

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



EFFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE
Eryngium Foetidum L. (sacha culantro) **EN CONDICIONES DE SUELOS**
DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES,
MENCIÓN: CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

RONY ROJER CUELLAR CELESTINO

Tingo María – Perú

2020



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS Nº 035-2021-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 03 de enero de 2020, a horas 09:00 a.m. en la Sala virtual Microsof Teams de del Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental para calificar la Tesis titulada:

“EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE *Eryngium Foetidum* L. (SACHA CULANTRO) EN CONDICIONES DE SUELOS DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO”

Presentado por el Bachiller: **CUELLAR CELESTINO, Rony Rojer**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA** que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 11 de Noviembre de 2021

Dr. ROBERTO OBREGON PEÑA
PRESIDENTE

Ing. JAIME TORRES GARCIA
MIEMBRO

Ing. M. Sc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
MIEMBRO

Ing. M. Sc. JOSE DOLORES LEVANO CRISOSTOMO
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



EFECTO DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE
***Eryngium foetidum* L. (sacha culantro) EN CONDICIONES DE SUELOS**
DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE PUEBLO NUEVO

Autor	:	Bach. CUELLAR CELESTINO, Rony
Asesor	:	Ing. LÉVANO CRISÓSTOMO José D.
Programa de Investigación	:	Manejo y conservación de suelos
Línea (s) de Investigación	:	Evaluación de parámetros físico químicos y biológicos
Eje Temático de Investigación	:	Agroforestería comunitario
Lugar de Ejecución	:	Distrito Pueblo Nuevo
Duración	Fecha de Inicio	: 05/04/2018
	Término	: 30/11/2020
Financiamiento	:	s/. 1,908.50
	FEDU	: NO
	Propio	: NO
	Otros	: SI

A MI MADRE

Gracias a ti hoy sé que mis logros me pertenecen y que mis sueños no tienen fecha de caducidad. Y cuando más pequeño me he sentido, más me has acurrucado, llenando con tus besos el vacío que la desesperación provocó. Gracias por colmarte de paciencia a la hora de hacerme ver mis errores y por tener esa fuerza sobrehumana con la que siempre consigues descargar mi espalda para que no sufra.

Eres mi mayor privilegio y mi mayor regalo. Te lo mereces todo porque me has entregado a la vida y por muchísimo más. Es probable que no alcance a entenderlo, pero hoy sé que por mí son tus desvelos y tus anhelos, así como tu mayor felicidad y tu gran orgullo.

DEDICATORIA

Al forjador y guía de mi camino; por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi querida Madre por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos aunque tengamos ideas distintas, pero los tres tenemos el mismo objetivo, el de concluir nuestra vida profesional.

¡Gracias a ustedes!

AGRADECIMIENTOS

- A Dios. Por la vida y salud que me brinda diariamente y poder conseguir mis objetivos.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables.
- Al Ing. M.Sc. Lévano Crisóstomo José, docente de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, asesor del presente trabajo, por su apoyo para la elaboración y culminación de la tesis.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Ing. M Sc. Obregón Peña Roberto, Ing Juan pablo Rengifo, Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez; Ing. Jaime torres García, por el tiempo tomado para la evaluación de mi tesis.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Degradación de suelos	15
2.2. Dinámica de nutrientes en el suelo	16
2.2.1. Nitrógeno.....	16
2.2.2. Fósforo	16
2.2.3. Otros nutrientes	17
2.3. Factores que afectan la dinámica de nutrientes.....	17
2.3.1. Propiedades físico-químicas de la materia	17
2.3.2. Influencia de las condiciones ambientales	18
2.3.3. Acumulación de materia orgánica.....	18
2.4. Especies y hierbas aromáticas.....	18
2.4.1. Definición de términos	18
2.4.2. Plantas aromáticas.	18
2.4.3. Especies	
2.4.4. Generalidades de las especias	19
2.4.5. Propiedades físicas y químicas de las especias	19

2.4.6.	Aspectos de calidad de las especias.....	10
	Error! Marcador no definido.	
2.5.	Generalidades del sachá culantro.....	19
2.5.1.	Descripción y clasificación taxonómica.....	19
2.5.2.	Origen y distribución.....	20
2.5.3.	Identificación y descripción botánica.....	12
2.5.4.	Composición química.....	12
2.5.5.	Época de siembra	20
2.5.6.	Espaciamento	20
2.5.7.	Labores de cultivo	21
2.5.8.	Enemigos naturales	21
2.5.9.	Propagación.....	21
2.5.10.	Partes aprovechadas	21
2.5.11.	Cosecha	21
2.5.12.	Propuesta de asociación de cultivo.....	21
2.5.13.	Manejo post-cosecha	21
2.5.14.	Utilización y comercialización.....	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1.	Lugar de ejecución.....	22
3.1.1.	Características generales de la zona	22

3.2.	Materiales y equipos	23
3.2.1.	Materiales, equipos y herramientas	23
3.2.2.	Material biológico e insumos	
3.3.	Metodología	24
3.3.1.	Tratamientos	24
3.3.2.	Diseño experimental	24
3.3.3.	Modelo aditivo lineal	25
3.3.4.	Distribución de los tratamientos en campo	25
3.3.5.	Características del campo experimental	26
3.3.6.	Actividades de cultivo	27
3.3.7.	Preparación del terreno	27
3.1.	Variables a evaluar	29
3.1.1.	Variables independientes	29
3.1.2.	Variables dependientes	29
3.2.	Fase de gabinete	30
IV.	RESULTADOS	31
4.1.	Evaluación de las variables de rendimiento	31
4.1.1.	Peso de plantas por m ²	31
4.1.2.	Número de tallos por planta	31
4.1.3.	Número de plantas por m ²	32
4.1.4.	Altura de la planta	33

4.2. Propiedades físicas y químicas del suelo antes y después de la instalación del cultivo en estudio	34
V. DISCUSIÓN	
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES	38
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXO	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Coordenadas geográficas del caserío Publo Nuevo.....	22
2. Tratamiento y cantidad de semilla de <i>Eryngium foetidum</i> L.(sacha culantro).....	24
3. Promedio de peso de plantas por m ² evaluado entre tratamientos	31
4. Promedio de número de tallos por planta evaluado entre los tratamientos en estudio.....	32
5. Promedio de número de plantas por m ² evaluado entre los tratamientos en estudio.....	32
6. Promedio de altura de plantas evaluado entre los tratamientos en estudio	33
7. Promedio de producción o rendimiento por hectárea de cultivo de <i>Eryngium foetidum</i> L. (sacha culantro).	34
8. Propiedades físicas y químicas antes y después de la investigación	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Croquis del campo experimental	26
2. Limpieza de terreno	45
3. Preparación de terreno para almacigo	45
4. Germinación de plantas	46
5. plántulas por siembra por golpe	46
6. Plantas por sistema de siembra a chorro continuo.....	47
7. Plantas por sistema de siembra alvoleo	48
8. Evaluación de tratamientos.....	48

