

631.874
Ch31

**NO SALE A
DOMICILIO**



UNAP

ESCUELA DE POST GRADO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN DESARROLLO
AGRARIO SOSTENIBLE**

TESIS

**“USO DEL *Styrolobium deeringianum* (Mucuna) COMO ABONO VERDE,
INCORPORADO A UN SUELO DE BOSQUE SECUNDARIO, UTILIZANDO
COMO INDICADOR AL *Zea mayz* (Maíz), EN ZUNGAROCOCHA”**

Autores:

**RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ
JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ**



**Para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias con
Mención en Desarrollo Agrario Sostenible**

Asesor:

Ing. MSc. JORGE AQUILES VARGAS FASABI

Iquitos – Perú

2011

DONADO POR:
Rafael Chávez Vásquez
Iquitos, 11 de 07 de 2012

83 p.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN DESARROLLO
AGRARIO SOSTENIBLE

Tesis presentada en sustentación publica el día 10 de noviembre del 2011; por el Jurado
AD-HOC nombrado por la Escuela de Postgrado -UNAP



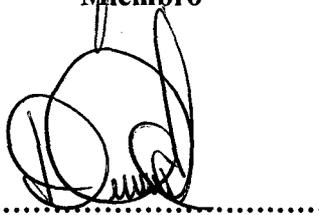
.....
Ing. MSc. FIDEL ASPAJO VARELA

Presidente



.....
Ing. MSc. RONALD YALTA VEGA

Miembro



.....
Ing. MSc. DARWIN NAVARRO TORRES

Miembro



.....
Ing. MSc. JORGE AQUILES VARGAS FASABI

Asesor

DEDICATORIA

- Con cariño y gratitud a mi querido y recordado padre que desde lo lejos me acompaña y apoya espiritualmente en los momentos difíciles de mi vida, a mi querida madre por sus consejos constantes y apoyo incondicional en todo momento de mi vida.
- A mis hermanas Enith y Gladys, por sus consejos que siempre me imparten en mi vida social y profesional, y con mucho cariño a mi hermano Miguel por sus consejos y apoyo moral.
- Con mucho amor y cariño a mis hijos Janet Hilmer, Wolf Kennet y Diego Rafael porque siempre han sido el motivo constante de mi superación durante toda mi vida profesional, y lo seguirán siendo por el resto de mi vida.
- A todas las personas que por uno y otros motivos me apoyaron en el desarrollo y culminación de este trabajo de investigación, a todos ellos muchas gracias.
- A los Profesores que nos impartieron sus sabias experiencias durante los semestres académicos de esta Primera Promoción de Maestría en Desarrollo Agrario Sostenible, en especial a aquellos que partieron de este mundo, dejando el recuerdo en nosotros con gran orgullo.
Rafael Chávez
- A Olga mi esposa, y Karito el orgullo de mi vida, con mucho amor y cariño, las que sus energías ayudan a dar pasos importantes en mi vida profesional.
- A mis Padres: Roger y Edith, que están pendientes con sus oraciones fortaleciendo mi espíritu ayudándome a avanzar en éstos difíciles caminos por recorrer.
- A Dios por darnos la fuerza necesaria para seguir adelante y culminar con éxitos los estudios que emprendemos a fin de superarnos y ser cada útil a los estudiantes de la Facultad de Agronomía.
Juan Luis Romero

AGRADECIMIENTO

- Un agradecimiento especial al Ing. Jorge Aquiles Vargas Fasabi, Asesor del presente trabajo, gracias a sus consejos y orientación durante el desarrollo del mismo, se culminó el trabajo sin contratiempos y en el tiempo estipulado según lo programado.
- A los señores miembros de jurado de tesis, Ing. Fidel Aspajo Varela, Ing. Darwin Navarro Torres, Ing. Ronald Yalta Vega, por sus acertadas observaciones en mejoras del presente trabajo de investigación, gracias.
- A los señores trabajadores del campo del Proyecto de Enseñanza e Investigación Jardín Agrostológico, por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo, muchas gracias.

ASHII EMKATAJUM UKUNUN JUAKAINPA

“Para producir alimentos, es necesario dejar las oficinas e incorporarse al campo, sudar y ensuciarse las manos. Este es el único idioma que entiende la tierra y las plantas”

Por: Norman Borlaug, Padre de la revolución Verde; Premio nobel de la paz, (1972)

ÍNDICE

	PAG.
I. Introducción	09
1) Identificación y formulación del proyecto	10
2) Justificación de la investigación	10
3) Objetivos	11
3.1. General	11
3.2 Específicos	11
4) Hipótesis	12
5) Variables	12
6) Indicadores e índices	12
II. Antecedentes	16
III. Metodología	44
3.1. Tipo de investigación	44
3.2 Diseño de la Investigación	44
3.3 Ecología	44
3.4 Suelo	44
3.5 Materiales	45
3.6 Procedimientos	45
3.7 Métodos	48
IV. Resultados	51
V. Discusión	57
VI. Conclusiones	60
VII. Recomendaciones	62
VIII. Referencias Bibliográficas	63

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro N° 01. Análisis de varianza de altura de planta (m)	51
Cuadro N° 02. Prueba de Duncan altura de planta (m)	51
Cuadro N° 03. Análisis de varianza del peso de 100 gramos (gr.)	52
Cuadro N° 04. Prueba de Duncan del peso 100 gramos (gr.)	52
Cuadro N° 05. Análisis de varianza del rendimiento (kg)	53
Cuadro N° 06. Prueba de Duncan del rendimiento (kg.)	53
Cuadro N° 07. Resultados del Análisis del Suelo antes de la siembra del Abono	54
Cuadro N° 08. Resultados del Análisis del Suelo después del Experimento	55

