



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**“EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE ABONOS VERDES EN LA
RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS DE LA
PARROQUIA BOLÍVAR – CANTÓN BOLÍVAR”**

AUTORAS:

Carlosama Pantoja Diana Paola

Jiménez Jaramillo Romina Alexandra

DIRECTOR:

Ing. Gladys Yaguana MSc.

ASESORES:

Ing. María José Romero MSc.

Ing. María Vizcaíno

Ing. Oscar Rosales Msc.

IBARRA – ECUADOR

2018

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Jiménez Jaramillo

NOMBRE: Romina Alexandra

C. CIUDADANÍA: 100358367-9

TELEFONO CELULAR: 0998462157

CORREO ELECTRÓNICO: ro.jimenezja@gmail.com

DIRECCIÓN: Ricardo Sánchez y Calixto Miranda 686

AÑO: 2018



APELLIDOS: Carlosama Pantoja

NOMBRE: Diana Paola

D. CIUDADANÍA: 040187182-7

TELEFONO CELULAR: 0969334818

CORREO ELECTRÓNICO: dianacarlosama91@hotmail.com

DIRECCIÓN: Bayardo Tobar y Jorge Subía Jardín de paz

AÑO: 2018

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 13-03-2018

DIANA PAOLA CARLOSAMA PANTOJA; ROMINA ALEXANDRA JIMÉNEZ JARAMILLO; EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE ABONOS VERDES EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS DE LA PARROQUIA BOLÍVAR – CANTÓN BOLÍVAR

TRABAJO DE GRADO

Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Ibarra 13 de marzo del 2018. 104 páginas.

DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana MSc.

La presente investigación se realizó con la finalidad de recuperar suelos degradados en el sitio de Puntalés que se encuentra en la parroquia Bolívar, cantón Bolívar, mediante la combinación de técnicas de roturación de suelos y la aplicación de tres tipos de abonos verdes. La efectividad de las estrategias se evidenció mediante análisis de calidad de suelos. Los resultados obtenidos, permitieron establecer cambios en el suelo en cuanto a sus parámetros físicos y químicos.

Ibarra, 13 de marzo del 2018

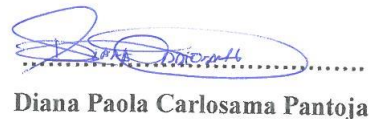


Ing. Gladys Yaguana, MSc

DIRECTORA



Romina Alexandra Jiménez Jaramillo



Diana Paola Carlosama Pantoja

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE ABONOS VERDES EN LA RECUPERACIÓN
DE SUELOS DEGRADADOS DE LA PARROQUIA BOLÍVAR – CANTÓN
BOLÍVAR.

Diana Paola Carlosama Pantoja & Romina Alexandra Jiménez Jaramillo.

dianacarlosama91@hotmail.com, ro.jimenezja@gmail.com

RESUMEN

La presente investigación, se realizó en el sitio Puntales, parroquia Bolívar, provincia del Carchi. El área de estudio posee un clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo, una temperatura media anual de entre 12 y 13 °C. El uso actual del suelo es pastizal con una vegetación arbustiva y herbácea en tierra agropecuaria y el tipo de suelo Durustoll. El objetivo general fue: Evaluar tres tipos de abonos verdes en la recuperación de suelos degradados para incrementar su aptitud productiva. Los factores evaluados fueron (*Vicia sativa* más *avena sativa*, *Vicia faba* más *Lolium multiflorum* y *Vicia sativa* más *Hordeum vulgare*), se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar que constó de 16 unidades experimentales con tres tratamientos, un testigo y cuatro repeticiones, se aplicó primero el proceso de roturación de suelo y luego de un tiempo transcurrido, cuando las leguminosas tenían alrededor del 60% de floración la incorporación de abonos verdes. Los análisis químicos realizados al suelo después de tres meses de la incorporación de los abonos verdes evidenció el aumento de NH₄, Ca y Nitrógeno total y la disminución de otros elementos como S, Zn, Cu, Fe y Mn en comparación con el análisis inicial. El tratamiento que obtuvo mejores resultados fue T1 con la mezcla de (*Vicia sativa* más *Avena sativa*) por la facilidad para obtener la semilla y menores costos; generó mayor cantidad de biomasa y al realizar el análisis foliar se determinó importantes niveles de P, K, Ca, S, B, Zn y

Cu. Al comparar el análisis inicial con el final se evidenció el incremento de materia orgánica en especial en los tratamientos donde se encontraba la especie de *Vicia sativa*. Se concluyó que la combinación de estas estrategias fueron efectivas para la recuperación de suelos degradados.

Palabras clave: Degradación, propiedades físico químicas y abonos verdes.