RESUMEN

La investigación se realizó en una parcela con suelos degradados, situado en el distrito Pueblo Nuevo, provincia Leoncio Prado, Huánuco. Para la evaluación dos sistemas de siembra de *Eryngium foetidum* L. (sacha culantro) bajo condiciones de suelos degradados. Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con dos tratamientos, un testigo y tres repeticiones. Un mes antes de la siembra se realizó el muestreo de suelo, a una profundidad de 0 - 20 cm. Parte de la metodología se realizó la formación de surcos a los tratamientos T1 y T2 en distancias de 0.25 m, posteriormente se abonó con fertilizante de ovino en una cantidad de 25 kg por surco a chorro continuo.

El T2 reportó mayores valores de peso por plantas en un m² (1.056 kg/m²) respecto a los demás tratamientos. Respecto al número de tallos por m², el T2 obtuvo mayor promedio (10.63 ± 0.51 und/planta). Para la variable número de plantas por m², el T1 obtuvo mayor promedio (206.45 ± 36.45 plantas/m²). Para la variable altura de planta, no existió diferencia significativa. Para el rendimiento o producción por hectárea, el T1 reportó mayor promedio (56.36 ± 1.56 kg/ha). De las propiedades fisicoquímicas del suelo antes y después de la investigación, no se evidencia efecto del cultivo sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo. Sin embargo, el pH, fósforo y potasio en el suelo fue superior en el tratamiento T2. Finalmente se concluye que el tipo de sistema de siembra de sacha culantro influyen en la producción del cultivo, sin embargo no se muestra efecto sobre la calidad suelos degradados.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el deterioro del suelo ha aumentado de forma inmensurable, debido a actividades agrícolas intensivas y al aprovechamiento de los recursos naturales sin un plan de manejo, sin criterio y cuidado de la calidad de estos; a fenómenos dentro del ecosistema, que conlleva al deterioro del rendimiento en los cultivos y la calidad, el cual ocurre lo mismo en la microfauna.

La parte de la amazonia peruana en la zona de selva alta el ecosistema es frágil y muy complejo. El suelo como parte de los recursos renovables se debe manejar de forma sostenible, para su conservación. El distrito Pueblo Nuevo nos muestra una gradiente climática muy húmeda subtropical el cual es muy favorable para la formación del suelo, su determinación de acidez, fertilidad, la toxicidad y la deficiencia de P, N, Ca.

El *Eryngium foetidum* L. (sacha culantro) es una especie indígena de América Central y es considerada como cilantro o culantro, posee una diversidad de nombres según su hábitat natural, la especie se dispersa en numerosas y pequeñas semillas, el cual requieren requiere de humedad y de sombra para su formación. Esta especie posee abundante calcio, hierro, caroteno y riboflavina, la parte foliar son fuentes de vitaminas A, B y C. Se comercializa en menor cantidad y con mayor utilidad de forma doméstica, cultivadas en espacios dentro de casa y jardines, pero no de forma de aprovechamiento masivo.

Esta especie el posee un valor alimenticio, medicinal e industrial el cual está adquiriendo un aprovechamiento mayor a nivel nacional. Acapara mercados, por ende, su utilidad de producirlo es mayor a diferencia de otros cultivos tradicionales. Una de las actividades económicas más frecuentes en el distrito Pueblo Nuevo es la agricultura. La disminución rentable es una causa para que exista una población de recursos económicos diminutos, sin educación, con altos índices de desnutrición.

El distrito Pueblo Nuevo al realizar la siembra del culantro lo realiza con el sistema por golpes. Su rendimiento de 8000 kg/ha se da en una superficie de 1.5 ha. Hoy en día aun se siembra el sacha culantro, en parcelas pequeñas por sus bajos rendimientos,

el poco conocimiento de parte de los agricultores impulsa a mejorar su producción. Por lo antes mencionado, se tuvo como interrogante de investigación ¿Cuál será el efecto de los sistemas de siembra en el rendimiento de *Eryngium foetidum* L. (sacha culantro)?.

Objetivo general

- Evaluar tres sistemas de siembra de *Eryngium foetidum* L. (sacha culantro) bajo condiciones de suelos degradados en el distrito Pueblo Nuevo, Provincia Leoncio Prado - Tingo María.

Objetivos específicos

- Determinar el índice de calidad de plántulas de *Eryngium foetidum* L. (sacha culantro) (Peso, número de tallos, número de plantas, rendimiento por hectárea y altura de planta).
- Determinar las propiedades físicoquímicas del suelo antes y después de la siembra de *Eryngium foetidum* L. (sacha culantro).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Degradación de suelos

El deterioro del suelo y la falta de prioridad ante los procesos que la ocasionan, ponen en riesgo la actividad agrícola en países de la región tropical, debido a ello es importante anticiparse a los procesos de erosión del mismo (MINAGRI 2001 y VARGAS 2008) para así poder satisfacer la necesidad del suelo y la demanda de alimentos.

La información obtenida de diversos investigadores indica que, en los suelos degradados, la activación es a través de sistemas con gramíneas y leguminosas, los sistemas silvopastoriles y el suministro de materia orgánica, juegan un papel importante por el contenido de carbono y nitrógeno que aportan para recuperar la fertilidad de los suelos. Para mejorar su conservación es indispensable incitar permanentemente el proceso de descomposición de los restos orgánicos hacia la formación de sustancias húmicas, de tal forma halla mayor actividad microbiana en los ecosistemas terrestres.

La reducción del material orgánico en los suelos (SOCA *et al.*, 2008) es inducida mayormente por el hombre, debido a su mal uso en agrotecnologías modernas (ALTIERI 1996 y MARTÍNEZ *et al.*, 1999). Debido a ello se requiere establecer sistemas de manejo apropiado del suelo donde permitan obtener el manejo sostenible, y a su vez elevar el contenido de compuestos orgánicos, que nos conllevará al mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

GRAETZ (2004), Hace referencia a la degradación de suelo la pérdida de propiedades física y químicas para su proceso activo, necesario para el desarrollo y rendimiento de los cultivos. Si las influencias negativas para el desarrollo del suelo no se controlan conlleva a la degradación del suelo. Teniendo en cuenta la desaparición de la estructura y fertilidad del suelo, la capacidad de ser sustrato orgánico para los cultivos se pierden.