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de consistencia	67
Anexo N° 2. Datos Meteorológicos de Enero – Diciembre del 2,010	69
Anexo N° 3. Resultados del Análisis del Suelo antes de la siembra del Abono	70
Anexo N° 4. Resultados del Análisis del Suelo después del Experimento	72
Anexo N° 5. Calendarización de actividades realizadas	74
Anexo N° 6. Costos de instalación de 1 ha, de Mucuna en monte secundario	75
Anexo N° 7. Croquis del Campo Experimental	76
Anexo N° 8. Características de las parcelas	77
Anexo N° 9. Datos Originales	78
Anexo N° 10. Fotos del Experimento	80

RESUMEN

Los agricultores de nuestra región amazónica en su mayoría practican tradicionalmente la agricultura migratoria, método ancestral de preparación de sus suelos para las siembras de cultivos de pan llevar como arroz, yuca, plátano y maíz principalmente, esta práctica consiste en rozo, tumba, picacheo y quema, el cual en un principio ofrece una alternativa de producción aceptable, debido a las gran cantidad de minerales que deja la ceniza, pero este con el tiempo se va perdiendo y al cabo de 2 a 3 años estos suelos se vuelven improductivos motivando al agricultor a buscar nuevas áreas perjudicando así el medio ambiente, **Brack, W. (1996)**.

Si los métodos convencionales no son los óptimos, es el momento de volver la mirada a otros que en la mayoría de los casos tienen antecedentes positivos antiguos y que han demostrado su eficiencia, estas metodologías no solo se limitan a hacer que las plantas den cosechas más abundantes, si no también son sistemas de vida en las que existe una relación estrecha, íntima y recíproca del suelo, no olvidemos que el suelo nos proporciona alimento y abrigo, por ello debemos desarrollar tecnologías apropiadas, económicas y fáciles de manejar que aprovechen recursos naturales disponibles en beneficio de él, no cabe duda que las nuevas tendencias hacia una agricultura orgánica sostenible, son el mejor camino para sanar la tierra, practicando una producción limpia y armónica que garantice la conservación de los recursos naturales y desarrollo rural sostenible. **Manual Agropecuario (2002)**.

En la selva baja amazónica existen grandes áreas de bosques secundarios debido a la pérdida de fertilidad de los suelos por la extracción de los minerales por los cultivos el cual motiva al campesino a migrar en busca de mejores suelos para sus siembras acrecentando esto mas la degradación ambiental no existiendo técnicas adecuadas de manejo de estas áreas que garanticen y den confianza al agricultor de mejorar sus suelos para futuras cosechas, sin tener que migrar a otras partes del bosque.

El presente trabajo de investigación pretende dar al agricultor una técnica de manejo ecológico para la recuperación de suelos degradados y pobres, recuperando en parte o

totalmente la fertilidad perdida, mediante el empleo de la Mucuna (*Styrolobium deeringianum*) incorporado como abono verde en la etapa de floración a diversas profundidades (0, 5, 10 y 15 cm) y utilizando al *Zea mays* (maíz) como indicador de producción, el presente trabajo se desarrolló en una área de tierra firme perteneciente al grupo III de los suelos fuertemente lixiviados, pH ácido y según el análisis de suelo, baja capacidad de retención de nutrientes.

Antes de la instalación se preparó el terreno en forma manual el 15 de enero del 2010, luego se procedió a desmenuzar y remover el suelo para darle la textura deseada, se instaló las parcelas (20) de 2.5 m x 10.00 m. cada uno según el diseño experimental, el 01 de febrero se sembró la Mucuna a una densidad de 1 m x 1 m, depositando en cada hoyo 2 semillas dejando que el cultivo crezca libremente, a la segunda semana del mes de Mayo la mucuna presentaba una cobertura de 70%, a la cuarta semana mes de julio presentaba una cobertura de 90% y un 85% de floración, procediéndose a cortarlo e incorporar al suelo según los tratamientos descritos, el 30 de agosto se sembró el maíz a un distanciamiento de 0.70 x 0.70, depositando 4 semillas de la variedad marginal 28T.

Al finalizar el trabajo de investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

La mejor altura de planta, peso de 100 granos y rendimiento por hectárea la tuvo el T1 (0 cm de profundidad con abono), con 2.020 m., 31.50 g/100 granos y 940.25 kg/ha, seguido por el T2 (5 cm de profundidad), el T3 (10 cm de profundidad) y el T4 (15 cm de profundidad), ocupando el último lugar el T0 (testigo sin abono) con rendimiento de 1.565 m., 23 g/100 granos y 411.25 kg/ha, el aporte de materia verde de la mucuna fue de 902.4 kg./m², mientras que la materia seca fue de 172 gr./m² respectivamente.

INTRODUCCIÓN

Los suelos de altura de la selva baja amazónica se caracterizan por ser infértiles, ácidos, de bajo contenido de materia orgánica y elevada saturación de aluminio, en donde los agricultores producen sus cultivos tradicionales de pan llevar. **Rodríguez, et. al. (1991).**

Estos suelos tienen la capacidad de sostener en los mejores casos, hasta dos campañas de cultivos, produciéndose luego un agotamiento de su fertilidad natural, debido a la forma tradicional de preparación, quedando propensos a altas precipitaciones y erosión el cual acelera aún más su pérdida de fertilidad, lo que obliga al agricultor a buscar otras áreas para instalar sus cultivos abandonando las parcelas que con el tiempo se convierten en bosques secundarios o purmas, el cual es la forma característica de agricultura migratoria que se practica hasta la actualidad en muchos lugares de nuestra amazonia.

