



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

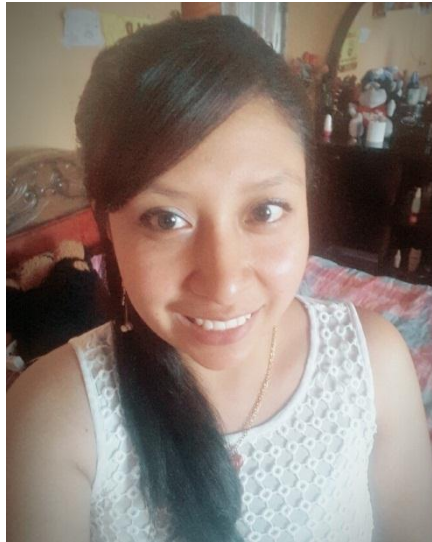
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ARTÍCULO CIENTÍFICO

**“RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LAS PARCELAS
AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD RANCHO CHICO, SECTOR
COCHAPAMBA, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA”**

Autores	Gisela Zeneida Vilca Guachalá Edison Paúl Pérez Méndez
Directora del Trabajo de Grado	Ing. Gladys Yaguana, MSc.
Comité Lector	Ing. Óscar Rosales, MSc. PhD. José Moncada PhD. Jesús Aranguren
Año	2017
Lugar de la Investigación	Comunidad Rancho Chico, zona Cochapamba del cantón Ibarra
Beneficiarios	UTN, Agricultores de Cochapamba

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Vilca Guachalá

NOMBRES: Gisela Zeneida

C. CIUDADANIA: 1003626353

TELÉFONO CONVENCIONAL: 2-907-570

TELEFONO CELULAR: 0978841204

Correo electrónico: gisela.13-01@hotmail.com

DIRECCIÓN: Imbabura – Antonio Ante – Atuntaqui – Celiano Aguinaga – 15-65

AÑO: 2017

DATOS INFORMATIVOS



APELLIDOS: Pérez Méndez

NOMBRES: Edison Paúl

C. CIUDADANIA: 0401785571

TELÉFONO CONVENCIONAL: (06) 3010747

TELEFONO CELULAR: 0978980204

Correo electrónico: epprez@hotmail.com

DIRECCIÓN: Carchi – Mira – Mira – Av. Enrique Arboleda y Narchín Mira

AÑO: 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 25 de mayo 2017

GISELA ZENEIDA VILCA GUACHALA; EDISON PAÚL PÉREZ MÉNDEZ

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LAS PARCELAS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD RANCHO CHICO, SECTOR COCHAPAMBA, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA

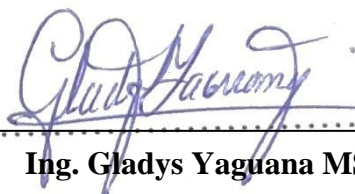
TRABAJO DE GRADO

Ingenieros en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Ibarra, 25 de mayo del 2017. 124 páginas.

DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana MSc.


La presente investigación se realizó con la finalidad de recuperar suelos degradados en las parcelas agrícolas de la comunidad Rancho Chico, mediante la tecnificación con la roturación de suelos y la aplicación de abonos orgánicos como el humus y abonos verdes. La efectividad de las estrategias se evidenció mediante análisis de calidad de suelos. Los resultados obtenidos, permitieron establecer el mejoramiento del suelo en cuanto a sus parámetros físicos y químicos.

Ibarra, 25 de mayo del 2017



Ing. Gladys Yaguana MSc.

DIRECTORA



Edison Paúl Pérez Méndez

AUTOR



Gisela Zeneida Vilca Guachalá

AUTORA

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN LAS PARCELAS AGRÍCOLAS DE LA COMUNIDAD RANCHO CHICO, SECTOR COCHAPAMBA, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA.

Recovery of Degraded Soils in the Agricultural Plots of the Rancho Chico Community, Cochapamba Sector, Ibarra Canton, Imbabura Province.

Edison Paúl Pérez Méndez ^{*1}, Gisela Zeneida Vilca Guachalá ^{*1},

Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ciudadela Universitaria. Unión de Organizaciones Campesinas Cochapamba (UOCC). Ibarra, Imbabura, Ecuador.

