



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

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

ARTÍCULO CIENTÍFICO

“EFECTO DE TRES TIPOS DE MULCH ORGÁNICO EN LA CALIDAD DEL
SUELO EN PARCELAS DE CULTIVOS ASOCIADOS EN ALOBURO Y
YAHUARCOCHA, IMBABURA”

Autores: Guido Arturo Mejía Cerón
Edison David Monteros Pillajo

Director: MSc. Gladys Yaguana

Asesores: MSc. Mónica León

MSc. Lucía Vásquez

MSc. Renato Oquendo

Lugar de investigación: La investigación se desarrolló en las comunidades de Aloburo y Yahuarcocha, norte del cantón Ibarra, provincia de Imbabura

Beneficiarios: Comunidades de Aloburo y Yahuarcocha, UTN, Investigadores

Ibarra – Ecuador

2018

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Mejía Cerón

NOMBRES: Guido Arturo

C. CIUDADANÍA: 100385939 - 2

TELÉFONO CONVENCIONAL:

TELÉFONO CELULAR: 0959026878

CORREO ELECTRÓNICO: guimejia76@hotmail.com

DIRECCIÓN: La Florida – Cantón Ibarra

FECHA: 08 de Marzo de 2018

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Monteros Pillajo

NOMBRES: Edison David

C. CIUDADANÍA: 100448208 -7

TELÉFONO CONVENCIONAL:

TELÉFONO CELULAR: 0981661034

CORREO ELECTRÓNICO: david_monteros14@hotmail.com

DIRECCIÓN: La Victoria – Cantón Ibarra

FECHA: 08 de marzo de 2018

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA- UTN

Fecha: Ibarra al octavo día del mes de marzo del 2018

GUIDO ARTURO MEJÍA CERÓN

EDISON DAVID MONTEROS PILLAJO

EFFECTO DE TRES TIPOS DE MULCH ORGÁNICO EN LA CALIDAD DEL SUELO EN PARCELAS DE CULTIVOS ASOCIADOS EN ALOBURO Y YAHUARCOCHA, IMBABURA TRABAJO DE GRADO

Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Ibarra, 08 de marzo de 2018.

DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana

La presente investigación evaluó el efecto de tres tipos de mulch orgánico en la calidad del suelo en parcelas de cultivos asociados en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura con el fin de mejorar la eficiencia de uso del recurso. La efectividad de las estrategias se evidenció a través de análisis de calidad del suelo. Los resultados obtenidos, permitieron establecer el mejoramiento del suelo en cuanto a parámetros físicos, químicos y biológicos.

Fecha: 08 de marzo de 2018



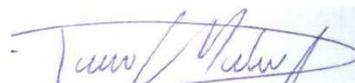
MSc. Gladys Yaguana

Directora del Trabajo de grado



Guido Arturo Mejía Cerón

Autor



Edison David Monteros Pillajo

Autor

Efecto de tres tipos de mulch orgánico en la calidad del suelo en parcelas de cultivos asociados en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura

Trabajo de grado.

Guido Mejía*¹, Edison Monteros*¹, Gladys Yaguana¹

¹Universidad Técnica del Norte

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Av. 17 de julio 5-21 y José Córdova, Ibarra-Ecuador

Teléfono: 00593-6-2997800

*Autoras correspondiente: e-mail: guimejia76@hotmail.com y david_monteros14@hotmail.com