SUMMARY

The present investigation, was carried out in the site Puntales, parish Bolivar, province the Carchi. The study area has an equatorial climate mesothermal semi-humid, average annual temperature of between 12 and 13 ° C. The current use of the land is grassland with shrubs and herbaceous vegetation on agricultural land and the type of soil Durustoll. The general objective was to: Assess three types of green manures in the recovery of degraded soils to increase its productive capacity. The evaluated factors were (*Vicia sativa* more *avena sativa*, *Vicia faba* more *Lolium multiflorum* y *Vicia sativa* more *Hordeum vulgare*), a design of complete randomized blocks which consisted of 16 experimental units with three treatments, a witness and four replications was used, first applied the process of plowing soil and after an elapsed time, when were legumes around 60% of flowering the incorporation of green manure crops. Chemical analyses performed on the ground after three months of the incorporation of green manures showed increasing NH₄, Ca and Total nitrogen and the decrease of other elements

such as S, Zn, Cu, Fe and Mn in comparison with the initial analysis. Treatment obtained better results was T1 with the mixture of (*Vicia sativa* more *Avena sativa*) for the ease of obtaining seed and lower costs; it generated a greater amount of biomass and foliar analysis found significant levels of P, K, Ca, S, B, Zn and Cu. To compare the initial analysis with the end showed the increase in organic matter especially in the treatments where the species was the species of *Vicia sativa*. It was concluded that the combination of these strategies were effective for the recovery of degraded soils.

Key words: Degradation, physical chemical properties and green fertilizers.

Introducción

La potencialidad del Ecuador se sustenta, de manera fundamental, en la diversidad de sistemas ecológicos y por lo tanto del suelo. Sin embargo, el crecimiento demográfico, la expansión de la frontera agrícola y los procesos de urbanización generan una influencia creciente sobre la disponibilidad del mencionado recurso, provocando así su deterioro al destinarlo a fines distintos a su capacidad de uso (Flores y Méndez, 2009).

Uno de los problemas más recurrentes en la Parroquia Bolívar, perteneciente a la mancomunidad de la provincia del Carchi, es la erosión. Tomando en cuenta que en el Ecuador existe una degradación del suelo que varía entre 30 y 50 TM/ha/año en áreas con pendientes superiores a 25%; y entre 10 y 30 TM/ha/año en pendientes que van del 12 al 25% y en suelos con pendientes menores al 12% la erosión se sitúa entre 5 y 10 TM/ha/año (Chasi y Muso, 2009). El problema tiene su origen en la falta de cobertura vegetal del suelo, debido al constante laboreo para la producción de cultivos y a la escasa precipitación que no favorece su crecimiento. Los suelos son frágiles debido a las características de textura, estructura, escasez de materia orgánica, compactación y prácticas

inadecuadas de cultivo; así como el empleo de fertilizantes químicos y el riego por gravedad en las laderas.

Una de las formas de recuperar los suelos degradados es la roturación profunda, que rompe capas endurecidas propiciando una mejor permeabilidad para el aire y el agua. Así mismo, es importante recuperar la fertilidad química y biológica del suelo, lo cual se logra, mediante la adición de abonos verdes que favorecen la incorporación de nutrientes primarios, secundarios y micronutrientes; y, el incremento de la actividad microbiana y la mesofauna del suelo (FAO, 2000).

La presente investigación contribuye con datos que facilitan soluciones para un problema evidente del área de estudio. Creando conciencia en la población, se podrá generar conocimiento sobre cómo tratar este tipo de suelos.

OBJETIVOS

En la siguiente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Evaluar tres tipos de abonos verdes en la recuperación de suelos degradados de la parroquia Bolívar – provincia del Carchi para incrementar su aptitud productiva.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los cambios generados en las propiedades físico-químicas de los suelos por la incorporación de tres tipos de abonos verdes.
- Determinar la biomasa y calidad nutricional de los abonos verdes (*Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Vicia faba*, *Vicia sativa*, *Lolium multiflorum*).
- Proponer estrategias de manejo y conservación de suelos con el uso de abonos verdes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia del Carchi, cantón Bolívar, parroquia Bolívar; cuenta con un área de 8802.66 ha, su rango de altitud va desde los 1800 msnm hasta los 3800 msnm, Las coordenadas en X son 842713 m y en Y 10057968 m.

Métodos de campo: Previo a la roturación del suelo y posterior siembra de semillas se realizó un análisis de suelo para determinar las variables físico-químicas a ser medidas y comparadas dentro de la investigación. Se determinó amonio, pH, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio, elementos menores como Ca, Mg, S y micronutrientes como Mn, Cu, Fe, Zn y B.

Para iniciar el proceso se limpió la superficie del suelo descartando todo lo que sea rastrojos o restos de césped. Con una pala se efectuó una excavación en forma de “V”, de 15 a 20cm de profundidad, impidiendo que el suelo se desmorone. Se obtuvo una porción de 3cm de espesor. Se cortó un tajada de suelo de aproximadamente 3cm de ancho por todo el largo de la porción, en el sector central de la pala, eliminando los bordes laterales con un cuchillo. Posteriormente se depositó dentro del recipiente.

Después de haber tomado las muestras se procedió a envasar en fundas herméticas, luego se realizó el etiquetado, tomando en cuenta datos del propietario, datos de la propiedad, datos del lote y se envió al laboratorio para realizar el análisis físico-químico.

En el sitio elegido se procedió a determinar el área necesaria para el estudio y se marcó con estacas, dejando un espacio suficiente que permita la labor de subsolado, en cangahua.

La roturación se la realizó mediante subsolado a 50 cm de profundidad se utilizó un bulldozer con caterpillar de tipo D4 a D8 en un periodo de 2 horas; luego con un tractor de dientes de 80 cm en el lapso de 1 hora, se procedió a remover el suelo que se encontraba previamente roturado para obtener de esta forma un suelo más menudo logrando que el suelo sea más manejable para incorporar el experimento.