RESUMEN

Los pobladores de la Comunidad Rancho Chico se dedican básicamente a la producción agrícola, con la aplicación de inadecuadas prácticas de manejo de suelo. Esto ha provocado que paulatinamente los suelos agrícolas pierdan su capa arable, disminuyendo su productividad como efecto de la degradación. La recuperación de suelos degradados en Rancho Chico, fue necesaria ya que un alto porcentaje de las familias se dedican a la agricultura como medio de ingresos económicos. Existe poco conocimiento sobre procesos agrícolas que permiten hacer un eficiente uso de los recursos disponibles o a su vez la recuperación de los mismos, pues no se ha contado con asistencia técnica oportuna para hacer un efectivo cambio en los patrones de producción. El objetivo general fue recuperar suelos degradados en las parcelas agrícolas de la comunidad Rancho Chico, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, mediante el proceso de roturación del suelo e incorporación de humus y abonos verdes. Se trabajó en cinco parcelas agrícolas con características similares en cuanto a pendiente, superficie y altitud (msnm). Se realizó la caracterización de las propiedades físicas y químicas de los suelos en cada parcela, evidenciando en las cinco parcelas una clase textural de tipo franco con una densidad aparente de rango crítico superior a 1,6 g/cm³; bajas concentraciones de macronutrientes como N, P y S, y deficiencias de micronutrientes como B y Zn. El pH de cada parcela fue ligeramente

alcalino con bajos porcentajes de materia orgánica. Luego de ejecutados los procesos de recuperación de suelos, se registró un aumento en las concentraciones de N, P y S así como también de B y Zn; los contenidos de materia orgánica aumentaron desde un nivel bajo a medio y el pH se ubicó en un rango neutro. Como conclusión se estableció que la combinación de estas técnicas aplicadas tuvieron efectividad en el proceso de recuperación de suelos.

Palabras clave: propiedades físico-químicas, deficiencias, nutrientes, suelo franco, compactación.

SUMMARY

The residents of the Rancho Chico Community are basically dedicated to agricultural production, with the application of inadequate soil management practices. This has caused agricultural soils to gradually lose its arable layer, decreasing its productivity as a result of degradation. The recovery of degraded soils at Rancho Chico was necessary since a high percentage of families are engaged in agriculture as a means of economic income. There is little knowledge about agricultural processes that allow efficient use of available resources or, in turn, the recovery of these resources, since there has been no opportune technical assistance to make an effective change in production patterns. The general objective was to recover degraded soils in the agricultural plots of the Rancho Chico community, Ibarra canton, in the

province of Imbabura, through the process of soil scrubbing and the incorporation of humus and green manures. We worked on five agricultural plots with similar characteristics in terms of slope, surface and altitude (msnm). The characterization of the physical and chemical properties of the soils in each plot was evidenced, showing in the five plots a textural class of franc type with an apparent density of critical range superior to 1.6 g / cm³; Low concentrations of macronutrients such as N, P and S, and micronutrient deficiencies such as B and Zn. The pH of each plot was slightly alkaline with low percentages of organic matter. After the soil recovery processes were carried out, there was an increase in N, P and S concentrations as well as B and Zn concentrations; The contents of organic matter increased from a low to a medium level and the pH was located in a neutral range. In conclusion, it was established that the combination of these techniques were effective in the soil recovery process.

Index words: *Physicochemical properties, Deficiencies, Nutrients, Free floor, Compaction.*

INTRODUCCIÓN

En la comunidad Rancho Chico de la parroquia Ambuquí perteneciente al cantón Ibarra, se dedican al cultivo de productos de ciclo corto. El 6,8% de la superficie lo ocupan cultivos permanentes como los frutales, el 34,3% a pastizales y la diferencia en otras actividades de tipo agropecuario. Dichas acciones están provocando la erosión del suelo de una forma muy rápida (Unión de Organizaciones Campesinas de Cochapamba, 2010).

La historia agraria de dicha comunidad, señala algunos hitos relacionados con el acceso a tierras de producción agrícola ubicando a los productores familiares en terrenos de alta vulnerabilidad, además con la aplicación de inadecuadas prácticas de manejo de suelo han provocado que paulatinamente los suelos agrícolas pierdan su capa arable, disminuyendo la productividad como efecto de la erosión,

dando como producto suelos de cangagua que no pueden ser aprovechados por los campesinos locales.

Es importante indicar que, en la zona, desde hace años atrás se ha iniciado un proceso de recuperación de suelos. Esta actividad ha sido liderada por la Asociación Agropecuaria Zara Tarpuy; que es una organización social legalmente constituida por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura (MAGAP), quien propone la implementación de alternativas de diversificación de la producción agrícola de los predios familiares con la incorporación de técnicos y voluntarios (Asociación Agropecuaria Zara Tarpuy, 2015).