En consecuencia a una mala estructura edáfica provoca la permeabilidad menor con una gran dificultad de infiltración que conlleva a reducción de su mayor dispersión de coloides favorece la pérdida, gruesas texturas y disminuye la capacidad de retención de agua. Este proceso se agrava con la pérdida del material estructural con procesos erosivos, afecta al contenido de agua y su reserva. Por otro lado, la acidez dificulta la supervivencia de la vegetación y el contenido de materia orgánica decae, baja la capacidad de intercambio iónico el cual trae consigo el deterioro de sus condiciones físico-químicas. La capacidad de tampón del suelo y lo hace más vulnerable a cambios bruscos de pH, que conducen al desgaste de actividad biológica sobre los microorganismos presentes (BIENES, 2003).

2.2. Los nutrientes y su papel dinámico en el suelo

2.2.1. Nitrógeno

El nitrógeno es un elemento principal, cumple requerimientos importantes y el contenido de este elemento va a depender del material mineralizado. De modo que podemos decir que el nitrógeno va a ser más eficiente debido a una mayor descomposición y en muchos casos es ineficiente por la falta de uniforme distribución o pérdidas por lixiviación (AYARZA *et al.*, 1994).

BROSS *et al.* (1995) y PALM y SÁNCHEZ (1990) Hacen referencia a una relación; entre en contenido orgánico y la pérdida de suelo, al iniciar la degradación, puede conllevar a una pérdida de elementos indispensables, sobre todo de N, debido a los lavados constantes por lluvias y es posible la mineralización, por el contenido bajo de N que es utilizado por microorganismos (SPRENT, 1983).

2.2.2. Fósforo

PALM y SÁNCHEZ (1990) en determinados ensayos establecieron que al perder fósforo en hojas se relaciona con el nitrógeno en la fase de desintegración. En cambio alta tasa de descomposición en el inicio, debido al mayor contenido de N, esto causó un mayor aumento en el ecosistema microbiano, realizando de forma más rápida la pérdida de fósforo.

2.2.3. Otros nutrientes

SÁNCHEZ (1990) realizando un contraste en patrones de liberación de nutrientes, se estableció que la pérdida del nutriente en la parte foliar se comportaron de la siguiente manera: potasio>fósforo, nitrógeno y magnesio>calcio; a diferencia de la *Erythrina sp*, en este caso fue mayor el nitrógeno que el potasio. La pérdida del calcio y la poca movilidad en el proceso de descomposición fue producto a los oxalatos de calcio en los hongos que se proliferaron formando colonias de la parte foliar, podemos decir que existe una saturación por parte de la especie fúngica. La pérdida del potasio fue en mayor cantidad, e incluso mucho más que el deterioro de las hojas. Por criterio establecido se menciona que la lixiviación es mucho más influyente en la pérdida del potasio (FASSBENDER, 1993).

2.3. Factores que afectan la dinámica de nutrientes

El paso inicial para conseguir el ingreso de nutrientes en el suelo es la descomposición del material orgánico; y a su vez conduce a dos papeles fundamentales: La formación del suelo que involucra el relieve del mismo y la mineralización de los elementos. La desintegración del contenido orgánico se define como el proceso largo de obtención de elementos principales en su proceso catabólico microbiano del contenido biótico donde interactúan en si, por lo tanto la conversión del elemento en su forma inorgánica en los ecosistemas descomponedores (SWIFT *et al.*, 1981).

2.3.1. Propiedades físico-químicas de la materia

El contenido y las características físicas del suelo son factores que afectan en gran manera al proceso orgánico. La disposición del N está limitado en la descomposición del material orgánico, su concentración baja en vegetales limita su descomposición del material orgánico. Esto conlleva a una relación baja en tejidos vegetales, de forma directa al descomponerse. Por consecuente material con mayor contenido de N posee mayor velocidad en su descomposición. (BABBAR, 1983).

2.3.2. Influencia de las condiciones ambientales

Existen factores importantes para una óptima descomposición son la humedad y la temperatura, afecta directamente a la desintegración de los materiales orgánicos dentro de una gradiente latitudinal, afectando la dinámica de nutrientes en el suelo. Proporciona una mayor cantidad de detritívoros en trópicos que en zonas más frías; mayor aun en sitios húmedos. Los dos factores afectan de forma indirecta la descomposición y la mineralización de nutrientes (JORDAN, 1995).

2.3.3. Contenido de materia orgánica

El contenido de material orgánico se da a través de la mineralización y la interacción con los microorganismos, también por el proceso de fotosíntesis y de la absorción de nutrientes, que se muestra en la biomasa de las especies vegetales. La relación del aporte o contenido de residuos al suelo en la agricultura, depende en gran manera de las características morfológicas y de función de las especies, todas ellas involucradas en un sistema agroforestal, las condiciones del clima también influyen en el contenido de nutrientes y material orgánico (FASSBENDER, 1993).

2.4. Hierbas aromáticas y tipos de especias

2.4.1. Definición

GERHAROT (1975) Las plantaciones se clasifican en gran manera, de acuerdo a su uso, como son del tipo medicinal, especias aromáticas, alucinógenas o narcóticas, e incluso con veneno. Pero cabe resaltar que se pueden mencionar de forma general que se caracterizan porque afectan la salud humana al ser consumidas, o al entrar en contacto con la piel.

2.4.2. Especies aromáticas.

De forma particular, las hierbas aromáticas son aquellas que tienen propiedades en su mayoría curativas (sus tallos y/u hojas) estimulan el organismo por su principio activo, tonificantes, liberan un aroma de característica única y constituidos por aceites esenciales (GERHAROT, 1975).

2.4.3. Tipo de especias

Las plantas aromáticas desecadas, se componen en especias cuyos componentes naturales se determinan en sus procesos de mezclas de los mismos, muy utilizados para sazonar y darle sabor al combinarlas con otras, condimentar y dar aroma y sabor agradable en gran manera a los alimentos. El término especias es aplicado por igual a todas las diversas variedades enteras, quebradas o molidas (GERHAROT, 1975).

2.4.4. Especificaciones de las especias

GERHARDT (1975), nos dice que las especias varían en gran manera la capacidad en sabor a las comidas y los tornan mucho más delicioso, favorece a la secreción de glándulas digestivas y estimulan el apetito. Esta consiste en hierbas u hojas, flores, brotes, frutas, semillas, cortezas o rizomas secos de diversas plantas.