En un área de 256 m² se procedió a demarcar el terreno, se utilizó estacas y una piola para delimitar las 16 unidades experimentales, que constaban de tres tratamientos y un testigo con cuatro repeticiones, separando con calles de 2m de ancho para evitar el efecto de borde; se colocó los rótulos en cada unidad experimental para que puedan ser identificados, según el diseño propuesto.

Se pesó la semilla de acuerdo a lo establecido para cada unidad experimental como se indica a continuación en la Tabla 1, en cada parcela se procedió a la siembra de semillas leguminosas y gramíneas mediante el método manual al voleo y se cubrió con un rastrillo para tapar las semillas y de esta forma no sean arrastradas por el viento o la lluvia y puedan tener una mejor germinación.

Tabla 1

Cantidad de semilla utilizada

Tratamientos	Semilla
T1	4,5 kg de vicia (<i>Vicia sativa</i>) + 2.5kg de avena (<i>Avena sativa</i>)
T2	5 kg de habilla (<i>Vicia faba</i>) + 5 kg de vicia (<i>Vicia sativa</i>)
T3	2,5 kg de raygrass (<i>Lolium multiflorum</i>) +2,5 kg de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)
Testigo	Vegetación espontánea del sitio

Fuente: D. Carlosama y R. Jiménez.

Se instaló un sistema de riego por aspersión, el cual fue utilizado después de

la siembra y se continuó con un riego de tres veces a la semana, ya que la etapa inicial fue temporada seca y en el suelo roturado existe menos infiltración de agua, lo cual produce un alta percolación y por ese motivo es necesaria una mayor frecuencia de riego.

Cuando el abono verde tenía alrededor del 60% de floración en las leguminosas, se cortó con una hoz y machete, se incorporó al suelo esparciendo por toda la parcela formando una especie de cama con una pequeña capa de tierra; después de una semana se removió para permitir que todo sea homogéneo. Se dejó descomponer por el lapso de tres meses aproximadamente para que mejore las propiedades físico-químicas de los suelos degradados.

Se procedió a cortar y registrar el peso de la producción de biomasa que se encontró en el interior del cuadrante de cada tratamiento

Se tomaron muestras de los tres tratamientos con abonos verdes, utilizando papel periódico para guardarlas y protegerlas del sol, realizado el respectivo etiquetado, fueron enviadas al laboratorio inmediatamente para ser analizadas.

Métodos de laboratorio: Transcurridos tres meses de incorporación de abonos verdes se realizó el muestreo del suelo de todas las unidades experimentales, tomando una submuestra de cada tratamiento por las cuatro repeticiones para conseguir una muestra general. Estas muestras se enviaron al laboratorio para el respectivo análisis químico que permitió la efectividad de los abonos en estudio. Al igual que la producción de materia seca tomado dos muestras por cada tratamiento y llevándolas a la estufa a 80° durante 24 horas.

Elaboración de estrategias de manejo y conservación de suelos.

Las estrategias de manejo y conservación de suelos se las realizó con base en los resultados obtenidos de este estudio mediante el subsolado y el uso de abonos verdes identificando las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en una matriz FODA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cambios generados en las propiedades físico-químicas de los suelos por la incorporación de tres tipos de abonos verdes.

Los resultados de los parámetros analizados mediante análisis cluster al inicio y final del estudio (Tabla 2), indican que existe incremento de NH₄, Ca, MO y Nitrógeno total en la mayoría de los tratamientos, mientras que el P, K, Mg y pH disminuyeron levemente, se notó una gran disminución en algunos elementos como el S, Zn, Cu, Fe y Mn, en cuanto al B todos los tratamientos a excepción del inicial tienen los mismos valores.

Mediante el uso de análisis cluster se estableció las diferencias, entre el análisis inicial del suelo y los tratamientos luego de haber incorporado los abonos verdes.

Tabla 2

Resultados de los análisis iniciales y finales de los suelos.

Parámetro	Unidad	Tratamientos				
		Inicial	T0	T1	T2	T3
NH ₄	ppm	1,40	9,20	5,10	22,00	8,60
Fósforo	ppm	6,00	6,20	4,60	3,00	5,70
Azufre	ppm	26,00	6,50	2,20	3,10	1,90
Potasio	meq/100ml	1,10	0,77	0,69	0,64	0,72
Calcio	meq/100ml	10,50	11,10	12,00	10,40	11,50
Magnesio	meq/100ml	4,20	3,30	3,30	3,40	3,50
Zinc	ppm	4,70	0,3	0,20	0,30	0,40
Cobre	ppm	6,10	0,9	0,90	1,00	0,80
Hierro	ppm	51,00	29,0	35,00	32,00	28,00
Manganeso	ppm	4,70	0,4	0,50	0,40	0,80
Boro	ppm	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20
pH		8,88	8,67	8,43	8,41	8,26
Materia orgánica	%	0,10	0,60	0,70	0,50	0,70
Nitrógeno total	%	0,04	0,09	0,06	0,21	0,21

Fuente: INIAP (Análisis de propiedades físicas y químicas del suelo)

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez.