Aguas (2013) expresa que desde el inicio de los trabajos de roturación o labranza de suelos en la provincia de Imbabura, se han recuperado alrededor de 90 hectáreas, beneficiando a 150 familias. Se tiene previsto impulsar la siembra de quinua, cebada, trigo y centeno; ya que es prioridad del Ministerio de Agricultura, ganadería, acuicultura y pesca (MAGAP), el fortalecimiento de la agricultura familiar campesina y la soberanía alimentaria

Según Villareal (2007), a pesar de las ventajas que ofrece la implementación de prácticas de labranza de conservación, es importante complementarlas con mecanismos de fertilización y estrategias de conservación, que permitan incrementar los rendimientos de los cultivos, estas prácticas están siendo muy utilizadas en la provincia de Imbabura. Derivado a ello, en la actualidad es necesario encontrar alternativas más sustentables para fertilizar los cultivos; y una de las alternativas con mayor potencial son los abonos verdes debido a su capacidad para fijar altas cantidades de nitrógeno atmosférico, proporcionar materia orgánica y nutrimentos al suelo, controlar plagas, enfermedades y maleza (García et al., 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

-Caracterización de las propiedades físico-químicas del suelo. Se inició con la selección de cinco parcelas agrícolas, con

un área de 100 m² cada una expresada en la Tabla 1. Estas parcelas fueron escogidas por características similares como: pendiente montañosa (25-30 %) determinada con ayuda del clinómetro, altitud (2800 – 3200 msnm) utilizando el GPS y tamaño (100 m²).

Tabla 1: Descripción de las parcelas agrícolas en estudio

Parcela	Pendiente	Altitud (msnm)	Coordenada X	Coordenada Y
1	30%	2822	831064	10035827
2	27%	2930	831108	10035822
3	28%	2924	831049	10036597
4	25%	2953	831008	10035413
5	27%	3027	831197	10035093

Además, se caracterizó digitalmente el área de estudio mediante la realización de mapas temáticos: base, pendientes, uso actual de suelo, uso potencial del suelo, conflictos de uso; para comprobar la literatura con lo existente en el área de estudio. De tal manera las cinco parcelas en estudio se ubicaron en el área erosionada de la comunidad Rancho Chico.

Inmediatamente, se colectó muestras del suelo en cada parcela agrícola. Basado en la metodología de Bernier (2001), en cada área se recolectó de 5 a 7 sub-muestras, efectuando un recorrido en zig-zag que abarque todo el terreno.

En cada parcela, se introdujo el barreno a una profundidad de 30cm en el terreno, luego se depositó las submuestras en fundas herméticas y se mezcló en una funda de cáñamo para homogenizar. Se recolectó 1 kilogramo de muestra homogenizada y representativa de cada parcela en estudio.

De la misma manera para la determinación de la densidad aparente se utilizó el método del cilindro biselado, en el cual se tomó un cilindro con dimensiones conocidas para hallar su volumen, se procedió a seleccionar el sitio de muestreo y retiramos la cobertura vegetal superficial, se introdujo el cilindro completamente y luego se lo extrajo. De este modo, se obtuvo una muestra de suelo por cada parcela agrícola.

Se analizó las cinco muestras homogenizadas, que pertenecen a las cinco parcelas en estudio, en el laboratorio LABONORT y las cinco muestras del cilindro biselado se las analizó en el laboratorio de AGROCALIDAD.

Basados en estudios de García et al. (2012) en procesos de recuperación de suelos, los indicadores de calidad de suelo a evaluar son los siguientes: textura, densidad aparente, profundidad efectiva, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn y B) y macronutrientes (N, P, S, K, Ca, Mg).

-Ejecución de las estrategias de recuperación de suelos, basadas en el proceso roturación e implementación de humus y abonos verdes. Esta fase inició con la roturación del suelo empleando un tractor tipo roturador, que rompe las estructuras compactas del suelo hasta 60 cm de profundidad (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP (2013). Luego se mulló el suelo habilitándolo para la siembra de los abonos. Anterior a la siembra se incorporó humus dependiendo del requerimiento por parcela.