2.4.5. Capacidad física y química de las especias

TAINTER y GREMS (1996) establece que el contenido de grasas de productos alimenticios como son las carnes contiene poca capacidad de conservación y pierde calidad y valor nutritivo con el tiempo, donde a todo esto se sobrepone cambios de sabor y aroma de manera notoria. La degradación de compuestos orgánicos en el suelo es de forma adecuada para su nutrición y desarrollo.

ERHARDT (1975) la actividad microbiana para algunas especies es fundamental en su desarrollo, pero algunas de estas desarrollan un mecanismo de defensa con un efecto inhibitor por medio de sus aceites esenciales. Así mismo, se establece la identificación química de los componentes activos y la actividad de componentes fenólicos de las especias.

2.5. Generalidades del sachá culantro

2.5.1. Descripción y clasificación taxonómica

SÁENZ *et al.* (1997), el sachá culantro (*Eryngium foetidum* L.) es una hierba aromática tropical de América central tiene la siguiente nomenclatura:

Reino	:	Plantae
Sub reino	:	Traqueobionta.
División	:	Magnoliophyta.
Clase	:	Magnoliopsida.
Sub clase	:	Rosidae.
Orden	:	Apiales.
Familia	:	Apiaceae.

La variedad de los nombres de esta especie son muchas: Hipoton, culantro, culantro coyote, cutantro extranjero, culantro real, alcapate, escorzonera, xamat, silianthro cimarrón y recaó.

2.5.2. Distribución del sachá culantro

El MINISTERIO DE AGRICULTURA (2006), establece que es una planta nativa de América tropical y las indias occidentales, se da de forma natural en las islas del Caribe, estas son de gran abundancia en diversos bosques en los lugares de tala y quema. De forma que la planta se desarrolla bien a pleno sol, en su mayoría las plantas se desarrollan húmedas; donde les permiten tener en gran mayoría hojas de gran tamaño que son más comercializadas debido a su mejor apariencia.

2.5.3. Época de siembra

Su época de siembra es durante todo el año, de preferencia en el período lluvioso.

2.5.4. Espaciamiento

Distancia óptima es de 0,20 m x 0,15 m y 0,20 m x 0,20 m.

2.5.5. Labores de cultivo

Se debe abonar con abonos orgánicos mensuales y deshierbos frecuentes.

2.5.6. Enemigos naturales

Es propensamente atacado por insectos fitófagos y hongos.

2.5.7. Propagación

Esta especie se propaga en gran manera mediante una semilla sexual, que brotan aproximadamente durante 7 días de sembradas.

Partes aprovechadas

Tallo, hoja y fruto.

2.5.8. Cosecha

Para la cosecha se establece de forma manual a partir del tercer mes después de la siembra y se da inicio por las hojas más viejas (inferiores).

2.5.9. Propuesta de asociación de cultivo

Puede ocupar el piso bajo de un sistema de producción en restinga o en suelos de buena calidad en zonas no inundables. Ya que soporta niveles, el sombreado puede estar presente en los sistemas de cultivos alimenticios como plátano, yuca y hortalizas diversas.

2.5.10. Manejo post-cosecha

Es aprovechada generalmente en estado fresco, procediéndose a su desecamiento bajo sombra para su conservación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se ejecutó en una parcela en suelo degradado, perteneciente a la jurisdicción del fundo Cristóbal, situado políticamente en el distrito Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, departamento Huánuco; el mismo que se encuentra ubicado en la siguiente coordenada geográfica (UTM):

Cuadro 1. Coordenadas geográficas del fundo San Cristóbal

Fundo	Coordenadas UTM		Altura (m.s.n.m.)
	Este	Norte	
San Cristóbal	364585	8984587	584

3.1.1. Características generales de la zona

Los suelos presentes se formaron por agentes de meteorización que dio origen a diversos sustratos, tienen cubierta intrusiva y son del tipo aluviales, fértiles profundos y levemente alcalinos, buenos para cultivo de arroz, plátano, frutales, cacao y especies nativas. Estos suelo se encuentran lejos de los ríos y presentan bajo contenido de material orgánico, (PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA, 2012).

La temperatura de acuerdo con la estación Meteorológica José Abelardo Quiñonez (Estación Tulumayo) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, registró la humedad relativa media anual de 84.3%. Con temperaturas de 30.1 °C, y de 20.4 °C y un promedio de 25.2 °C., con precipitación promedio anual de 2,581.5 mm, de poca duración y en pleno sol.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

3.2.1.1. Herramientas

- Pala.
- Pintura.
- Cuerda.
- Envolturas de plástico.
- Costal.
- Cinta.
- Papel (A4).
- Periódico.
- Marcador indeleble.
- Cuaderno de apuntes.
- Etiquetas.
- Estacas de madera.
- Recipientes de plástico.
- Costales.
- Bolsas de empaque.
- Machete.
- Barreno.
- Martillo.
- Cuchillo.
- Pala recta.
- Pico ancho.
- Wincha de 50 m.
- Vernier

3.2.1.2. Equipos e insumos

- Papel Kraft.
- Computadora (laptop).
- GPS Garmin map78
- Balanza digital.

- Flexometro de 5 m
- 0.5 kg de semilla de sachá culantro
- Urea
- Abono de ovino
- Aquamaster N foliar
- Yeso

3.3. Metodología

3.3.1. Tratamientos

Los factores a estudiarse serán variables de rendimiento.

- Variable independiente: Sistema de siembra.
- Variables dependiente: Rendimiento total en m² (t/ha), número de tallos, número de plantas por m². Peso de plantas en un m², Altura de planta

Cuadro 2. Tratamiento y cantidad de semilla de Sachá culantro (*Eryngium foetidum* L.).

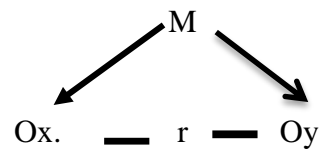
N°	Tratamiento	Abono	Descripción
1	T0	-	Testigo (al voleo)
2	T1	Caprino	Chorro continuo
3	T2	Ovino	Por golpe

3.3.2. Diseño experimental

Se empleará el Diseño al Azar en bloques (DBCA), con dos tratamientos a 25kg por tratamiento y un testigo en tres repeticiones, donde se establece las hipótesis siguientes:

H₀: No existe deficiencia en los diferentes tipos de sustrato el cual no existe efecto en cada tipo de tratamiento.