Algunos de los parámetros analizados mediante análisis cluster:

- **Amonio en el suelo**

En cuanto al NH₄ (Fig. 1), se observó que el T0 y T3 fueron estadísticamente similares y en el análisis son los que menor valor de NH₄ presentaron, mientras el T1 con el análisis inicial tuvo una similitud, teniendo en cuenta que en el T1 se evidenció un mayor incremento de NH₄; el T2 no tiene similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados, por su elevado incremento de NH₄

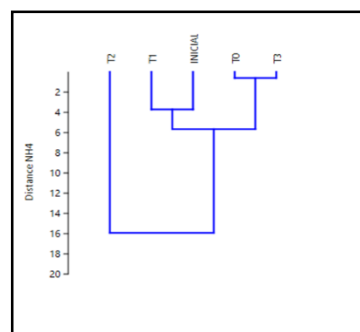


Figura 1: Concentración de Amonio en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Fósforo en el suelo**

En cuanto al fósforo (Fig. 2) se observó que el T0 con el análisis inicial tuvo mayor incremento de P, mientras que en el T3 se evidenció una leve disminución de P, seguido por el T1 y el T2 que registran mayor disminución de P y no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados.

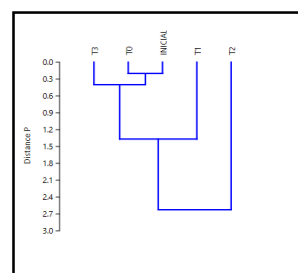


Figura 2: Concentración de Potasio en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **Azufre en el suelo**

En cuanto al azufre (Fig. 3) se observó que el T1 y el T3 fueron estadísticamente similares, mientras que el T2 tuvo un incremento leve de S, seguido del T0; los tratamientos antes citados tuvieron una gran disminución de S en comparación con el análisis inicial.

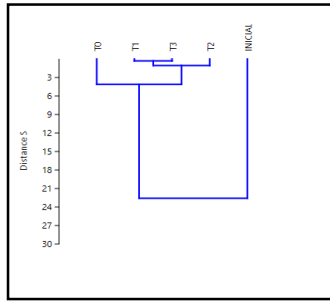


Figura 3: Concentración de Azufre en el suelo al inicio y al final del estudio.

- **pH en el suelo**

En cuanto al pH (Fig. 4), se observó que el T1 y T2 fueron estadísticamente similares y los de menor valor, mientras que el T3 tuvo un leve incremento de pH; los tratamientos antes citados registraron disminución de pH en comparación con el análisis inicial y el T0 fueron los de mayor valor.

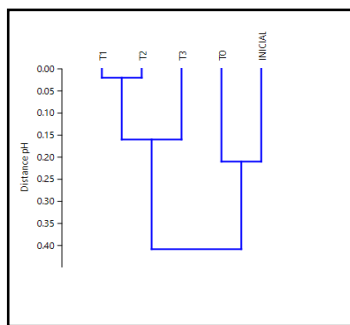


Figura 0: Concentración de pH en el suelo al inicio y al final del estudio

- **Materia orgánica en el suelo**

En cuanto a la Materia orgánica (Fig. 5), se observó que el T1 y T3 tienen los mismos valores matemáticos y un mayor incremento, seguidos por T0 y T2 con valores estadísticamente similares, mientras que el análisis inicial es el que representa menor valor de MO y no es igual a ninguno de los otros tratamientos antes citados.

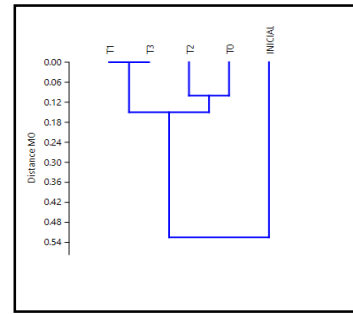


Figura 5: Concentración de Materia Orgánica en el suelo al inicio y al final del estudio.

Suleiman, Schulze y Tran (2013), indican que las acumulaciones de N, P, K y S, son mayores en leguminosas ya que para obtener fijación de N, estas especies presentan un mayor requerimiento de elementos como el P, K y S a diferencia de otros elementos que solo absorben N de la solución del suelo.

Según Aguilar (2016), al realizar la incorporación de biomasa el pH incrementó, mientras que en los resultados obtenidos en este estudio el pH disminuyó en comparación con el análisis inicial antes de haber incorporado la biomasa.

De acuerdo con lo manifestado por Carrasco, Squella y Rojas (2003), el 95% de nitrógeno forma parte de la materia orgánica que se encuentra en el suelo, por lo tanto en un suelo de condiciones pobres entre más incremento de nitrógeno total produzcan las plantas existe más aporte de materia orgánica.

El incremento de materia orgánica en suelos pobres es beneficioso para las propiedades físicas según Cepeda (1991), ya que la estructura del suelo favorece a la formación de agregados individuales, reduce la agregación global del suelo y disminuye la plasticidad. En suelos de textura gruesa mejora la infiltración del agua.

Determinación de la biomasa y calidad nutricional de los abonos verdes (*Avena sativa*, *Hordeum vulgare*, *Vicia faba*, *Vicia sativa*, *Lolium multiflorum*).