Para la siembra de los abonos verdes, se seleccionaron las semillas de vicia y raigrás en una combinación de 2 partes de vicia y 1 parte de raigrás; se esparció la combinación de semillas en proporciones de 1,3 kg de raigrás y 2,5 kg de vicia; las semillas fueron esparcidas al voleo, por todo el terreno y cubiertas a una profundidad entre 5 a 8 cm. A partir de la siembra se estableció un monitoreo de dos veces por mes para evidenciar la germinación, colonización, crecimiento y cobertura de los abonos por parcela. Debido a su rápido crecimiento se incorporan al suelo a los 2 meses de implantación evidenciando un porcentaje de floración de 10 a 25 % (Romero, 2010)

La incorporación se la realizó manualmente realizando cortes en partes pequeñas con ayuda de un machete, luego se enterró el abono verde a una profundidad de 15 a 20 cm. Posteriormente se dejó transcurrir 42 días para una completa descomposición y

asimilación del abono verde en el suelo (García y Martínez, 2009)..

-Análisis de la aplicación de las estrategias de recuperación de suelos.

Se efectuó el mismo muestreo de la primera fase en las parcelas agrícolas en estudio; y se observó los cambios del suelo en cada parcela, de acuerdo a los parámetros evaluados en la primera fase.

Se desarrolló una comparación para establecer en qué medidas mejoran las propiedades físico-químicas del suelo en estudio, tomando en cuenta los cambios en los principales indicadores físicos y químicos de la calidad del suelo.

-Elaboración de una propuesta para el desarrollo y mejoramiento agrícola.

La propuesta se realizó en base a los análisis y resultados generados en las fases anteriores del proceso de recuperación de suelos. Con el objetivo de mejorar la producción agrícola a partir de la aplicación de técnicas mecánicas y agroecológicas, para ser replicado en otras unidades agrarias de la zona de Cochapamba. Contribuyendo a la conservación del suelo y a mejorar su calidad en cuanto a fertilidad y productividad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los parámetros analizados mostraron que en los macronutrientes existe una deficiencia de Nitrógeno, Fósforo y Azufre; mientras que, el Potasio, Calcio y Magnesio se presentaron en concentraciones altas. En relación a micronutrientes se notó una deficiencia de Boro y Zinc, y existieron concentraciones altas de Hierro y medias de Manganeso y Cobre. Los datos de pH reconocidos en las cinco parcelas se hallan prácticamente neutros con una ligera inclinación a alcalinos sin presentarse problemas de sales. Los porcentajes de materia orgánica registrados se encuentran en un rango bajo, en las cinco parcelas se evidenció una clase textural de tipo Franco con

una densidad aparente que permite apreciar problemas de compactación.

Después de la ejecución de las estrategias de recuperación de suelos, en las cinco parcelas se obtuvo en los macronutrientes un incremento en las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Azufre; mientras que, en Potasio, Calcio y Magnesio se notó un leve decrecimiento pero se mantuvieron en rangos altos. En relación a micronutrientes se apreció un incremento en los contenidos de Boro y Zinc manteniéndolos en rangos bajos y medios respectivamente, y existen concentraciones altas de Hierro, Manganeso y Cobre.

El pH en el suelo en las cinco parcelas se encuentra dentro de un límite de neutralidad, sin embargo, ha variado de forma descendente. Ésta variación se debe principalmente a la utilización de abonos orgánicos ya que son de naturaleza ácida, lo cual influye con aportaciones ácidas en el pH del suelo, de igual manera no se presentaron problemas de sales. La densidad aparente del suelo en las cinco parcelas se redujo por lo que se deduce que no poseen problemas de compactación. Este cambio se debe al proceso de roturación ya que el subsolado reduce la densidad y aumenta la porosidad de los horizontes del subsuelo. La cantidad de MO en las cinco parcelas ha incrementado al rango medio de 4% debido a la incorporación de los abonos orgánicos (Tabla 2).

La información se la divulgó en una reunión con asistentes de las comunidades de Cochapamba juntamente con los presidentes comunales y el presidente de la Unión de Organizaciones Campesinas Cochapamba (UOCC), donde se explicará las técnicas aplicadas y resultados obtenidos. Al mismo tiempo se entregará y distribuirá esta información mediante documentos tipo revista en formato A5.