H₁: Si existe deficiencia en los diferentes tipos de sustrato el cual si existe efecto en cada tipo de tratamiento.



Donde:

M: Muestra en estudio

Ox: Variable dependiente

Oy: Variable independiente

3.3.3. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ij} \quad (\text{CALZADA BENZA, J.1982.})$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

U = Media general

T_i = Efecto del i ésimo bloque; $i = 1, 2, \dots, t$

B_j = Efecto de j ésimo bloque; $j = 1, 2, \dots, n$

E_{ij} = Efecto el error Experimental

3.3.4. Distribución de los tratamientos en campo

En la Figura 1, se detalla la distribución de los tratamientos por bloques de evaluación establecidos en la parcela de investigación.

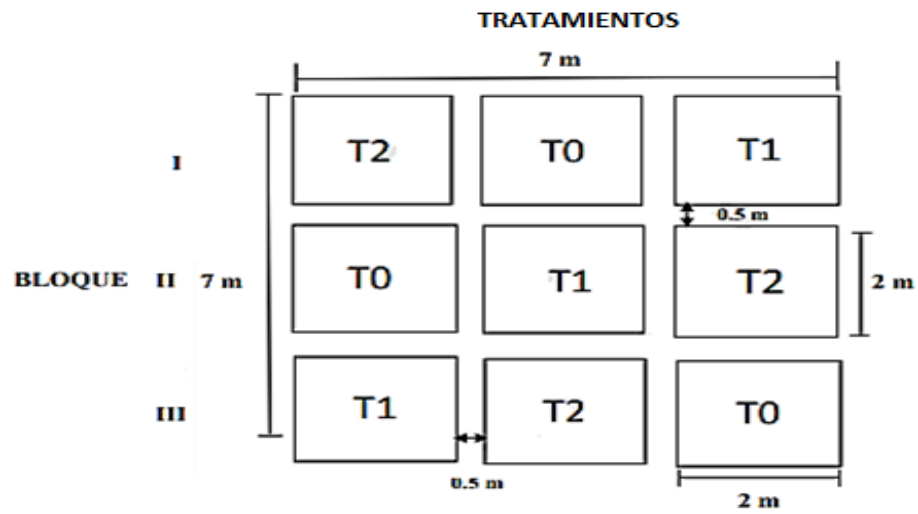


Figura 1. Croquis del campo experimental

3.3.5. Características del campo experimental

Numero de calles entre tratamiento 02

Medida de lado de parcela: 7.0 m

Medida del ancho de calle: 0.5 m

Área de calle: 4 m²

Número de bloques 03

Medida del largo de bloque: 7.0 m

Medida del ancho de bloque: 2.0 m

Número de tratamiento/bloque: 3

Número total de tratamiento: 9

Medida del largo de cada tratamiento: 2.0 m

Medida del ancho de tratamiento: 2.0 m

3.3.6. Actividades de cultivo

Preparación del terreno

Análisis de suelos

Un mes antes de la siembra se realizó el muestreo de suelo, por lo que después de realizar la limpieza del terreno se realizó el muestreo del suelo por cada bloque a una profundidad de 0 - 20 cm, con la ayuda de un tubo muestreador de suelo y el método del zig - zag. Luego se mezcló homogéneamente para obtener 1 kg de la muestra compuesta de un total de 15 submuestras, para después ser trasladada al laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en donde se realizó los análisis de caracterización. Asimismo, al finalizar la investigación se realizó otro análisis del suelo para analizar y comparar los efectos positivos o negativos de la incorporación de éstos abonos orgánicos en el rendimiento.

3.3.7. Preparación del terreno

Se usó barreno para una profundidad de 20 centímetros y poder establecer un suelo bastante mullido de aspectos favorables para el desarrollo de las raíces de las plantas.

Preparación del abono orgánico

El abono orgánico fue de ovino fue recogido de la Facultad de Zootecnia, para luego realizar el compostaje del mismo.

Preparación de las parcelas experimentales

Se estableció la apertura de surcos a los tratamientos T1 y T2 con distancia de 0.25 m, posteriormente se añadió el abono con 25 kg por surco a chorro continuo.

Método de siembra.

La siembra fue al voleo por toda el área, para el tratamiento T1 se arrojó las semillas al surco con la mano, para el tratamiento a golpes (T2) se estableció añadiendo una soga sembradora al inicio y final del surco con distanciamiento entre plantas de 0.20 m.

Sistema de cultivo continuo:

Se alimentó en forma continua con medio fresco y el cual se retira en forma continua un volumen igual de medio de **cultivo** agotado

Fertilización:

Se añadió 25 kg de abono de ovino. Teniendo en cuenta que este cultivo prospera en suelos abundante materia orgánica. Consecuentemente, se estableció una dosificación de 120 – 0 – 0 a todas las unidades experimentales por igual.

Aplicación foliar:

Las aplicaciones fueron a los meses después de la siembra, se realizó todas las semanas por un mes con una dosis establecida por el producto de 1 kg de Aguamaster N para 200 lt para un área de 7 ha.

Control de malezas:

Se hizo a nivel de almácigo y campo definitivo, con mayor presencia de arrocillo (*Rotboellia exaltata*), motivo por el cual se efectuaron 04 deshierbos manuales, es decir labranza superficial con machete, palana y rastrillo. El primer deshierbo se realizó a los 40 días después de la siembra, el segundo deshierbo se realizó a los 30 días después del trasplante en campo definitivo. El tercer deshierbo se hizo a los 40 días después del segundo deshierbo y el cuarto deshierbo se realizó a los 45 días después del tercer cultivo.

Control de enfermedades

Durante la ensayo no se presentaron problemas por causados por enfermedades esto ocurre por las sustancias alelopáticas.

Cosecha

Esta labor se realizó en forma manual, cuando los hojas del sachaculantro presenten una madurez comercial y se clasificaran en tres calidades: extra, primera y segunda.

3.1. Variables a evaluar

3.1.1. Variables independientes

Sistemas de siembra

3.1.2. Variables dependientes

Las variables de rendimiento:

a) Peso de plantas en un m²

Se establece al azar en 1 m² 10 plantas para luego lavar y pesar en una balanza y obtener su peso en gramos.

a) Rendimiento total en m² (t/ha)

Se cosecharon dentro del m² las plantas de todos los tratamientos, cortando este, para luego pesar y tener un rendimiento total de cada tratamiento y luego expresarlo en t/ha.

a) Número de tallos

A las 10 plantas de un m² se contabilizó la cantidad de tallos por planta y se determinó un promedio.

a) Cantidad de plantas por m²

Se contó todas las plantas que se encontrasen en el m².