RESUMEN

Las localidades de Aloburo y Yahuarcocha de la provincia de Imbabura, se caracterizan por su precipitación menor de 650 mm/año y alta radiación solar. Existe pérdida de cobertura vegetal y suelos degradados, con escasa materia orgánica. En la posibilidad de integrar estas áreas a la producción se planteó el aprovechamiento eficiente de mulch orgánico en parcelas de cultivos asociados de maíz (*Zea mays* L.) con arveja (*Pisum sativa* L.). El objetivo general fue evaluar el efecto mulch orgánico de arveja (*Pisum sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) en la calidad del suelo cultivado, mediante: caracterización de las propiedades ecológicas de cada sitio experimental, cambio en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo con cada cobertura frente a un testigo sin mulch; y, riqueza específica de hongos y bacterias edáficas. Se aplicó el Diseño Experimental Bloques completos al Azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; espesor de la capa de mulch de 5 cm. Antes de la aplicación del mulch el suelo registró bajas concentraciones de materia orgánica y nutrientes N, P, S, Fe y Mn, y una profundidad efectiva muy superficial en los dos sitios. La aplicación del mulch influyó en las concentraciones de N, P, K, Ca, S, Fe, Mn y Cu, en la profundidad efectiva e incremento de las poblaciones de hongos y bacterias del suelo; por el análisis estadístico de similaridad se comprobó la hipótesis alternativa ya que las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo variaron para los tratamientos. Se concluyó que la aplicación de mulch genera un efecto benéfico en parcelas de cultivos asociados, favorece la concentración y absorción de nutrientes, y estimula la actividad biológica del suelo.

Palabras clave: Mulch, suelo, cultivos asociados.

ABSTRACT

The communities of Aloburo and Yahuarcocha located in the province of Imbabura present problems of low rainfall loss of vegetation cover, high solar radiation and degraded soils; Therefore, the efficient use of three types of organic mulch was proposed as an alternative in plots of associated crops of corn (*Zea mays* L) with peas (*Pisum sativa* L). The overall objective of the study was to evaluate the effect of organic mulches pea, barley and beans in soil quality cultivated by: characterization of the ecological properties of soil and climate in each experimental site, change in physical properties, chemical and biological soil with each cover against a control treatment; and, determination of the specific richness in the populations of fungi and bacteria. The DBCA Experimental Design was applied, with four treatments and four repetitions; with a thickness of the mulch layer of 5cm. Due to its characteristics, the soil before the application of the mulch had low concentrations of N, P, S, Fe and Mn as well as a low amount of organic matter and a very shallow effective depth at both sites. The application of mulch influenced the concentrations of some nutrients (N, P, K, Ca, S, Fe, Mn and Cu) effective depth and the emergence of populations of fungi and soil bacteria; the statistical analysis of similarity allowed to reject the null hypothesis and to accept the alternative hypothesis which it mentions, the physical, chemical and biological properties vary in at least one of the treatments. In general, it is concluded that the application of mulch has a beneficial effect in plots of associated crops as it maintains in adequate amounts the nutrients, controls the pH and stimulates the biological activity.

Key words: Mulch, soil, associated crops.

INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo es un proceso en el que existe una modificación en la calidad del mismo, lo cual provoca la reducción de su capacidad para cumplir correctamente con sus funciones; afectando así el suministro de bienes y servicios a las comunidades beneficiarias (FAO, 2016).

En Ecuador, los problemas de degradación del suelo se logran percibir de manera intensa en la región interandina, principalmente en las provincias de Loja, Pichincha, Imbabura y Carchi, donde la actividad que más predomina es el sector agropecuario (Cisneros, Fontaine y Narváez, 2008). Según los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2016), la superficie agrícola ocupa un 42,82% del territorio nacional, este alto porcentaje demuestra un gran impacto sobre la dinámica natural del suelo. La magnitud de este impacto se ve inducido principalmente por las variaciones climáticas, la pérdida de cobertura vegetal y la incidencia antrópica ejercida sobre el suelo.

En la comunidad de Aloburo, parroquia La Dolorosa de Priorato (Imbabura), la principal causa de degradación de suelos es la escasa cantidad de agua que han venido suministrando sus caudales (La Carbonería 1, Carbonería 2 y Carbonería 3), en donde se han reducido de 7,2 a 2,45 l/s en el 2014, causando deterioro en los cultivos, ausencia de humedad en las capas del subsuelo y pérdida de la cobertura vegetal (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal De San Miguel De Ibarra, 2015).