Tabla 2: Resultados de los parámetros analizados antes y después la aplicación de las técnicas empleadas en las parcelas agrícolas estudiadas

Parámetro	Unidad	Parcela Agrícola									
		1		2		3		4		5	
		Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Nitrógeno	Ppm	29.27 b	77,99 a	29.08 b	108,65 a	27.68 b	67,78 a	25.31 b	112,06 a	26.51 b	74,59 a
Fósforo	Ppm	7.21 b	18,68 m	9.52 b	28,71 a	9.46 b	29,25 a	5.34 b	18,50 m	8.26 b	16,89 m
Potasio	meq/100 ml	1.00 a	0,89 a	0.81 a	0,72 a	0.71 a	0,71 a	0.78 a	0,50 a	1.06 a	0,71 a
Azufre	Ppm	4.24 b	13,01 m	4.70 b	25,1 a	3.95 b	13,15 m	2.82 b	12,94 m	6.36 b	13,26 m
Calcio	meq/100 ml	13.49 a	10,65 a	13.80 a	10,09 a	14.71 a	9,40 a	14.12 a	10,96 a	15.30 a	11,13 a
Magnesio	meq/100 ml	4,00 a	2,79 a	3.34 a	2,64 a	4.37 a	3,06 a	4,69 a	2,54 a	4,63 a	2,91 a
Zinc	ppm	2.78 b	3,88 m	2.90 b	5,20 m	2.68 b	5,73 m	1.76 b	5,83 m	2.95 b	4,01 m
Cobre	ppm	3.01 m	7,50 a	3.67 m	7,77 a	2.24 m	6,53 a	3.86 m	4,32 a	3.48 m	4,85 a
Hierro	ppm	70.80 a	138,60 a	71.80 a	125,50 a	73.10 a	138,30 a	72.60 a	124,46 a	74.60 a	120,90 a
Manganeso	ppm	10.42 m	37,19 a	13.32 m	58,80 a	12.29 m	32,10 a	13.22 m	18,40 a	14.84 m	17,43 a
Boro	ppm	0.86 b	0,98 b	0.67 b	0,96 b	0.75 b	0,95 b	0.92 b	0,97 b	0.78 b	0,94 b
pH	-----	7.50 la	7,03 n	7.29 la	7,01 n	7.12 la	6,9 n	7.39 la	6,80 n	7.17 la	6,9 n
Conductividad eléctrica	mS/cm	0.339 ns	0,259 ns	0.367 ns	0,387 ns	0.291 ns	0,266 ns	0.338 ns	0,234 ns	0.420 ns	0,236 ns
Materia orgánica	%	2.86 b	3,15 m	2.73 b	4,38 m	2.52 b	4,38 m	2.41 b	4,49 m	2.67 b	4,62 m
Textura	-----	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco	Franco
Densidad aparente	g/cm ³	1,64 c	1,32 sc	1,69 c	1,29 sc	1,66 c	1,37 sc	1,71 c	1,4 sc	1,68 c	1,33 sc

Simbología : **a** = Alto **b** = Bajo **m** = Medio
la = Ligeramente alcalino **n** = Neutro
ns = No Salino
c = Compactado **sc** = Sin Compactación

CONCLUSIONES

•Las propiedades físicas del suelo antes del establecimiento del ensayo, indicaron niveles de degradación por compactación, debido a que las parcelas presentaron una densidad aparente superior a 1,6 g/cm³; dato que no coincide con el tipo de densidad para un suelo con textura franca que es alrededor de 1,3 y 1,4 g/cm³, este hecho indica que la porosidad del suelo está afectada, lo que restringe la circulación del agua y del aire.

•Las propiedades químicas del suelo de las parcelas donde se realizó el ensayo registraron concentraciones bajas de

macronutrientes como N, P y S (<30, <10 y <12 ppm, respectivamente); mientras que, el K, Ca y Mg estuvieron en concentraciones favorables (>0,4, >9 y >2,3 meq/100 ml). En cuanto a micronutrientes se observó una deficiencia de B y Zn (<1 y <6 ppm, en su orden); y, concentraciones aceptables de Fe, Mn y Cu (>20, >6 y >1 ppm, respectivamente).

•Por los bajos contenidos de materia orgánica, en las parcelas de estudio fue necesario adicionar abonos para fertilizar el suelo, promover la actividad microbiana y el reciclaje de nutrientes; pues, los niveles

de precipitación de la zona (1000-1500mm), repercuten en procesos de reducción que se manifiestan en bajos niveles de disponibilidad de N, P, S y Zn.