VARIABLES MORFOLÓGICAS

a) Altura de planta

Se estableció la medida dentro del m² a 10 ejemplares, tomándoles las medidas desde la base del tallo hasta el ápice en cm.

3.2. Fase de gabinete

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT Versión 2013, la variación total de los resultados experimentales del diseño en Bloque Completo al Azar (DBCA), serán analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), con un nivel de significancia del 5% y un comparador de medias de Duncan. Asimismo, se incorporarán figuras y gráficos que expliquen el comportamiento y diferencias entre los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de las variables de rendimiento

4.1.1. Peso de plantas por m²

De las observaciones respecto al peso de 10 plantas en un m², luego de realizar el proceso estadístico (ANAVA), se determinó la siguiente diferencia significativa (p-valor < 0.05), por lo que se realizó el análisis de comparador de medias (prueba Duncan). En el Cuadro 3, se observa que para la prueba Duncan existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, siendo el T2 (siembra por golpe) quien reporta mayores valores de peso por plantas en un m² (1.056 kg/m²) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T0 quien obtuvo el menor promedio (0.465 kg/m²).

Cuadro 3. Promedio de peso de plantas por m² evaluado entre tratamientos

Tratamiento	Promedio (kg/m ²)	Significancia
T2	1.056 ± 65.26	a
T1	0.569 ± 65.26	b
T0	0.465 ± 26.35	c
p-valor	0.0065	
C.V. (%)	2.36	

(p > 0.05)

4.1.2. Número de tallos por planta

De las observaciones respecto al número de tallos por m², luego de procedimiento estadístico (ANAVA), estos presentaron diferencia significativa (p-valor < 0.05), por lo que se realizó el análisis de comparador de medias (prueba Duncan). En el Cuadro 4, se detalla el comportamiento de los promedios obtenidos por tratamiento.

Cuadro 4. Promedio de numero de tallo por plantas evaluado entre los tratamientos en estudio

Tratamiento	Promedio (und/planta)	Significancia
T2	10.63 ± 0.51	a
T1	8.569 ± 1.32	b
T0	4.69± 0.75	c
p-valor	0.0001	
C.V. (%)	1.56	

(p > 0.05)

En el cuadro 4, se observa que para la prueba Duncan existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, debido a que el valor calculado de F es mayor que el valor tabular de F al nivel de significación del 0.05 % por lo que se puede asegurar con un 95 % de certeza que existen diferencias entre los tratamientos en estudio. Siendo el T2 (siembra por golpe) quien obtuvo mayor número de tallos por planta (10.63 ± 0.51 und/planta) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T0 quien obtuvo el menor promedio (4.69± 0.75 und/planta). Así mismo, para el comparador de medias, se determinó un 1.56% de coeficiente de variación, por lo que, el promedio al cuadrado de las distancias de los datos observados respecto a la media son poco distantes o su distribución es relativamente homogénea.

4.1.3. Número de plantas por m²

Para la variable número de plantas por m², luego de realizar el análisis de varianza (ANAVA), los promedios presentaron diferencia significativa (p-valor < 0.05), por lo que se realizó el análisis de comparador de medias (prueba Duncan). En el Cuadro 5, se detalla el comportamiento de los promedios obtenidos por tratamiento.

Cuadro 5. Promedio de número de plantas por m² evaluado entre los tratamientos en estudio

Tratamiento	Promedio (plantas/m ²)	Significancia
T1	206.45 ± 36.45	a
T0	156.84 ± 15.63	b
T2	45.36 ± 4.65	c
p-valor	<0.0001	
C.V. (%)	0.65 (65%)	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En el Cuadro 5, se observa que para la prueba Duncan existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, debido a que el valor calculado de F es mayor que el valor tabular de F al nivel de significación del 0.05 % por lo que se puede asegurar con un 95 % de certeza que existen diferencias entre los tratamientos en estudio. Siendo el T1 (chorro continuo) quien obtuvo mayor número de plantas por m² (206.45 ± 36.45 plantas/m²) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T2 quien obtuvo el menor promedio (45.36 ± 4.65 plantas/m²).

4.1.4. Altura de la planta

Para la variable altura de planta, luego de realizar el análisis de varianza (ANAVA), los promedios no presentaron diferencia significativa (p-valor = 0.5694). Sin embargo numéricamente el tratamiento T2 (por golpe) obtuvo mayor altura respecto a los demás tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Promedio de altura de plantas evaluado entre los tratamientos en estudio

Tratamiento	Promedio (cm)	Significancia
T2	34.23 ± 0.45	a
T0	22.45 ± 0.65	a
T1	33.52 ± 0.35	a
p-valor	0.5694	
C.V. (%)	2.36	

($p > 0.05$)

4.1.5. Producción o rendimiento por hectárea

De las observaciones respecto al rendimiento o producción por hectárea, luego de realizar el análisis de varianza (ANAVA), estos presentaron diferencia significativa (p -valor < 0.05), por lo que se realizó el análisis de comparador de medias (prueba Duncan). En el Cuadro 7, se observa que para la prueba Duncan existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, siendo el T1 (chorro continuo) quien reporta mayores valores de producción por hectárea (56.36 ± 1.56 kg/ha) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T2 quien obtuvo menor promedio (22.36 ± 3.65 kg/ha). Por otra parte, para el comparador de medias (prueba Duncan) existe un 0.85% de coeficiente de variabilidad entre los datos obtenidos, por lo que se asumen que son homogéneos o poco distantes a la media.

Cuadro 7. Promedio de producción o rendimiento por hectárea de cultivo de sachaculantro (*Eryngium foetidum* L.).

Tratamiento	Promedio (kg/m ²)	Significancia
T1	56.36 ± 1.56	a
T0	32.02 ± 4.85	b
T2	22.36 ± 3.65	c
p-valor	0.0001	
C.V. (%)	0.85 (85%)	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.2. Aspectos físicos y químicos del suelo antes y después de la instalación del cultivo en estudio

Posterior a la ejecución de la investigación, no se evidencia efecto del cultivo sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo. Sin embargo, el pH, fósforo y potasio en el suelo fue superior en el tratamiento T2 (Cuadro 7).