Tabla 3

Adeva de producción de biomasa kg/m²

F.V.	SC	gl	CM	FC		F _{α,0,05}	F _{α,0,01}
BLOQUE	12,21	3	4,07	0,70	ns	4,76	9,78
TRATAMIENTO	22,25	2	11,13	1,90	ns	5,14	10,9
Error	35,05	6	5,84				
Total	69,51	11					

CV= 28,88

ns: no significativo

CV: coeficiente de variación

ns: no significativo

CV: coeficiente de variación

En el análisis de varianza (Tabla 3), realizado tanto en bloques como en tratamientos se encontró que no existe diferencia significativa, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa de que los tratamientos son diferentes y se acepta la hipótesis nula en vista de que los tratamientos son estadísticamente similares. El coeficiente de variación fue de 28,88 que indica que existe relativa homogeneidad en esta variable.

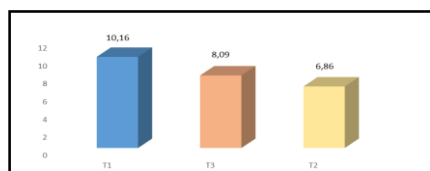


Figura 6: Producción de biomasa en kg/m²

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Fig. 6), no se ha detectado diferencias entre

los tratamientos investigados, cabe destacar que si bien no existe diferencias estadísticas, matemáticamente el T1 (vicia + avena) es el que mejor producción tuvo, respaldando lo mencionado por Chancosa y Viana (2015), que indican que los mejores resultados presentan la mezcla generalmente de gramíneas y leguminosas, ya que aportan una gran cantidad de biomasa en comparación con los otros tratamientos.

En lo que se refiere a la producción de biomasa, Moreno (2009), determina que cuanto mayor sea ésta, habrá una elevada población macro y microbiana en el suelo.

Producción de materia seca kg/m²

Tabla 4

Adeva de producción de materia seca kg/m²

F.V.	SC	GI	CM	FC		F _{α,0,05}	F _{α,0,01}
BLOQUE	1,57	3	0,52	1,11	ns	4,76	9,78
TRATAMIENTO	1,07	2	0,53	1,13	ns	5,14	10,9
Error	2,83	6	0,47				
Total	5,47	11					

CV= 26,65

ns: no significativo

CV: coeficiente de variación

En el análisis de varianza (Tabla 4), realizado para la producción de materia seca se establece que tanto para bloques como para tratamientos se encontró que no existe diferencia significativa, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa de que los tratamientos son diferentes y se acepta la hipótesis nula en vista de que los tratamientos son estadísticamente similares. El coeficiente de variación fue de 26,65 que indica que existe relativa homogeneidad en esta variable.

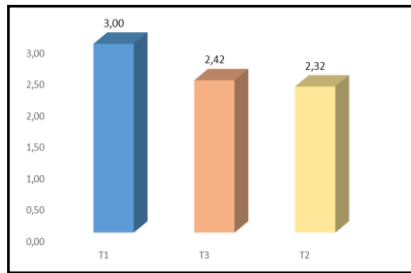


Figura 7: Producción de materia seca en kg/m²

Al realizar la prueba de Tukey al 5% (Fig. 7), no se ha detectado diferencias entre los tratamientos investigados, cabe destacar que si bien no existe diferencias estadísticas, matemáticamente el T1 (vicia + avena) es el que mejor producción de materia seca posee al igual que en el estudio realizado por Chancosa y Viana (2015), en donde se observó también que el de menor valor obtenido fue el tratamiento en donde se aplicó habilla.

Análisis Foliar

Los resultados de los parámetros analizados mediante análisis cluster de los tratamientos del estudio indicaron que existe un incremento de P, K, Ca, S, B, Zn y Cu en el T1, se notó un incremento de N, Fe y Mn en el T2, en cuanto al Mg todos los tratamientos tuvieron los mismos valores (Tabla 5).

Tabla 2

Resultado del análisis foliar de los abonos verdes

Parámetro	Unidad	Tratamientos		
		T1	T2	T3
Nitrógeno	%	2,64	3,21	3,06
Fósforo	%	0,29	0,12	0,21
Potasio	%	1,88	1,23	1,47
Calcio	%	1,06	0,41	0,67
Magnesio	%	0,01	0,01	0,01
Azufre	%	0,18	0,16	0,16
Boro	Ppm	8,70	0,01	2,60
Zinc	Ppm	32,60	23,90	17,50
Cobre	Ppm	9,70	6,70	5,20
Hierro	Ppm	463,50	1265,00	432,10

Manganeso ppm 47,40 84,40 19,70

Fuente: INIAP (Análisis foliar de abonos verdes)

Elaboración: D. Carlosama y R. Jiménez

• Nitrógeno en la planta

En cuanto al nitrógeno (Fig. 8), se observó que el T2 y T3 fueron estadísticamente similares y en el análisis los que presentaron mayor porcentaje de N, mientras el T1 no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados, por la disminución de N que existe.

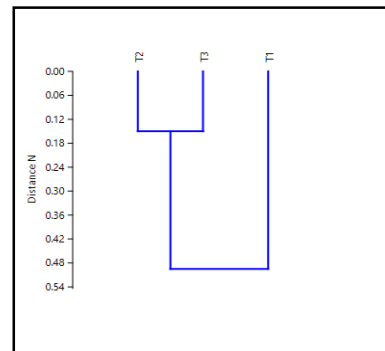


Figura 8: Concentración de Nitrógeno presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

• Fósforo en la planta

En cuanto al fósforo (Fig. 9), se observó que el T1 y T3 fueron estadísticamente similares y en el análisis son los que mayor porcentaje de P presentaron, mientras que el T2 no tuvo similitud con ninguno de los otros tratamientos antes citados por ser el de menor porcentaje.