En la actualidad la producción agrícola tiene que asumir retos como producir alimentos sin poner en riesgo la naturaleza de manera que se deben diseñar sistemas de producción sostenibles y aprovechar en lo máximo el espacio de cultivo, tratándose en lo posible de erradicar la forma tradicional que hasta la fecha se vienen practicando para la obtención de los alimentos. **Manual Agropecuario (2002).**

Es conveniente darnos cuenta que conforme cambian los ambientes naturales, ya sea por efectos climáticos, contaminación, efecto invernadero, etc., se deben diseñar sistemas de explotación acorde con la realidad, evitando en lo posible causar el mínimo daño por acción de estos en la naturaleza, es un compromiso universal de legar a la humanidad un mundo seguro, el presente trabajo es un aporte para recuperación de purmas secundarias empleando para ello una fabácea como abono verde y hacer que estos suelos vuelvan a ser productivos nuevamente, para ello se tomó como indicador al maíz por ser uno de los cultivos de gran demanda en nuestra región y otros lugares de la amazonia. Estos suelos secundarios existen en gran cantidad no pudiéndose precisar el área los cuales son abandonados por los agricultores al perder su fertilidad, el presente estudio plantea el uso de una tecnología de bajo costo, utilizando una fabácea herbácea como abono verde poniéndolo a disposición del agricultor para mejorar sus campos de cultivos y su economía y de esta manera tenga una manera práctica de mejorar sus suelos pobres y hacerlos productivos para posteriores campañas, frenando de esta forma la agricultura migratoria el cual tiene un efecto negativo en el medio ambiente de nuestra amazonia.

CAPITULO I

1. IDENTIFICACIÓN Y FORMULACION DEL PROYECTO

¿En qué medida la incorporación del abono verde de la especie *Stylobium deeringianum* (Mucuna), en un suelo de bosque secundario mejoran el rendimiento del *Zea mayz* (Maíz) utilizado como indicador?

2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La fragilidad del ecosistema amazónico, el deterioro del medio ambiente, el efecto invernadero motiva a diseñar nuevas metodologías de los sistemas de producción, los cuales deben de ir cambiando asiéndolos mas eficaces de tal manera que, las actividades que se realizan en el medio natural tenga un impacto mínimo en los ecosistemas. La UNAP a través de sus líneas de investigación para esta parte de Selva Baja Amazónica desarrolla trabajos que ayudan al poblador selvático a manejar con eficacia y responsabilidad los recursos naturales, con tecnologías que llevan a una explotación y manejo sustentable, todos estos trabajos están orientados a frenar la agricultura migratoria que actualmente practican nuestros agricultores, los resultados experimentales y validación de estos trabajos se encuentran en pleno proceso de divulgación, los cuales deberían de ser tomadas como alternativas de manejo sostenible y viables de los recursos naturales amazónicos.

En la actualidad existen grandes áreas de bosques secundarios abandonadas, debido a un inadecuado manejo y empleo de tecnologías antiguas de producción, no existen metodologías sobre recuperación de estas áreas y esto afecta el equilibrio ecológico, la UNAP, juega un papel importante en la preservación del medio ambiente de esta parte del país y por esta razón los trabajos de investigación deben tener un enfoque ecológico y sostenible para frenar y recuperar estas áreas a través de tecnologías viables y de fácil aplicación, empleando materia prima disponible de nuestro medio.

ASOCIACIÓN DE AGRICULTURA AGROECOLÓGICA, PUERTO MALDONADO-PERÚ (1996), indica que es un hecho que los agricultores dedican muchos tiempo y dinero para deshierbar sus predios, muchos piensan también que quemar es la única manera de eliminar las malezas y preparar un terreno para una

futura siembra, sin embargo con esta técnica los suelos quedan desnudos, sin ninguna protección contra el sol y la lluvia.

En un ecosistema de monte alto (monte virgen), observamos que la superficie esta siempre cubierta por una capa de masa orgánica en descomposición, de esta masa es la que se nutren las plantas.

TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA-SECRETARÍA PRO TEMPORE (1997), reporta que el estado actual del conocimiento generado por la investigación científica, respecto a cómo utilizar la amazonia, es aun incompleto y muy limitado, explicables por la magnitud y complejidad de sus ecosistemas y biodiversidad, todavía existen dificultades para definir la mejor forma de su utilización. De la información disponible podemos darnos cuenta de la susceptibilidad de los ecosistemas a la degradación y al restablecimiento de la vegetación original, y a la existencia de limitaciones ambientales que se traducen, entre otros, en la pobreza de los suelos y la imposibilidad para soportar una agricultura intensiva en la mayoría de su superficie.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVOS GENERALES

Recuperación de un bosque secundario, utilizando como abono verde al *Stylobium deeringianum* (Mucuna) y como indicador el rendimiento del *Zea mayz* en Zungarococha.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a.- Evaluar la incorporación a 0, 5, 10 y 15 cm de profundidad del abono verde de Mucuna (*Stylobium deeringianum*), en un suelo de bosque secundario.
- b.- Evaluar el rendimiento del maíz utilizando como abono verde a la Mucuna (*Stylobium deeringianum*)
- c.- Determinar la rentabilidad del sistema de producción.

4. HIPOTESIS

HIPOTESIS GENERAL

La incorporación de la Mucuna, como abono verde en un suelo de bosque secundario, mejora sus características físicas y químicas e incrementa los rendimientos del maíz en Zungarococha – Iquitos.

HIPOTESIS ESPECÍFICA

- a.- Aplicando Mucuna (*Stylobium deeringianum*) como abono verde, en un bosque secundario, mejora el rendimiento del maíz en Zungarococha-Iquitos.
- b.- Aplicando esta técnica de manejo en estos suelos se mejoran sus propiedades físicas y químicas.

5. VARIABLE

- a.- Variable Independiente.- X1 Incorporación de abono verde de Mucuna.
- b.- Variable Dependiente.-
 - Y1 Altura de la planta de maíz.
 - Y2 Peso de 100 granos de maíz.
 - Y3 Rendimiento del cultivo de maíz/ Ha.
 - Y4 Propiedades físicas y químicas del suelo.