Yahuarcocha es una comunidad que se ha ido expandiendo agrícolamente a lo largo de la microcuenca. La baja precipitación de la zona y la degradación del suelo ha impulsado a los agricultores a inclinarse por el uso de fertilizantes químicos para aumentar la producción en las cosechas alterando la estructura del suelo, generando contaminación, agotamiento de la materia orgánica, pérdida de la fertilidad y calidad del suelo. La riqueza del suelo ha disminuido por las condiciones ambientales no adecuadas generadas por la degradación del suelo, siendo un problema que hoy en día el agricultor debe afrontar y adaptarse a tecnologías alternativas (Viana, 2007)

Este estudio evaluó la similitud de tres tipos de mulch orgánico en la calidad del suelo en parcelas de cultivos asociados en las localidades de Aloburo y Yahuarcocha, con el fin de determinar qué tratamiento resultó más eficaz en la calidad del suelo al final de la investigación,

además de, socializar con la población esta técnica agroecológica, que ayudaría reduciendo costos y mejorando la calidad estructural del suelo para futuras prácticas en cultivos asociados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Los sitios de ensayo se encuentran ubicados en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, parroquia La Dolorosa del Priorato. Aloburo y Yahuarcocha están localizados al norte del cantón Ibarra a 2,5 Km, Aloburo limita con las comunidades de Priorato y Rancho Chico; mientras que, Yahuarcocha está considerada entre las principales zonas turísticas de la provincia de Imbabura, limita al norte con la Dolorosa del Priorato, al sur línea paralela a la cota de 2400m, al este con El Tablón y al oeste el mirador (Tapia, 2010).

Se utilizó información cartográfica, en donde se identificaron claramente los sitios de estudio Aloburo y Yahuarcocha (Figura 1), ubicados mediante las coordenadas UTM con el navegador GPS, proyección Universal Transversal de Mercator, Datum WGS 84 zona 17S.

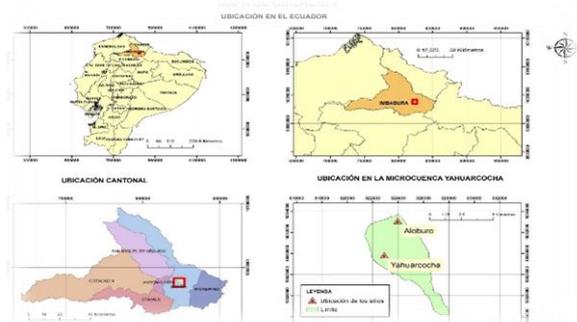


Figura 1. Mapa de Ubicación del área de estudio

Fuente: Instituto Geográfico Militar (2013)

Elaborado: Autores

Metodología

El diseño metodológico incluyó una fase de fase de campo de 180 días durante los meses de noviembre del año 2016 a julio del 2017. Fase de análisis de datos obtenidos y la fase de estructuración de estrategias de conservación. Estructurándose finalmente en tres fases:

Fase 1: Características ecológicas en cuanto a clima y suelo.

a) Clima

Mediante información cartográfica a escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM) y del Sistema Nacional de Información (SNI), se determinó los datos de precipitación, temperatura, uso actual y cobertura vegetal, uso potencial del suelo y zonas de vida; con el fin de determinar las características ecológicas presentes en los sitios de estudios.

b) Suelo

Se realizó una calicata de 1x1m y profundidad a la que pudo penetrar la barra en los dos sitios, se caracterizó los distintos horizontes presentes en el suelo en cuanto a color, textura y estructura de cada capa. Cada uno de estos parámetros fue descrito en la tabla de descripción de perfiles de suelo.

Para la textura se obtuvo muestras de 1kg por cada horizonte o capa del suelo que, posteriormente fueron enviadas al laboratorio de Agrocalidad, en donde se realizó la prueba de textura por el método de Bouyoucos, y así se obtuvo el porcentaje de arena, limo y arcilla de cada horizonte. Mediante observación directa en campo se determinó la estructura del suelo y se clasificó de acuerdo a Plaster (2005).

En cuanto a la pendiente se realizó mediciones en campo utilizando el clinómetro con el fin de obtener el dato de inclinación en cada sitio, este instrumento estima valores en grados, siendo necesario transformarlo en porcentaje para poder clasificarlo de acuerdo a la tabla de pendientes.