Cuadro 8. Aspectos físicos y químicos del suelo antes y después de la investigación

Código	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural	pH	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Sin T	41.6	32.12	26.28	Franco Arcilloso	3.7	2.633	0.132	28.5	186.3
T0	63.68	18.28	18.04	Franco Arenoso	4.7	2.987	0.099	76.5	201.6
T1	69.76	16.24	14.00	Franco Arenoso	5.0	2.657	0.133	95.6	204.4
T2	75.92	10.16	13.92	Franco Arenoso	5.6	2.824	0.141	121.5	227.3

V. DISCUSIÓN

Para la variable peso de 10 plantas en un m², el T2 (siembra por golpe) reporto peso de plantas en un m² (1.056 kg/m²) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T0 quien obtuvo el menor promedio (0.465 kg/m²). Nuestros resultados discrepan con lo reportado por ALONSO (2004), obteniendo un peso en 10 plantas de 0.159 kg, esta variabilidad es atribuida a que la investigación se realizó en México, cuyas condiciones son diferentes al de nuestra investigación, por factores como la ubicación geográfica, nivel altitudinal, condiciones climáticas características de selva alta (altas precipitaciones).

Similar comportamiento aconteció para la variable número de tallos por m², quien el T2 (siembra por golpe) obtuvo mayor número de tallos por planta (10.63 ± 0.51 und/planta) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T0 quien obtuvo el menor promedio (4.69 ± 0.75 und/planta). Nuestros resultados concuerdan con lo reportados por GORDILLO (2000), quien obtuvo 9.75 tallos por planta.

Para la variable número de plantas por m², el T1 (chorro continuo) obtuvo mayor número de plantas por m² (206.45 ± 36.45 plantas/m²) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T2 quien obtuvo el menor promedio (45.36 ± 4.65 plantas/m²). Estos resultados coinciden con lo expresado por CHICANGANA (2014).

Para la variable altura de planta, los promedios no presentaron diferencia significativa. Sin embargo numéricamente el tratamiento T2 (por golpe) obtuvo mayor altura respecto a los demás tratamientos, se debió a la característica varietal la humedad, el manejo agronómico adecuado.

Para el rendimiento o producción por hectárea, el T1 (chorro continuo) reporto mayores valores de producción por hectárea (56.36 ± 1.56 kg/ha) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T2 quien obtuvo menor promedio (22.36 ± 3.65 kg/ha).

ALONSO (2004), nos muestra que su rendimiento total fue de 37.48 t/ha, Tampoco coincide con los resultados de SIMBAÑAS (2012), las 18.75 t/ha. del rendir

de la plantación se debió a la densidad de semilla que empleo de 35 kg/ha; y las condiciones agronómicas .

De las propiedades fisicoquímicas del suelo antes y después de ejecutar la investigación, no se evidencia efecto del cultivo sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo. Sin embargo, el pH, fósforo y potasio en el suelo fue superior en el tratamiento T2. Este comportamiento es atribuido a que la especie en estudio es de producción rústica por lo que es indispensable la tasa de nitrógeno para su producción.

VI. CONCLUSIONES

1. El T2 reporta mayores valores de peso por plantas en un m² (1.056 kg/m²) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T0 quien obtuvo el menor promedio (0.465 kg/m²). Respecto al número de tallos por m², el T2 (siembra por golpe) obtuvo mayor número de tallos por planta (10.63 ± 0.51 und/planta) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T0 quien obtuvo el menor promedio (4.69 ± 0.75 und/planta).

Para la variable número de plantas por m², el T1 (chorro continuo) obtuvo mayor número de plantas por m² (206.45 ± 36.45 plantas/m²) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T2 quien obtuvo el menor promedio (45.36 ± 4.65 plantas/m²).

2. Para la variable altura de planta, los promedios no presentaron diferencia significativa. Sin embargo numéricamente el tratamiento T2 (por golpe) obtuvo mayor altura respecto a los demás tratamientos.

Para el rendimiento o producción por hectárea, el T1 (chorro continuo) reportó mayores valores de producción por hectárea (56.36 ± 1.56 kg/ha) respecto a los demás tratamientos. Siendo el T2 quien obtuvo menor promedio (22.36 ± 3.65 kg/ha).

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda incentivar al manejo sostenible en áreas mayores y con diversas variedades para su mayor demanda.
2. Establecer un plan de abonamiento adecuado.
3. Trabajar en suelos de diferente composición y diseños diferentes y obtener diversidad de resultados.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABARCA, L. 1997. Earthworm communities of tropical rain forests. *Soil Biology and Biochemistry*. 408 p.
- AGUILERA, C. 2009. Contenido y distribución espacial de nutrientes móviles en la zona... *Boletín Geológico y Minero*, 120 (3): 393-408
- ACUÑA, L. OVIEDO, J. 2001. Nitrogen cycling in grazed pastures at elevated CO₂: N returns by ruminants. *Global Change Biology* 342 p..
- ALORDA, M. D. (2003). Estudio de los sustratos utilizados en la producción de plantines forestales en el noreste de Entre Ríos. Trabajo Final de Graduación, Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER. 37p.
- ANDRADE, H. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc: Turrialba, CR, CATIE. 70 p.
- ÁVILA, G. 2001. Almacenamiento, Fijación de Carbono y Valoración de Servicios Ambientales en Sistemas Agroforestales en Costa Rica. Avance de Investigación. *Agroforesterías en las Américas* Vol. 8, No. 30 2001. CATIE, Costa Rica.
- AYARZA, M.; RAO, I; THOMAS, R. 1994. Recycling of nutrients in tropical pastures and acid soils. In E.J. Homan (ed.). *Animal Agriculture and Natural Resources in Central America: Strategies for Sustainability*. (1991, San José, CR.). Proceedings of a Symposium/Workshop held in San José, C.R. pp. 161 p.
- BABBAR A., L. 1983. Descomposición del follaje en ecosistemas sucesionales en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 79 p.

- BROSS, E., PINEDA, L., ORTIZ, C., SÁNCHEZ, V. 1995. Los cafetales y su papel en la captura de carbono In: Un servicio ambiental aún no valorado en Veracruz. Veracruz, México. 65 p.
- CARVALHO, K. 1997. Origin and regulation of nutrient supply to plants in humid tropical grassland. In International Grassland Congress (1993, Palmerston North, New Zealand). [Congreso]. N.Z. 324 p.
- COBERTERA, E. 1993. Edafología aplicada. Cátedra, Madrid, 328 pp.
- COOPERBAND, W. 1992. Changes in soil mineralogy and texture caused by slash-and-burn fires in Sumatra, Indonesia. 1117 p.
- FASSBENDER, HW. 1993. Modelos edafológicos de sistemas Agroforestales. 2da ed. Turrialba, C.R Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa 11, Producción y desarrollo Agropecuario sostenible. 530 p.
- FINEGAN, B. 1995. La descomposición en ecosistemas terrestres. Tema#5. Apuntes de clases. 11 p.
- JONES, M.B. 1985. Plant Microclimate. In Coombs, J.; Hall, O.O.; Long, S.P.; Scurlock, J.M. (eds.). Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis. 2da ed. Pergamon Press, Oxford, G.B. 725 p.
- JORDAN, C.F. 1985. Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems: Principles and their application in Management and Conservation. Chichester, U-K.. Wiley. 190 p.
- KOERSELMAN, W., VAN KERKHOVEN, M. y VERHOEVEN, J. 1993. Release of inorganic N, P and K in peat soils; effect of temperature, water chemistry and water level. Biogeochemistry, 20, 63-81.

- MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). 2014. Manual de muestreo de suelos. Editorial Ministerio de Agricultura; Lima, 2004.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2016. Manual de cultivos orgánicos. Editorial Ministerio de Agricultura; Lima, 2016.
- MONDRAGON, 2015. Investigation en cultist organics, species perennials. Soil Science Society of America Journal (EE.UU.) 624 p.
- MUHAMMAD, I. 2015. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Science Society of America Journal (EE.UU.) 783 p.
- NYAMAI, D. 1992. Investigations on decornposition of foliage of woody species using a perfusion rmethod. Plant and Soil. 139 p.
- NYGREN, K. 1995. Nitrogen cycling in two traditional Central Armerican agroforestry systems. Agroforestry Systems 87 p.
- PALM, C; SANCHEZ, P. 1990. Cornposition and nutrient release patterns of the leaves of three tropicallegurnes. Biotropica 222 p.
- PANIAGUA, G. 1991. Nutrient Cycling in Pastures. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA). Disponible en línea: (<http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/nutrientcycling.pdf>.. Consultado el 08 de Noviembre de 2008).
- PROYECTO ESPECIAL ALTO HUALLAGA. 2012. Manual de cultivos orgánicos y plan de abonamiento. Editorial Ministerio de Agricultura; Lima, 2012.
- RAMCHARAM, M. 1999. Tecnologia en sisternas silvopastoriles. España, CR, CATIE. s.p.) 231 p
- RENNER, W. 1990. The ecology of the rock heathlands of Western Nova Scotia. Proc. 10 th Tall Timbers Fire Ecology Conference, Tallahassee, Florida. 265 p.

- RUIZ, M. 1983. Avances en la investigación en sistemas silvopastoriles. In L. Babbar (ed.). Curso corto intensivo Agroforestal (1983, Turrialba, CR.) Turrialba, CR, CATIE. s.p.) 321 p.
- SANCHEZ. Q; SALINAS, L. 1983. Environmental and plant ecology. Chichester, U.K. Willey. 487 p.
- SEGURA, M., KANNINEN, M. 2002. Inventario para estimar carbono en ecosistemas forestales tropicales. In Orozco, L; Brumer, C. eds. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. CATIE. p. 202-212. (Serie Técnica, Manual Técnico N° 50).
- SOUSA, L . 1993. Empleo y efecto del fuego en los pastizales, actas Jornadas de Cría en Campos de Monte – INTA-Cambio Rural. 32 p.
- SPRENT, JL 1983> Agricultural and horticultural systems: Implications in forestry In JCo Gordon, CT Wheeler (edso) Biochemichal Nitrogen Fixation in ForestEconosystems: Foundations and Applicationso Nihjoff/Junko The Hagueo TheNetherlands. 320 p.
- SWIFT, M; RUSSELL-SMITH, A; PERFECT, T. 1981. Decomposition and mineral nutrient dynamics of plant litter in a regenerating bush-fallow in subhumid tropical Nigeriao Journal of Ecologyo 995 p.
- TROUVE, D; MCGRATH, S; JARVIS, S. C. 1999. Recent considerations 01 grassland "soil quizlity" in temperate regions .. In International Grassland Congress (1993, Palmerston North, New Zealand). [Congreso]. N.I. 418 p.

ANEXO

Panel fotográfico



Figura 2. Limpieza de terreno



Figura 3. Preparación de terreno para almacigo

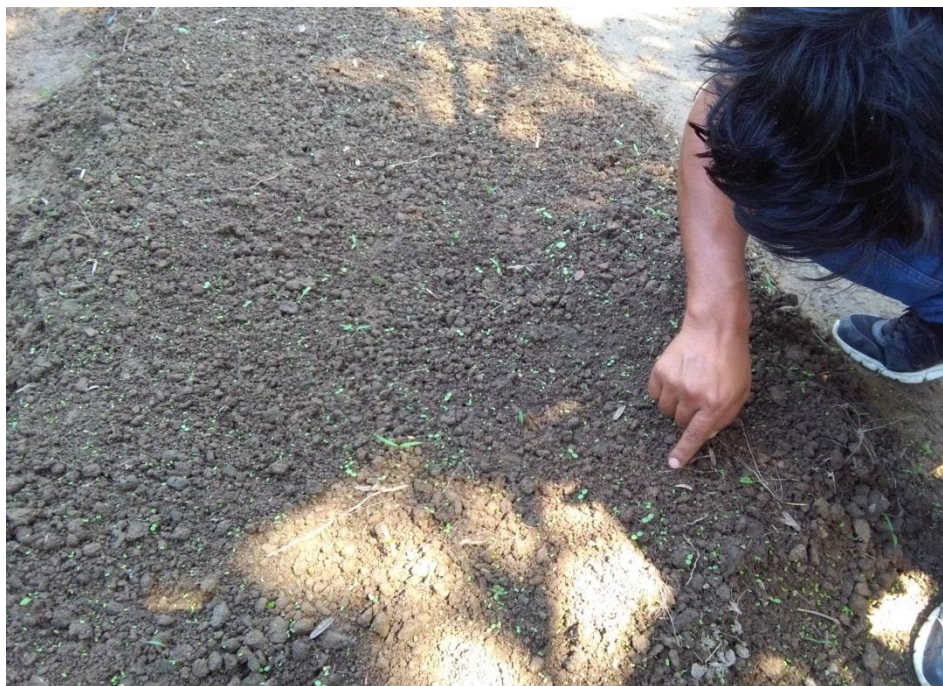


Figura 4. Germinación de plántulas



Figura 5. plántulas por siembra por golpe



Figura 6. Plantas por sistema de siembra a chorro continuo



Figura 7. Plantas por sistema de siembra a chorro continuo



Figura 8. Plantas por sistema de siembra alvoleo



Figura 9. Evaluación de tratamientos