6. INDICADORES E ÍNDICE

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE:

- X1 : Incorporación de Abono Verde.
- X11 : Incorporación de abono verde de Mucuna.

Fuente	Incorporación de abono
	0 cm.
Profundidad de incorporación del	5 cm.
abono verde de Mucuna	10 cm.
	15 cm.

VARIABLE DEPENDIENTE:

Y1 : Rendimiento del cultivo.

Y11 : Altura de planta.

Y12 : Peso de 100 granos.

Y13 : Rendimiento del maíz/ha.

Y2 : Propiedades físicas del suelo.

Y21 : Estructura.

Y22 : Densidad aparente.

Y23 : % de humedad del suelo.

Y24 : Porosidad.

Y25 : Textura

Y3 : Propiedades químicas del suelo.

Y31 : C.O. (Carbón orgánico)

Y32 : N total/ha.

Y33 : ppm P total/ha.

Y34 : Kg. K /ha.

Y35 : C.I.C.

Y36 : Acidez cambiante.

Y37 : pH.

ESCALA DE MEDICIÓN:

Rendimiento del cultivo de maíz: Optimo.

Maíz : 1.5 t/ha (Fuente: INIA-San Roque)

Propiedades Físicas del suelo.

Densidad aparente : gr/cm³
Porosidad : % espacio poroso.
Humedad : % humedad.
Estructura : Grado, tipo o forma, tamaño.
Textura : Clase textural.

Propiedades Químicas del suelo.

Carbón orgánico : % M.O
Bajo < 2%
Medio 2 - 4 %
Alto > 4 %

Nitrógeno : Alto > 0.1 %
Bajo < 0.1 %

Fósforo : Bajo < 7 ppm.
Medio = 7- 14 ppm.
Alto > 14 ppm.

Potasio : Alto 600 Kg./ha.
Medio 300 – 600 Kg./ha.
Bajo < 300 Kg./ha.

C.I.C : Muy alto > 40 meq/100g. Suelo.
Alto 25 – 40 meq/100g. Suelo.
Medio 7 – 15 meq/100g. Suelo.
Bajo 6 – 12 meq/100g. Suelo.
Muy bajo < 6 meq/100g. Suelo.

Bases cambiables : Muy alto > 25 meq/100g. Suelo
Alto 15 – 25 meq/100g. Suelo.
Medio 7 – 15 meq/100g. Suelo.
Bajo 3 – 7 meq/100g. Suelo.
Muy bajo < 3 meq/100g. Suelo.

Aluminio cambiabile: meq/100 g. Suelo

CAPITULO II

2.1. ANTECEDENTES

CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DE ALTURA DE LA SELVA PERUANA

RODRIGUEZ, et. al. (1991), reporta que estos tipos de suelos tienen sustento geológico formaciones del plio-pleistoceno, siendo ultisoles los suelos mas dominantes, caracterizados por su marcadas deficiencias nutricionales, alta toxicidad de aluminio y baja capacidad de intercambio catiónico.

RASANEN (1993), manifiesta que la expresión de “tierra firme” está referida al relieve más o menos disectado, no susceptible a inundaciones durante la época de lluvias y/o crecida de los ríos, donde la mayor parte de la selva baja amazónica está cubierta por este tipo de relieve.

SÁNCHEZ, P. (1993), manifiesta que los suelos más dominantes en la amazonia son los inceptisoles, siendo seguidos por los ultisoles y en forma localizada por los entisoles, alfisoles y molisoles.

HONORATO, P. (2001), manifiesta que la productividad de un suelo es su capacidad de producir una planta específica o sucesión de plantas bajo un determinado sistema de manejo, la capacidad productiva está relacionada con características naturales del suelo, clima y factores de manejo. Así un suelo productivo o de baja productividad, puede llegar a ser productivo aplicando una tecnología determinada.

PLASTER, E. (2000), reporta que existe una creciente preocupación por la productividad a largo plazo de una finca agrícola y el efecto que las prácticas agrícolas puedan tener en el medio ambiente han conducido al concepto de agricultura sostenible. La agricultura sostenible ayuda a reducir algunos problemas de la agricultura estándar mediante el empleo de técnicas que disminuyen las

compras fuera de la granja e incrementa el empleo de recursos que se encuentran dentro de la granja.

TAMHANE y MOTIRAMANI (1979), manifiesta que la exigencia media per cápita de energía por persona es 3,000 kg.calorías/día, aun admitiendo que en los trópicos las personas quizás necesiten menos calorías que las de los países ricos, los datos suministrados reportan que el 52% de la población del mundial tiene normas de mala alimentación y que el 19% tienen normas medianas de alimentación, según la FAO del 10 al 15% de la población mundial esta subalimentada y que hasta un 50% de la misma padecen de desnutrición, y el hecho más alarmante es que el mayor índice de crecimiento poblacional se dan en los países que sufren más hambre y mayor índice de desnutrición.

❖ **SEGÚN SU TEXTURA**

ZVALETA, A. (1992), manifiesta que en el suelo se encuentran partículas minerales de diversos tamaños, el material más grande (2 mm) se denomina fragmento rocoso y el material más pequeño de (2 mm) se denomina fracción de tierra firme, cuyos componentes son arena, limo y arcilla, además dice que la textura es la proporción relativa por peso de las diversas clases de partículas menores que 2 mm.

TAMHANE y MOTIRAMANI (1979), los análisis de laboratorio es una parte esencial de la planimetría de suelos para comprobar algunas de las observaciones practicas, para un conocimiento adecuado y para hacer algunas interpretaciones valiosas, la naturaleza y cantidad de trabajo de laboratorio a realizar dependerá del propósito fundamental del estudio topográfico del suelo.