Las coberturas fueron colocadas sobre el suelo en una capa de 0,05m de espesor por parcela de acuerdo al DBCA (Figura 2), las coberturas orgánicas muertas fueron: residuos de cosecha de fréjol, arveja y cebada, transportados de Pimampiro, Huaca y El Ángel respectivamente, la parcela testigo estuvo sin cobertura.

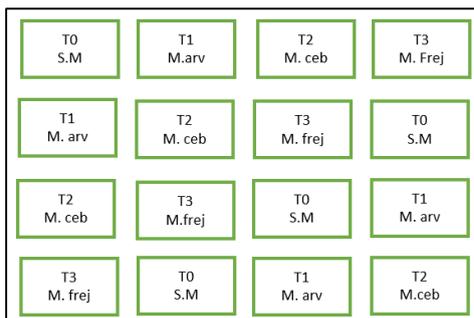


Figura 2. Mapa de Ubicación del área de estudio
Elaborado: Autores

Fase 2: Cambios en las propiedades químicas, físicas y biológicas.

Según el instructivo de muestreo para análisis nematológico del laboratorio de nematología de Agrocalidad (2016) se colectaron dos submuestras para cada tratamiento; la primera para el análisis físico-químico y la segunda para análisis biológico, es decir 8 submuestras por sitio tomadas con la técnica del zig-zag a una profundidad de 0 a 20 cm.

Se compararon los cambios en las variables físicas-químicas y biológicas con los valores obtenidos antes y después de la aplicación del mulch orgánico de acuerdo a los rangos de interpretación de Agrocalidad, con esto se pudo evidenciar si el aumento o disminución de una nutriente causa beneficio o perjuicio a la calidad del suelo. En el aspecto micológico se determinó la presencia de nuevos géneros de hongos y bacterias que influirían en la composición del suelo.

Fase 3: Medidas de conservación

De acuerdo con los resultados obtenidos en la segunda fase se diseñó estrategias de manejo y conservación de suelos con el fin de brindar una alternativa agroecológica para áreas ecológicamente similares en la Zona 1 de Planificación del Ecuador. Para determinar estas zonas se empleó información cartográfica desarrollada en el primer objetivo respecto a isoyetas, isotermas y aptitud de los suelos, con esto se realizó un mapa en el que se pueden identificar sitios similares en cuanto a variables climáticas y edáficas.

Las propuestas estarán enfocadas directamente a agricultores con el propósito de apoyar el manejo sostenible del suelo con la utilización del mulch, acorde a los resultados obtenidos en la investigación, las estrategias contendrán un lenguaje de fácil comprensión y será una herramienta didáctica en actividades agrícolas.

Es necesario implementar este sistema para la optimización y aprovechamiento del agua, ya que los sectores se enfrentan a la pérdida de agua sea por erosión y arrastre del suelo en lugares de pendientes inundadas tal es el caso de Aloburo que posee una pendiente de 34,00%; mientras que en Yahuarcocha el inadecuado manejo del agua influye en la infiltración del agua y potencia la saturación innecesaria del terreno y el derroche de agua que se desvía de las acequias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización ecológica clima.

Se determinó que, la temperatura en el sitio 1 (Aloburo) varía entre 13°C y 14°C, mientras que el sitio 2 (Yahuarcocha) la temperatura oscila entre 14°C y 15°C. Mientras que la precipitación se encuentran en el mismo rango de media anual que va desde 500 a 750 mm.

Caracterización ecológica suelo

A partir de la cartografía digital del uso actual y cobertura vegetal del suelo 2013 se determinó que, el sitio 1 (Aloburo) se encuentra en la categoría de vegetación arbustiva la cual ocupa un espacio de 8,16 hectáreas en la microcuenca, estos suelos presentan un déficit hídrico importante, por lo que la retención de humedad en sus capas no es muy adecuada para cultivos

Por otro lado, el sitio 2 (Yahuarcocha) se ubica en la zona de cultivos, ocupando la mayor superficie dentro de la microcuenca con un valor de 12, 28 hectáreas. En base al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2009), este tipo de suelos son empleados en prácticas agrícolas por poseer características adecuadas para el desarrollo de plantas cultivadas. La demografía poblacional ha hecho que las zonas de cultivo se extiendan a lo largo de la microcuenca de Yahuarcocha.