- El pH de cada parcela fue ligeramente alcalino, relacionado con una alta disponibilidad de Ca y Mg, que afecta la disponibilidad y absorción de P en el proceso de nutrición de las plantas; hecho que debe considerarse para la fertilización o abonaduras.

- La textura franca favorece las altas concentraciones de Ca que coinciden con altas concentraciones de Mg; el vínculo entre estos dos elementos citados interviene en la mayor disponibilidad de K, lo cual fue corroborado por los análisis de suelos, efectuados.

- Las propiedades químicas de las parcelas, luego de la aplicación de las estrategias de recuperación de suelos, registraron un aumento en las concentraciones de macronutrientes: N, P y S; y, las concentraciones de K, Ca y Mg se redujeron ligeramente manteniéndose en rangos altos. En cuanto a micronutrientes se aumentó el contenido de B y Zn conservándose en rangos bajos y medios; mientras el Fe se mantuvo en niveles altos y el Mn y Cu subieron de medio a alto. En términos generales, los nutrientes aumentaron lo que denota que las estrategias de incorporación de humus y los abonos verdes, hicieron efecto positivo en el suelo.

- Con la incorporación de abonos orgánicos y debido a la precipitación, el pH de cada parcela se redujo hasta un nivel de neutralidad que favorece las concentraciones de P disponible para las plantas.

- Las técnicas agroecológicas aplicadas demostraron ser efectivas en el proceso de recuperación de suelos observable en el mejoramiento en la retención de humedad, formación de agregados más estables, disminución de la densidad aparente, mayor porosidad y profundidad efectiva del suelo.

- En el aspecto químico, los abonos verdes contribuyeron al mejoramiento de las parcelas agrícolas degradadas, principalmente el incremento en N y P, nutrientes aportados en mayor medida por la vicia. Asimismo, se introdujo posibilidades de mejora de la biología del suelo por el incremento del porcentaje de materia orgánica proveniente de la biomasa de raigrás y vicia incorporados.

RECOMENDACIONES

- Caracterizar además de las propiedades físico-químicas, las propiedades biológicas para determinar organismos y microorganismos del suelo, benéficos en la producción agrícola.

- Determinar el grado de productividad agrícola que se puede obtener a partir de las estrategias de recuperación de suelos empleadas, validando la efectividad de las mismas.

- La incorporación del abono verde debe darse únicamente al momento de que la vicia ha comenzado su floración, específicamente, cuando la floración ha alcanzado un 20 % en el cultivo, de esta manera se asegura un aporte significativo de biomasa y nutrientes que se asimilaren como materia orgánica y nutrientes esenciales (N, P y K.)

LITERATURA CITADA

- Aguas, C. 2013. Publicación en periódico - Crean zonas productivas. El Norte: 22. Ibarra, Ecuador.
- Asociación Agropecuaria Zara Tarpuy. 2015. Impulso a la producción agrícola de Cochapamba, mediante la tecnificación, uso eficiente y conservación de los medios de producción. El Autor. Ibarra, Ecuador.
- Bierner, R. 2001. Diagnóstico de la fertilidad del suelo. pp. 2-12. En R. Bierner y G. Bartolameolli (ed.). Técnicas de diagnóstico de fertilidad de suelos, fertilización de praderas, cultivos y mejoramiento de praderas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Osorno, Chile.
- García, S. y Martínez, R. (2009). Abonos verdes. México D.f.: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- García, Y., Ramírez, W., y Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. Pastos y Forrajes, 35 (2), 125-138
- Ministerio de Ganadería, Acuicultura y Pesca MAGAP (2013). En parroquia Flores, MAGAP realiza roturación de suelos de canagua y reactiva producción agrícola. Disponible en: <http://www.agricultura.gob.ec/en-parroquia-flores-magap-realiza-roturacion-de-suelos-de-canagua-y-reactiva-produccion-agricola/>
- Romero, M. (2010). Rehabilitación de suelos cangahuosos mediante la incorporación de abonos verdes. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Unión de Organizaciones Campesinas de Cochapamba UOCC. 2010. Plan estratégico 2010 – 2015 de la Unión de Organizaciones Campesinas de Cochapamba UOCC. El Autor. Ibarra, Ecuador.
- Villareal, J. 2007. Evaluación al segundo año de aplicación de sistemas de labranza de conservación de suelos y fertilización en la asociación Maíz (*Zea Maíz*) – Fréjol voluble (*Phaseolus Vulgaris*). Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.