PORTA. J., M. LOPEZ y C. ROQUERO (1999), reportan que las partículas del suelo individualizadas se distribuyen en diversas fracciones atendiendo a su tamaño, la distinta proporción de arena, limo y arcilla definen la textura de cada horizonte.

PLASTER, E. (2000), indica que la propiedad de la tierra más fundamental, la que más influencia tiene sobre otros rasgos del suelo, es la textura la cual determina la proporción de los tres tamaños de partículas del suelo (arena (grande), limo (medio), y arcilla (pequeño)). El tamaño de estas partículas afectan a su vez afecta la capacidad de retención de agua y la aireación, también las reacciones que tienen nutrientes de la planta en el suelo ocurren en superficies de las partículas; por lo tanto, podemos establecer la regla de que las partículas más pequeñas retienen más agua y nutrientes para las plantas.

❖ **ESTRUCTURA**

ZVALETA, A. (1972), define a la estructura como la manera en la cual las partículas del suelo se reúnen en forma de agregados. Un arreglo natural e individual se llama un “ped”. El exterior de algunos agregados tiene una película fina a menudo oscura que posiblemente contribuye a mantener el agregado individual. Otros agregados tienen superficies e interior del mismo color, pareciendo que son fuerzas intrapedales, las que mantienen los agregados en unidades estructurales específicas.

BUOL, et. al. (1988), define a la estructura como la agregación de las partículas individuales de suelo en unidades mayores como planos débiles entre ellos, los agregados individuales se conocen con el nombre de “peds”

Los suelos que no tienen agregados con límites existentes naturalmente se consideran desprovistos de estructura, se conocen dos formas de estados desprovistos de estructura: grano simple (las partículas se distinguen fácilmente) o masiva (las partículas individuales se adhieren estrechamente, pero la masa carece de planos de debilidad).

PORTA J., M. LOPEZ y C. ROQUERO (1999), indican que la estructura describe la forma de agregarse las partículas individuales del suelo en unidades de mayor tamaño (agregados) y el espacio de huecos asociados a ellas, la estructura de cada horizonte se describe atendiendo al grado, forma y tamaño de los agregados. El grado

de diferenciación o de desarrollo de los agregados, expresa la cohesión dentro de los agregados y la adherencia entre ellos.

PLASTER, E. (2000), reporta que los suelos bien agregados contienen los poros grandes y continuos que promueven buen aire y movimiento de agua y proporcionan caminos rápidos para el crecimiento de la raíz. En la mayoría de los suelos, los microorganismos proporcionan el mejor cemento, cuando los microbios del suelo alteran los residuos de las plantas, producen gomas que unen a los agregados, por consiguiente la mejor forma de reforzar la estructura de un suelo estable es agregar frecuentemente materia orgánica a la tierra.

FASSBENDER, H.W. (1987), manifiesta que los componentes sólidos y orgánicos e inorgánicos del suelo poseen cargas electrostáticas en su superficie, estas superficies pueden ser grandes, y lo son particularmente en las fracciones de arcilla y materia orgánica, es sabido también que las fracciones de limo en grado menor en suelos tropicales intervienen en los cambios de cationes de los suelos.

❖ **DENSIDAD APARENTE**

ZVALETA, A. (1992), manifiesta que la densidad aparente es la relación entre el peso de granos del suelo seco en la estufa, incluyendo su estructura y porosidad y, el volumen en centímetros cúbicos que ocupa el mismo suelo. La densidad aparente varía con el contenido de espacios porosos, si disminuye el espacio poroso, la densidad aumenta. Si se pudiera compactar un suelo hasta que no tenga espacios porosos, el valor de la densidad aparente sería igual a la densidad de la partícula.

PLASTER, E. (2000), reporta que la densidad de una partícula varía de acuerdo al tipo de minerales del material madre y la cantidad de materia orgánica del suelo. La mayoría de los suelos tienen un promedio de aproximadamente 2,65 gramos por centímetro cúbico.

La densidad de los suelos minerales depende principalmente de la cantidad de espacio de poro del suelo, mientras que el peso de la partícula es bastante constante.

Las densidades de los suelos minerales normalmente oscilan de los 1,0 gramos por centímetro cúbico (62,5 libras/pie³) de los suelos de arcilla “esponjosos”, a los 1,8 gramos por centímetro cúbico (113 libras/pie³) de los suelos arenosos. Los suelos orgánicos son mucho más ligeros, siendo normalmente los valores oscilando entre los 0,1 a 0,6 gramos por centímetro cúbico (6-38 libras/pie³)

PORTA J., M. LOPEZ y C. ROQUERO (1999), afirman que la densidad aparente se define como la masa por unidad de volumen, este volumen es el que ocupa la muestra en el campo, tiene interés desde el punto de vista de manejo del suelo, ya que informa sobre la compactación de cada horizonte, y permite inferir las dificultades para la emergencia, enraizamiento y la circulación del agua y del aire, está directamente relacionada con la estructura y por ello depende de los mismos factores de control.

TAMHANE y MOTIRAMANI (1979), la densidad del suelo se expresa a través de la densidad de la partícula y la densidad de la masa: El peso por volumen unitario de la parte sólida del suelo se llama densidad de la partícula, esto depende de las densidades acumulativas de los constituyentes individuales inorgánicos y orgánicos del suelo.

El peso secado al horno de un volumen unitario de suelo incluyendo los espacios porosos y expresados en gramos por centímetro cúbico o libras por pie cúbico, se llama densidad de la masa.

❖ **CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

ZAVALETA, A. (1992), indica que la química del suelo representa un eslabón entre la fertilidad y los aspectos físicos del suelo; comprende los elementos importantes en la química del suelo, la capacidad de intercambio catiónico, las reacciones de iones intercambiables, el pH del suelo, las solubilidades y transformaciones bioquímicas; además manifiesta que no solo son importantes los elementos en sí mismo, sino también la forma en que se encuentran.