Perfil de Aloburo

El perfil del suelo presentó cuatro horizontes bien definidos por efecto de prácticas agrícolas y presenta una clase textural franco arenoso. Tiene una estructura cúbica subangular con pequeños poros relativamente abundantes, raíces escasas y finas. El color en seco es grisáceo oscuro bajo 10YR. 4/2 Munsell y en húmedo es marrón muy oscuro 10YR. 2/2 Munsell.

Perfil de Yahuarcocha

Se identificó tres horizontes, una capa intervenida por actividades agrícolas, presenta 12 cm de espesor, una estructura granular apta para prácticas agrícolas porque incrementa la porosidad del suelo y muestra abundancia de raíces, además presenta una clase textural franco. El color en seco es grisáceo oscuro bajo 10 YR. 4/2 Munsell y en húmedo es negro 10YR. 2/1 Munsell.

Propiedades químicas

Con los resultados de los análisis de laboratorio en Aloburo los nutrientes nitrógeno, azufre, hierro y manganeso se encuentran en

bajas concentraciones, mientras que el fósforo está presente en concentraciones medias, en cuanto el potasio, calcio, magnesio, zinc y cobre se hallan en altos porcentajes. Yahuarcocha presenta bajas concentraciones de nitrógeno, azufre y potasio, en cuanto al fósforo, manganeso, calcio, magnesio, zinc, cobre, hierro se encuentran en altas concentraciones en el suelo (Tabla 1).

Tabla 1: Análisis de suelos en Aloburo y Yahuarcocha, antes de la aplicación de mulch.

Nutriente	Ensayo		Unidad
	Aloburo	Yahuarcocha	
N	0,16	0,14	%
P	11,43	42,76	mg/kg
S	6,62	6,89	mg/kg
K	1,32	0,81	cmol/kg
Ca	14,18	16,95	cmol/kg
Mg	5,54	4,95	cmol/kg
Zn	10,38	15,49	mg/kg
Cu	4,44	4,8	mg/kg
Fe	8,94	46,67	mg/kg
Mn	0,46	2,65	mg/kg
MO	2,46	2,75	%
pH	7,82	7,6	-
CE	0,42	0,35	dS/m

Fuente: Agrocalidad 2017

No se evidencio ningún género de bacteria en los dos sitios de investigación según los resultados de los análisis de Agrocalidad, esto se debe a las bajas concentraciones de nitrógeno en el suelo y la deficiencia de materia orgánica en el sustrato (Bello, 2006).

Tanto en Aloburo y Yahuarcocha se encontró la presencia del género *Fusarium sp.* Figueroa, (2010) afirma que la presencia de este hongo en un cultivo de maíz causa pudrición en órganos vegetativos y marchitez en la plántula hasta su fase adulta. El género *Fusarium sp.* surge en el suelo a consecuencia de un problema de drenaje ocasionando la disminución del rendimiento de los cultivos (Duarte, Echeverría y Martínez, 2016).

Análisis de los cambios en las propiedades físicas.

A pesar de que los datos obtenidos después de la aplicación del mulch aumentaron con relación a los datos iniciales, aún se mantiene en un rango de interpretación muy superficial. Esto se debe a la falta de humedad presente en el suelo y mínima roturación en el mismo (Jaramillo, 2002).

Por otro lado, en Yahuarcocha se obtuvo que el T3 fue considerado el mejor tratamiento con 28,4cm de profundidad después de la aplicación

del mulch. La diferencia entre la profundidad inicial y final se debe a los aportes nutricionales y biológicos del mulch, así como el alto grado de humedad presente en el suelo después de dicha aplicación.

Análisis de los cambios en las propiedades químicas.

Las cantidades de nitrógeno en el suelo aumentaron en todos los tratamientos de rango bajo a medio (Figura 3), la presencia de estos niveles de nitrógeno viene a ser un factor determinante en la productividad de los cultivos (Aristizábal y Cerón, 2012).