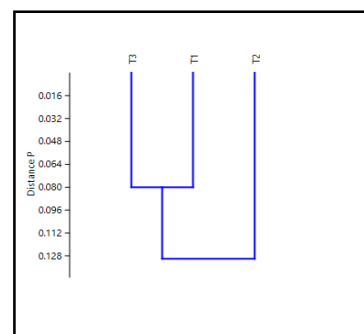


Figura 9: Concentración de Fósforo presente en los abonos verdes para cada tratamiento.

Los tratamientos con vicia presentan disminución en el porcentaje de nitrógeno, según Romero (2010), esto se debe a que la riqueza de nitrógeno en las leguminosas puede aumentar si se encuentran en estado de floración. Por lo tanto gran parte del nitrógeno se incorpora al suelo.

Según Chancosa y Viana (2015) la habilla (*Vicia faba*) representó mayor aporte de Mg, mientras que en este estudio los valores fueron iguales en los tres tratamientos utilizados.

Cerveñansky (2011), indica que el requerimiento de S para las leguminosas es menor que para las gramíneas ya que estas tienen mayor tasa de absorción por lo que emplean de mejor manera este elemento.

Estrategias de manejo y conservación de suelos con el uso de abonos verdes

Mediante la propuesta de estrategias de manejo y conservación de suelos con la información obtenida en el área de estudio. Se debe iniciar por generar estrategias que mejoren la problemática encontrada en este sitio y así poder darle una solución a este problema que es evidente en la zona.

Matriz FODA

Se elaboró la matriz FODA (Tabla 10), con el fin de encontrar los elementos más relevantes para así poder iniciar la propuesta de estrategias de conservación de suelos. El fin de utilizar esta herramienta permitió establecer fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas del sitio de investigación. En el siguiente cuadro se describe los elementos FODA analizados para los suelos degradados de la parroquia Bolívar.

Tabla 10

Elementos de la matriz FODA analizados para los suelos degradados de la parroquia Bolívar.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Algunos pobladores están interesados en la recuperación de los suelos degradados mediante técnicas que no sea nocivas con el medio ambiente ✓ Asociar los abonos verdes entre leguminosas y gramíneas y de esta manera obtener un mejor resultado. ✓ Una vez realizado el ensayo se pudo observar que existió el aumento de materia orgánica. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El marco legal Ecuatoriano promueve el derecho a vivir en un ambiente sano, preservación del ambiente la conservación de los ecosistemas, la recuperación de los espacios naturales degradados. ✓ Los población dentro del área de estudio se encuentra interesada en mejorar la calidad del suelo ✓ Las entidades públicas pueden aportar con el mejoramiento de los suelos.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Muchas veces los sistemas técnicamente apropiados no son factibles debido a la falta de recursos económicos de los habitantes. ✓ Desconocimiento de prácticas ambientales. ✓ No existen sistemas de riego. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Escasa cobertura vegetal y baja infiltración. ✓ Deficiencia y desequilibrio nutricional de estos suelos. ✓ Son suelos altamente ácidos.

Estrategia 1: Realizar recuperación de suelos degradados mediante el proceso de subsolado.

Estrategia 2: Implementar la incorporación de abonos verdes en suelos degradados de la comunidad de Puntalés.

Estrategia 3: Generar opciones para la recuperación del suelo mediante técnicas más amigables con el ambiente.

Objetivos de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta se planteó un objetivo general y dos objetivos específicos.

Objetivo general

Elaborar estrategias de manejo que aporten al uso adecuado de suelos en la comunidad de Puntalés.

Objetivos específicos

- ✓ Explicar cada una de las estrategias planteadas.
- ✓ Implementar prácticas de manejo adecuadas para los suelos degradados de Puntalés.

Estrategias de ejecución

Estrategia 1: Realizar la recuperación de suelos degradados mediante el proceso de subsolado.

El proceso de subsolado tiene como ventaja principal el romper capas compactadas y aflojar el suelo; también mejora su drenaje, así se obtiene mayor rendimiento para tener una óptima recuperación del recurso (Rodríguez, 1995).

Estrategia 2: Implementar la incorporación de abonos verdes en suelos degradados de la comunidad de Puntalés.

La función principal de los abonos verdes es complementar la nutrición de los cultivos próximos, a través la fijación de nitrógeno de esta manera permite que los cultivos tengan a su disponibilidad nutrientes que serían inaccesibles o se perderían, mejorando las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Guzmán y Alonso, 2001).

Los objetivos de la siembra de abonos verdes según MAGAP (2017), son los siguientes:

- Incorporar materia orgánica.
- Mantener y mejorar la fertilidad del suelo.
- Disminuir la escorrentía, erosión y mejorar la infiltración.
- Aumentar la capacidad de retención de humedad.
- Mejorar la agregación y estructura del suelo.

Se pueden utilizar como productoras de abonos verdes diferentes especies, pero las más empleadas para este fin son las leguminosas y gramíneas (Flores, 2009).