FASSBENDER, H.W. (1987), manifiesta que la reacción del suelo es el concepto que se refiere a las relaciones de acidez y basicidad del mismo, esta propiedad influye en sus características químicas y físicas, además de tener considerable impacto sobre la vida microbiana de este medio. Entre los procesos más importantes regulados por la reacción del suelo está la meteorización de minerales y la formación de arcillas, la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad mayor o menor de muchos nutrimentos, el exceso de nutrimentos pueden llevar a fenómenos de toxicidad en las plantas, las condiciones para que ocurran tales excesos pueden ser causadas por las reacciones fuertemente acidas de los suelos. La acidez del suelo depende del contenido de hidrogeno ionizable, del Al en diferentes formas dissociables y, en grado menor, de los iones de manganeso y hierro, todos en equilibrio con la solución del suelo donde ocurren variadas reacciones de hidrólisis.

BOHN, H.L. (1993), reporta que la química del suelo intenta aplicar los principios de la química pura y del equilibrio como las condiciones lo permitan. Estos principios se encuentran dentro de las explicaciones más simples del comportamiento químico, debido a que la solución del suelo suministra los nutrientes a las plantas y es el medio en la que se llevan a cabo la mayoría de las reacciones químicas del mismo, además el medio químico de un ion en una solución acuosa es similar en algunos aspectos al medio que rodea al mismo ion en un mineral. Los minerales son óxidos cuyas cargas son contrarrestadas por el silicio, aluminio, hierro y pequeñas cantidades de otros cationes. La interacción de cationes con los iones de oxido del agua tienen cierta similitud con la interacción con los óxidos de los minerales. Gran parte del comportamiento químico del suelo puede ser explicado mediante la competencia entre las especies de "oxígeno", O_2^- , OH^- y H_2O , para captar cationes y aniones en la solución de suelo y en los sólidos adyacentes.

PORTA J., M. LOPEZ y C. ROQUERO (1999), afirman que la reacción de un horizonte del suelo hace referencia al grado de acidez o basicidad del horizonte, generalmente se expresa por medio de un valor de pH, los efectos perjudiciales de la acidez no se manifiestan hasta valores de pH inferiores a 5.5 por la toxicidad del aluminio y la poca biodisponibilidad de los elementos nutrientes. Los suelos con carbonatos cálcicos, característicos de zonas semiáridas y áridas, tienen pH del orden



281

de 7.5 a 8.5, los términos sódicos y alcalinos deben restringirse para aquellos suelos de pH superiores a 8.5. Los que presentan pH de 9,0 a 12,0 contienen carbonato sódico y sus condiciones tanto físicas como químicas son muy desfavorables, la acidez y la basicidad del suelo afectan a sus diversas propiedades, a su comportamiento y al crecimiento de las plantas.

TAMHANE y MOTIRAMANI (1979), afirma que el interés químico y las dificultades experimentales aumentan a medida que disminuye el tamaño de la partícula del material, las partículas mas grandes a causa de su pequeña área de superficie, son inactivas químicamente, el asiento de la actividad química en el suelo reside en las partículas coloidales, a excepción de las arenas puras, todos los suelos contienen partículas de tamaño coloidal. En el suelo hay dos tipos distintos de coloides, coloides inorgánicos o minerales y coloides orgánicos o humus, estos dos tipos de coloides existen en mezcla o complejo muy estrecho y es difícil separar sus propiedades. Los coloides inorgánicos se presentan casi exclusivamente como arcillas de clases diversas, mientras que los coloides orgánicos son humus (materia orgánica).

❖ **MATERIA ORGÁNICA**

ZVALETA, A. (1992), manifiesta que todo residuo o desecho de organismos vivientes constituye la fuente de materia orgánica. El humus puede ser considerado como un estado de descomposición de la materia orgánica. El humus es una fuente importante de nutrientes. La energía liberada en forma de calor, la generación de bióxido de carbono, de agua y la presencia de microorganismos especializados favorece la conversión de elementos en nutrientes. Algunos iones, por oxidación, hacen menos solubles, tales como el fierro y el manganeso. Una propiedad importante del humus es su alta capacidad de cationes de cambio que absorbe nutrientes disponibles, evita el lavaje y los pone a disposición de las plantas.

GROS (1986), dice que el termino humus designa las sustancias orgánicas variedad de color pardo negruzco que resultan de la descomposición de materia orgánica de origen exclusivamente vegetal (estiércoles, pajas, cultivos enterrados, restos de

cosecha, etc.), bajo la acción de los microorganismos del suelo y las lombrices de tierra. Al mineralizarse libera poco a poco los elementos nutritivos necesarios para las plantas. Además sirve de sostén a un gran número de productos orgánicos en el suelo o que son sintetizados por los microbios.

BOHN, H.L. (1993), indica que la materia orgánica del suelo, es una acumulación de plantas muertas, parcialmente descompuestas, residuos de animales y plantas resintetizadas parcialmente, la hojarasca y las raíces secas se descomponen rápidamente y sus residuos forman parte del humus, los residuos de cultivos, maleza, hierba, hojas de arboles, gusanos, bacterias, hongos y actinomicetos también forman parte de la materia orgánica. El humus es el material orgánico que los microorganismos del suelo han transformado en una forma estable, la descomposición de la materia orgánica del suelo implica la oxidación del carbono por organismos heterótrofos que emplean la energía de la oxidación en su metabolismo, la dispersión inicial de los troncos y objetos grandes la llevan a cabo los mamíferos, las termitas y lombrices de tierra, las plantas saprofitas como los hongos obtienen su energía de las plantas parcialmente descompuestas, a medida que la materia orgánica se convierte en partículas finamente divididas, también decrece el tamaño de los organismos que propician su descomposición, la descomposición continua mientras que el oxígeno, el agua, la temperatura y los niveles de nutrientes sean los indicados para los organismos descomponedores.