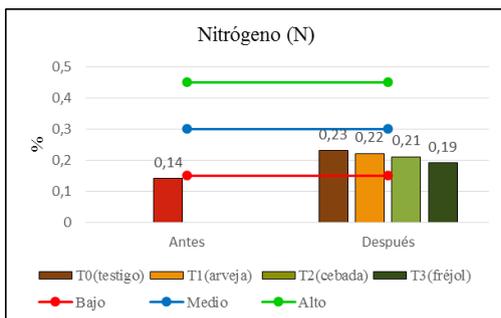


Figura 3. Análisis de Nitrógeno
Elaborado: Autores

Las concentraciones de fósforo se elevaron en cantidades considerables en todos los tratamientos manteniéndose en un rango alto (Figura 4). Este incremento contribuye en los procesos de fotosíntesis, división celular, desarrollo de raíces, calidad de la fruta y granos (Meza, 2014). El aumento es causado por la presencia de microorganismos y humedad en el suelo, así como la mineralización y descomposición de la materia orgánica (Plaster, 2005).

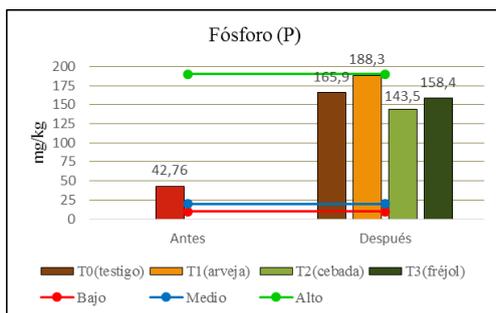


Figura 4. Análisis de Fósforo
Elaborado: Autores

El macronutriente fósforo aumentó en grados de concentración para los cuatro tratamientos después de la aplicación de mulch ubicándose en un rango alto (Figura 5), los tratamientos T1, T2 y T3 tienen una mínima diferencia con respecto al tratamiento T0, debido a que la microfauna prolifera en suelos con cobertura vegetal con el fin de proveerse de fósforo (Plaster, 2005).

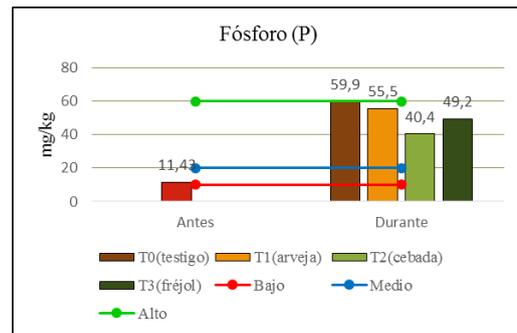


Figura 5. Análisis de Fósforo
Elaborado: Autores

Del dendrograma elaborado con los valores finales de las propiedades físicas y químicas se demostró que, el tratamiento T2 (cebada) es similar al tratamiento T3 (fréjol), mientras que el tratamiento T1 se aleja de los valores de estos tratamientos (Figura 6); por otro lado, el tratamiento T0 (testigo) es completamente diferente a los demás tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis alternativa en donde las propiedades físicas y químicas del suelo varían en al menos uno de los tratamientos.

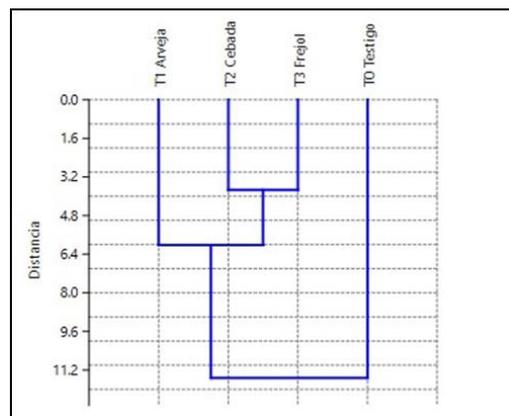


Figura 6. Dendrograma
Elaborado: Autores

Propiedades biológicas

Los análisis bacteriológicos registró cinco géneros de bacterias; *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Enterobacter sp.*, *Acinetobacter sp.* y *Shewanella sp.* El primer género fue hallado en los tratamientos T2 y T3, según Konman indica que este género presente en el suelo y plantas es esencial en el ciclo del carbono y nitrógeno, además aumenta la disponibilidad del fósforo y promueve el crecimiento vegetal al ser una bacteria fosfato solubilizadora.