Estrategia 3: Generar opciones para la recuperación del suelo mediante técnicas más amigables con el ambiente.

La rotación de cultivos ayuda a mejorar las propiedades del suelo ya que aporta materia orgánica y reduce el índice de plagas, enfermedades, controlando malezas (Peralta, 2010).

Sus principales objetivos son:

- Lograr la ocupación máxima del suelo en espacio y tiempo.
- Mantener una cobertura permanente para disminuir la erosión.
- Mantener y mejorar la fertilidad del suelo.

- Reducir los efectos negativos del clima

Los principios de una buena rotación de cultivos Según el MAGAP (2017), son:

- Realizar siembras tempranas y con alta densidad.
- Elegir el cultivo más denso para la época de mayor precipitación.
- Propiciar el crecimiento alternado de cultivos con diferentes profundidades pueden ser (zanahoria, remolacha, rábanos, lechuga, brócoli, papa, frejol, cebolla).
- Alternar cultivos como maíz, trigo, cebada, con cultivos que mejoren la fertilidad de las leguminosas como fréjol, haba.

CONCLUSIONES

- ❖ En los análisis químicos realizados en el suelo después de tres meses de la incorporación de los abonos verdes se evidencio el aumento de NH_4 , Ca y Nitrógeno total y la gran disminución de otros elementos como S, Zn, Cu, Fe y Mn en comparación con el análisis inicial.
- ❖ En la comparación de los análisis inicial con el final se evidenció el incremento de materia orgánica en especial en los tratamientos donde se encontraba la especie de *Vicia faba* con un incremento del 0,60%, encontrando un menor incremento en la mezcla de la especies *Vicia faba* más *Lolium multiflorum* con el 0,40%.
- ❖ Se determinó que el abono verde compuesto por *Vicia sativa* más *Avena sativa* genera mayor producción de biomasa con el 10,16 kg/m^2 , en el T1, mientras que el T2 conformado por *Vicia faba* más *Lolium multiflorum* fue el de menor producción con el 6,86 kg/m^2 .
- ❖ El tratamiento con mayor cantidad de materia seca fue el T1 que es la mezcla *Vicia sativa* más *Avena sativa* con 3,00 kg/m^2 , mientras que el T2 conformado por *Vicia faba* más *Lolium multiflorum* fue el de menor materia seca con 2,32 kg/m^2 .
- ❖ Al realizar el análisis foliar de los tres tratamientos en el T1 (*Vicia sativa* más *Avena sativa*) incrementaron los valores en P, K, Ca, S, B, Zn y Cu, en comparación con los otros tratamientos ya que en el T2 (*Vicia faba* más *Lolium*

multiflorum) existió el incremento de diferentes elementos como N, Fe y Mn pero se observó una igualdad de valores en Mg en todos los tratamientos.

- ❖ Efectuados los análisis estadísticos de cada una de las variables se acepta la hipótesis alternativa ya que todos los tratamientos incrementaron la fertilidad de los suelos, teniendo en cuenta que el T1 (*Vicia sativa* más *Avena sativa*) fue el mejor por los resultados obtenidos tanto en los análisis como en costos y facilidad de conseguir la semilla.

4.2. RECOMENDACIONES

- ❖ Los resultados obtenidos en este estudio permiten recomendar que para la recuperación de suelos degradados el mejor tratamiento a utilizar es la mezcla de (*Vicia sativa* más *Avena sativa*), ya que genera un mayor aporte de biomasa y se adapta mejor a este tipo de suelo, teniendo en cuenta que las semillas son económicas y se encuentran al alcance de los pobladores en cualquier época del año.

- ❖ Es necesario que los abonos verdes sean incorporados al momento de florecer, ya que es ahí cuando aportan mayor cantidad de nutrientes al suelo.
- ❖ Promover alianzas con las entidades municipales, con el MAGAP para fomentar la recuperación de suelos degradados que se evidencia en la zona, mediante charlas e incentivos como donación de semillas de *Vicia sativa*, *Avena sativa* y *Hordeum vulgare* ya que estas se encuentran fácilmente en la zona.
- ❖ Realizar convenios con la Junta del sistema de riego de Montúfar ya que en el sector existe escases de agua y es necesario llegar a un acuerdo con esta entidad y los pobladores para aportar a la recuperación del recurso suelo.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Aguilar, M. (2016). *Evaluación de tres tipos de abonos verdes, mezcla de leguminosa más gramínea, crucífera y amaranthaceae, en los suelos agrícolas degradados del cantón Bolívar* (tesis de posgrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