❖ **DINÁMICA DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO**

www.ciedperu.org/bae/b64c.ht. (2000). reporta que la base de la fertilidad del suelo, entendida en su expresión más amplia, radica en la materia orgánica y su transformación en humus. Esta fracción coloidal de la materia orgánica, al ligarse íntimamente con la fracción de arcilla, forma los complejos arcillo-húmicos. Estos a su vez aseguran la formación de agregados, estables en el suelo, es decir de una bioestructura favorable a la retención y circulación del agua, a la circulación del aire, y a la penetración de las raicillas de las plantas. Por otro lado, suelos bien estructurados desarrollan una mayor resistencia a la erosión tanto hídrica como eólica.

La fertilidad física del suelo es por lo tanto mejorada con la aplicación de materia orgánica del suelo, pero también la fertilidad química y biológica, es así que durante el proceso de descomposición de la materia orgánica del suelo, hacia la formación del humus, se liberan diversos nutrientes (nitrógeno amoniacal y nítrico, ácidos fosfóricos, azufre, calcio, potasio, magnesio, etc.) que las plantas pueden aprovechar.

Por otro lado, la actividad biológica del suelo se incrementa con el contenido de materia orgánica del suelo se ha constatado así que este incremento de la actividad biológica es una forma de control contra ciertas plagas como los nematodos del suelo. Lo que se estaría propiciando por un lado, la aparición de enemigos naturales de los nematodos y por otro lado, al favorecer la materia orgánica del suelo, el mejor desarrollo y vigor de las plantas, estas pueden resistir mas al ataque de plagas y enfermedades.

Las fuentes usadas fueron: abonos verdes: *Crotalaria sp.* y frijol Castilla; estiércol de vacuno (dosis alta y baja) y, compost a base de rastrojo de frijol (dosis alta y baja). Las propiedades del suelo evaluadas fueron: agregación y estabilidad estructural, densidad aparente, porosidad, capacidad de retención de agua y capacidad de intercambio catiónico.

Cabe señalar que, para las condiciones de Costa, el incremento de la capacidad retentiva al agua, medida a través de la humedad equivalente, así como la Capacidad de Intercambio Cationico (CIC), son propiedades fundamentales en la fertilidad de dichos suelos, los que se caracterizan por ser poco retentivos al agua y a los nutrientes.

La aplicación de dichos abonos orgánicos al suelo se hizo sobre la base de un aporte equivalente de 360 Kg de nitrógeno total/ha. Esta cantidad podría ser fertilizante químico, no está tal, ya que como se sabe, el nitrógeno contenido en la materia orgánica del suelo no es liberado ni inmediato no totalmente al suelo. Una parte del mismo (65%) se mineraliza en un tiempo relativamente corto, pero no todo es aprovechado por microorganismos del suelo que participan en la descomposición de

la materia orgánica del suelo. El resto (35%) es retenido durante el proceso de humificación y se libera lentamente en el suelo.

❖ CAMBIO DE CATIONES

ZAVALETA, A. (1992), manifiesta que las arcillas y las partículas orgánicas presentan cargas negativas, los cationes cargados positivamente, son adsorbidos y retenidos en la superficie de esas partículas y, pueden ser intercambiables por otros iones de la solución del suelo o por raíces de las plantas. Solo unos pocos cationes participan como cationes de cambio en los suelos y son: Ca^{++} , Mg^{++} , K^{++} , Na^{++} , Al^{+++} , NH_4^+ , H^+ , sobre las superficies de las partículas en donde se realiza el cambio, las cargas negativas son densas, los cationes y aniones forman un sistema continuo en la solución, pero no están distribuidos uniformemente; hay concentraciones de cationes, cerca de la superficie de las partículas y los aniones como son de carga negativa se mueven libremente, sin o con la solución, lejos de la superficie de la partícula y, son balanceados por una cantidad equivalente de cationes solubles; estos cationes pueden ser removidos del suelo por lavaje o si hay falta de agua, se combinan con los aniones y se precipitan como sales. La concentración de iones intercambiables permanece constante en el suelo y es fijada por las cargas negativas del suelo, pero la concentración de iones solubles es muy variable, la carga total de los cationes es igual a la carga negativa combinada de la partícula y los aniones.

BOHN, H.L. (1993), menciona que la carga negativa de los coloides del suelo retienen cationes en la película de agua sobre la superficie del coloide, estas retenciones reducen la pérdida de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+ por lixiviación, al mismo tiempo que mantiene estos cationes disponibles para que sean captados por la vegetación, otros cationes son también retenidos aunque a concentraciones muchas más bajas, los cationes de los metales de transición y el aluminio, principalmente, precipitan como óxidos hidratados o como aluminosilicatos y casi no se encuentran en la fase acuosa, los cationes de metales alcalinos y alcalinotérreos, debido a su tamaño y carga, tienen menor oportunidad de precipitar. Debido a ello permanecen en la fase acuosa para neutralizar la carga superficial.

Los cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+) también influyen en los iones considerados como macro nutrientes esenciales, la fracción mayor disponible para la vegetación se encuentra en la parte de la solución del suelo cercano a las superficies coloidales. Tales iones pueden intercambiarse con otros cationes fácilmente, de ahí su nombre de cationes intercambiables, también se pueden manipular mediante fertilización, caleado e irrigación.

ABONOS VERDES, CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO COMO MEJORADORES DEL SUELO

RÍOS, K. (2000), indica que en Colombia algunos agricultores consideran las parcelas con *Tithonia diversifolia* como bancos de fertilizantes. En la provincia de Mountain, esta especie es cosechada e incorporada como abono verde en campos de cultivo de arroz con inundación. Debido a su rápido crecimiento, eficiente depuración de nutrientes del suelo, abundante producción de hojas y rápida descomposición, esta especie parece acelerar el ciclaje de nutrientes y permite la rehabilitación del suelo en un período corto de barbecho.