Índice de Sorensen bacterias

Los resultados del índice de Sorensen (Tabla 2), indican que los tratamientos T2 y T3 presentan moderada similitud con un valor de 0,5, mientras que los otros tratamientos no presentan

ningún tipo de similitud debido a la ausencia de bacterias.

Tabla 2: Índice de similitud.

INTERACCIÓN	T0 (Testigo)	T1 (arveja)	T2 (cebada)	T3 (fréjol)
T0 (Testigo)	-	-	-	-
T1 (arveja)	-	-	-	-
T2 (cebada)	-	-	-	0,5
T3 (fréjol)	-	-	0,5	-

Elaborado: los autores

Los análisis micológicos en los tratamientos indicaron la presencia de los siguientes géneros *Fusarium sp* (fitopatógeno), *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Trichoderma sp.*, *Mucor sp.* y *Geotrichum sp.* El género *Fusarium sp.* de carácter patógeno se halló en los tratamientos T0 y T2, este hongo produjo la pudrición de la planta de maíz en los órganos vegetativos y marchitez en la planta adulta (Figuroa, 2010).

Índice de Sorensen hongos

De acuerdo al índice de similitud de Sorensen se pudo determinar que, el tratamiento T1 y T3 presentaron una moderada similitud con 0,5 (Tabla 34). Mientras que las relaciones de los demás tratamientos también se mantuvieron en moderada similitud, pero con un valor inferior de 0,4.

Tabla 4: Índice de similitud de Sorensen por hábitat.

INTERACCIÓN	T0 (Testigo)	T1 (arveja)	T2 (cebada)	T3 (fréjol)
T0 (Testigo)	-	0	0,4	0
T1 (arveja)	0	-	0,4	0,5
T2 (cebada)	0,4	0,4	-	0,4
T3 (fréjol)	0	0,5	0,4	-

Fuente: Agrocalidad

Elaborado: Los autores

Propuestas de manejo y conservación

Las tres estrategias planteadas en la investigación se elaboraron con base en los problemas detectados en el sector agrícola de cada sitio. Para ellos se elaboraron tres programas empleando un cuadro metodológico en donde se detalla los objetivos de cada actividad, las actividades previstas y el grupo al cual va dirigida la propuesta.

Proyecto 1. Educación Ambiental

La educación ambiental en las comunidades de Aloburo y Yahuarcocha juega un rol muy importante en la conservación de los recursos naturales, tales como el suelo y agua. Este programa tiene como fin aportar una técnica

agroecológica en base a la situación actual del suelo sin dejar de lado el conocimiento ancestral de los pobladores; además de fomentar el manejo sustentable del suelo.

Proyecto 2: El uso de mulch orgánico

La creación de estrategias de manejo y conservación de suelos tienen como finalidad promover el uso de mulch orgánico en el sector agrícola en áreas ecológicamente similares en la Zona 1 de acuerdo con la caracterización ecológica realizada en el primer objetivo. Para ello se tendrá en cuenta el mejoramiento de la calidad nutricional, fertilidad, retención de humedad y sustentabilidad en suelos degradados y la realización posible de cultivos asociados.

Proyecto 3: Inducción hacia el cambio al sistema de riego por goteo

Según Plaster (2005), la instalación de un sistema de riego por goteo en zonas que presentan pendientes con un alto grado de inclinación evita pérdidas por infiltración reduciendo el escurrimiento superficial, además de utilizar eficientemente el recurso hídrico. Mediante este programa y con base en la metodología utilizada se pretenderá incentivar a los miembros de las juntas de riego de las dos comunidades la aplicación de un sistema de provisión de agua para sus cultivos.

CONCLUSIONES

El suelo del sitio Aloburo donde se realizó el estudio presenta valores de precipitación, temperatura, altitud y topografía apropiada para ubicarse en un ecosistema de bosque seco montano bajo. Mientras que las condiciones ambientales del suelo en el sitio Yahuarcocha son aptas para actividades de agricultura limpia por estar ubicadas cerca del humedal y la influencia demográfica.