- Álvarez, I. (2007, 3 de mayo). Abonos verdes y restauración de suelos. *Ideaa*. Recuperado de <http://www.ideaa.es/>
- Anuario Meteorológico. (2006). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología –INAMHI. Recuperado de: <http://186.42.174.231/publicaciones/Anuarios/Meteoro/Am%202006.pdf>
- Bautista, A., Etchevers, J., del Castillo, R., y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90-97.
- Carrasco, J., Squella, F y Rojas, C. (Ed.). (2003). *Técnicas y prácticas en el manejo de los recursos naturales para la recuperación de suelos degradados de la VI región*. San Fernando, Chile: INIA- INDAP-SAG.
- Cepeda, M. (1991). *Química de suelos*. México, D. F, México: Trillas.
- Cerveñansky, A. (2011). Azufre fertilidad. Recuperado de <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/azufre.pdf>
- Chancosa, C., y Viana, E. (2015). *Evaluación del efecto de abonos verdes en la calidad del suelo, en la localidad de Peribuela (sector el Rabanal), parroquia Imantag, cantón Cotacachi* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Chasi, A., y Muso, H. (2009). *Evaluación del efecto de la incorporación de cinco especies de leguminosas como abono verde en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en tres localidades de la provincia de Cotopaxi* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.
- Díaz, L., Franco, A., y Campello, E. (1995). Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. Forest legumes: aspects related to nutrition and use in reclamation of degraded soils. *Bosque* 16(1), 121-127.
- Durán, F. (2009). *Abonos, lombricultura y compostaje*. Bogotá- Colombia: Grupo Latino editores.
- FAO, (1990). *Guía para la descripción de suelos*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- FAO, (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Recuperado de http://books.google.com.ec/books?id=-kZCpFv-W1EC&dq=funcion+de+los+abonos+verdes&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- FAO, (2009). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. Recuperado de <http://fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- Flores, (2009). *Agricultura Ecológica: Manual y guía didáctica*. Madrid, España: Mundi- Prensa. 400pp.
- Flores, M., y Méndez, M. (2009). *Propuesta para el manejo*

- sustentable del suelo mediante el uso de tres abonos orgánicos elaborados con materias primas vegetales en la playa de Ambuquí* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- García, M., Treto, E., y Álvarez, M. (2000). Los abonos verdes: una alternativa para la economía del nitrógeno en el cultivo de la papa. I. Estudio comparativo de diferentes Especies. *Cultivos Tropicales*, 21(1) ,5-11. Recuperado de <http://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/viewFile/716/pdf>
- Guzmán, G. y Alonso, A. (2001). *El uso de abonos verdes en agricultura ecológica*. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.
- Hernández, A. y Pastor, J. (2008). *La restauración en sistemas con suelos degradados: Estudio de casos en agroecosistemas mediterráneos y taludes de carretera*. Madrid, España: CIEMAT.
- Ibáñez, J. (14 de marzo del 2007). Profundidad efectiva y capacidades de uso del suelo. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- Ibáñez, J. (17 de septiembre del 2008). Degradación del suelo y pérdida de recursos edáficos: Una Introducción. *Madrid blogs*. Recuperado de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/09/17/101114>
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., y Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de uso en la agricultura. *IDESIA*, 24 (1), 49-61.
- López, R. (2002). *Degradación del suelo: causas, procesos, evaluación e investigación*. Mérida, Venezuela.
- MAGAP (2017). *Manejo agroecológico de suelos*. Recuperado de <http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo%20Agroecolo%CC%81gico%20Suelos%20MSV.pdf>
- Marín, G. (2011). *Edafología 1*. Caldas, Colombia: Espaciografica.
- Martínez, A y Leyva, A. (2014). La biomasa de los cultivos en el ecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos tropicales*, 35 (1), 11-20.
- Meza, A., Sabogal, C., y de Jong, W. (2006). *Rehabilitación de áreas degradadas en la Amazonia peruana*. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Moreno, J. (2009). Contenido nutrimental de tres especies de frijol producido mediante tres sistemas de labranza (Tesis de pregrado). Universidad autónoma de Baja California Sur, La Paz, México.
- Navarrete, A., Vela, G., López, J y Rodríguez, M. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. *Contactos*, 80, 29-37.
- Olivera, Y., Machado, R. y Fung, C. (2008). Colecta de leguminosas forrajeras

- en tres provincias orientales de Cuba. *Pastos y Forrajes*, 31(1) 25-34. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269119700002>
- Peralta, V. (23 de octubre del 2010). Medidas de conservación del suelos [Mensaje de unblog]. Recuperado de <http://visionagroecologica.blogspot.com/2010/10/medidas-de-conservacion-de-suelos.html>
- Piscitelli, M. (2015, 15 de julio). Degradación de suelos. *Con los pies sobre la tierra*. Recuperado de <http://www.unicen.edu.ar/content/degadaci%C3%B3n-desuelos>
- Porta, P., López-Acevedo, M., y Poch, R. (2008). *Introducción a la edafología uso y protección del suelo*. Madrid, España: Ediciones Mundi- Prensa.
- Rodríguez, C., y Daza, O. (1995). *Preparación de suelos*. Cali, Colombia: Cenicaña.
- Romero, M. (2010). *Rehabilitación de suelos cangahuosos mediante la incorporación de abonos verdes* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., y Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*.
- Sánchez, C. (2003). *Abonos orgánicos y lombricultura*. Lima- Perú: Ripalme.
- Suleiman, S., Schulze, J. y Tran, S. (2013). *Growth and nodulation of symbiotic Medicago truncatula at different levels of phosphorus availability*. *J. Exp. Bot.*, 64: 2701-2712.
- Vargas, Y., y Valdivia, L. (2005, 26 de Diciembre). Recuperación, mediante leguminosas rastreras, de suelos degradados (ex cacaes) en la Selva Alta del Perú. *Mosaico Cient.* (2), p 78-83.
- Vásquez, C., e Hidalgo, W. (2008). *Gestión y conservación de suelos*. Ecuador: CODEU.

