇ EMc		6,5	6,5	7	6,7