Las propiedades químicas del suelo, precedentes a la aplicación del mulch en Aloburo indicaron niveles de degradación por deficiencia en los nutrientes S, Fe y Mn, y concentraciones aceptables de N y P; mientras que los niveles iniciales de K, Ca, Mg, Zn, y Cu se encontraron en rangos muy altos, guardando correlación con el clima y el rango de pH ligeramente alcalino.

A los cinco meses de instalado el ensayo con mulch en el sitio uno la concentración de Fe y Mn tuvo un aumento de contenido, mientras que P, K, Ca, Mg, S y Cu se mantuvieron en el mismo rango de concentración y los elementos N y Zn disminuyeron en cantidades significativas pasando un rango bajo de concentración; en

Yahuarcocha el efecto del mulch en los nutrientes determinó; para el N, S y Mn aumento en el rango de concentración, mientras que P, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn se mantuvo en un mismo rango alto de concentración.

La incorporación de mulch al suelo influyó en la presencia microbiana (hongos y bacterias) en los dos sitios; en Aloburo los tratamientos que tuvieron mayor presencia microbiana fueron T2 (cebada) y T3 (fréjol), mientras que, en el sitio dos fueron T1 (arveja) y T3 (fréjol), lo cual tiene correlación con el aumento de materia orgánica.

RECOMENDACIONES

Realizar un inventario de la flora característica de cada sitio para poder aprovechar los residuos vegetales que generan, ampliando el campo de estudio en cuanto a técnicas agroecológicas.

Esperar un período de tiempo más largo (un año) para que el mulch se incorpore más al suelo completamente y evaluar nuevos cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Ampliar la socialización de la experiencia investigativa a espacios que tengan similares características físicas y climáticas, además de buscar espacios para la capacitación.

Aplicar cobertura vegetal muerta (mulch orgánico) en otros cultivos, con el fin de comprobar los efectos que producen los abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. (2016). *Instructivo de muestreo para análisis nematológico*. Ecuador: Autor

Aristizábal, F. y Cerón, L. (2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. *Colombiana de Biotecnología*, 14(1), 285-295. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v14n1/v14n1a26.pdf>

Bello, S., Blas, R., Julca, A. y Meneses, L. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61.

Cisneros, P., Fontaine, G., y Narváez, I., y (2008). *Geo Ecuador 2008: Informe sobre el estado del medio ambiente*. Recuperado de <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/41444.pdf>.

Duarte, Y., Echeverría, A. y Martínez, B. (2016). Identificación y caracterización de aislamientos de *Fusarium* spp. presentes en garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 3 (3). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522016000300004.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Degradación de suelos*. Recuperado de: <http://www.fao.org/soils-portal/degradacion-del-suelo/es/>

Figueroa, M., Rodríguez, R., Guerrero, B., González, M., Pons, J., Jiménez, J. et al. (2010). *Caracterización de Especies de Fusarium Asociadas a la Pudrición de Raíz de Maíz en Guanajuato*. México: Revista Mexicana de Fitopatología.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal De San Miguel De Ibarra, 2015. *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra 2015-2023*. Ecuador: Autor.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2016). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Ecuador: Autor

Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Autor. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>

Kolmans, E., y Vásquez, D. (1999). *Manual de Agricultura Ecológica: Una introducción a los principios básicos y su aplicación*. Ciudad de La Habana: Grupo de Agricultura Orgánica de ACTAF.

Plaster, E. (2005). *La ciencia del suelo y su manejo*. Madrid, España: Thomson Editores Spain.

Tapia Fuertes, A. (2010). *Estudio de la factibilidad para la creación de un centro de recreación y esparcimiento con membrecías, en el sector de la laguna de Yahuarcocha, perteneciente a la parroquia La Dolorosa del Priorato, de la ciudad de Ibarra, Provincia de Imbabura.* (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

Viana, J. P. (2017) *Efecto De Seis Niveles De Sedimento Extraído De La Laguna De "Yahuarcocha" En El Rendimiento De Cultivo De Fresa (Fragaria Spp).* (Tesis inédita de Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.