En Costa Rica, al evaluar especies identificadas por agricultores como favorables para la producción de frijol bajo sistemas de abono verde se encontró que éstas tenían altos contenidos foliares de fósforo, calcio y potasio (más de 2,500 ppm). De las especies identificadas, se encontró que *T. diversifolia* presenta los mayores contenidos de fósforo. Al comparar la producción de frijol en barbechos mejorados con diferentes especies se obtuvieron los siguientes resultados: en barbecho natural, 628 kg/ha; en barbecho con *T. diversifolia*, 749 kg/ha y mayor producción de biomasa y fósforo; barbecho con mucuna, se perdió por ataque de babosas y hormigas, barbecho con canavalia, 573 kg/ha (Gloria Meléndez, Universidad de Costa Rica, comunicación personal).

Tithonia diversifolia, puede estar jugando un papel muy importante en la depuración de nutrientes lábiles del suelo que de otra forma se perderían por lixiviación. En el caso del fósforo, la asociación con micorrizas puede estar cumpliendo un rol importante en su movilización. Este hecho además de la baja o nula demanda de capital o laboreo, es interesante en especial cuando estos recursos son escasos. Es así

como se puede cambiar el concepto de barbechos con malezas al de abono verde o cultivo de cobertura.

En la provincia de Bukidnon, Filipinas, *T. diversifolia* es utilizada para recuperar y mejorar áreas invadidas por el pasto *Imperata cylindrica*. La sombra de *T. diversifolia* controla el pasto en un año. Al final del segundo año, se cortan las plantas de *Tithonia* y se siembra un nuevo cultivo sin necesidad de aplicar fertilizantes ni arar, porque se mejoran las propiedades físicas del suelo (Cairns, 1997a)

<http://teca.fao.org/read/3645> (1998), reporta que es estable que existe una gama amplia de plantas que pueden ser utilizadas como abonos verdes, las que tienen las siguientes características:

- *Canavalia ensiformis* (Canavalia) Planta arbustiva, florece a los 4 y 5 meses, y de ahí en adelante sigue produciendo flores y vainas continuamente. Se adapta hasta los 1,500 msnm. Alta tolerancia a la sequía. Tiene pocos enemigos. En condiciones adversas tiene mejor comportamiento que la mucuna o Dolichos. Es menos palatable al ganado. Controla las hormigas trozadoras pues sus hojas, ramas y tallos matan el hongo que las hormigas cultivan para vivir. Produce menos biomasa que Mucuna o Dolichos, excepto en condiciones adversas. El ganado vacuno, caballo y caprino la consumen, pero preferirían otra especie. No tolera suelos mal drenados o muy ácidos. Sus semillas son tóxicas para animales o humanos.
- *Phaseolus coccineus* “Chinapopo”. Planta trepadora, de zonas altas, 1,440 a 2,000 msnm. Su ciclo de desarrollo coincide con el del maíz. Se seca y defolia en Octubre a Noviembre. Por ser una planta perenne, puede rebrotar continuamente por su raíz tuberosa cuando se inician las lluvias. Se asocia muy bien con el maíz. Resiste mejor las plagas y enfermedades que el frijol común. Las semillas maduras, vainas verdes y la raíz tuberosa son comestibles y bien aceptadas, pero se debe botar el agua de la primera y segunda cocción. Rinde menos que el frijol común, pero cuesta menos producirla por su tolerancia a plagas y enfermedades y por lo tanto no requiere del uso de insecticidas. Su desarrollo es menor en el primer año. No tolera suelos ácidos ni mal drenados. Las semillas son susceptibles a los gorgojos durante su almacenamiento.

- *Crotalaria spp.* “Crotalaria”. Planta arbustiva de corto ciclo de producción de semillas, las cuales produce a los 4 y 5 meses. Rebrotan después de podarse. Aunque hay especies nativas, las introducidas, *C. Juncea* y *C. Ochroleuca*, son más promisorias debido a su vigor. Alta tolerancia a la sequía. Se combina bien con el maíz, sorgo, frutales y posiblemente con el sistema del maicillo (Centro América). Buena productora de biomasa y Nitrógeno. Las semillas y hojas de ciertas especies son muy tóxicas para humanos y toda clase de animales. Las hojas de la *Juncea* y *Ochroleuca* son libres de estas toxinas. Las semillas son pequeñas y pueden ser invasoras.
- *Lablab purpureus* (Antes: *Dolichos lablab*). Planta trepadora anual, con semilla de color negro, o perenne con semilla de color rojo. Empieza a florecer y producir semilla a los 3 meses y de ahí en adelante. Se adapta bien hasta 1,500 msnm., su crecimiento inicial es lento, lo que permite asociarse bien con maíz. Muy alta tolerancia a la sequía. Las plantas siguen creciendo vigorosamente durante varios meses de la época seca. Las semillas verdes y maduras son comestibles sin problemas de toxicidad. El forraje es muy palatable y nutritivo para el ganado, 25 a 28% de proteína. Requiere suelos más fértiles que la mucuna o Canavalia; también más sueltos o recién preparados. En suelos pobres es mejor la Canavalia o la Mucuna. Susceptible a insectos como Diabrotica, pero se recupera bien. No tolera suelos mal drenados ni ácidos.
- *Vigna radiata* “Frijol”, *Vigna*, Alazin, caupí. Planta arbustiva o trepadora de ciclo corto, 65 a 85 días. Tanto las vainas tiernas como las semillas secas son comestibles. Es un buen sustituto del frijol común. Se asocia bien con maíz y sorgo. También con el maicillo, sembrado a golpe o junto a las plantas de maicillo. Produce cobertura más rápidamente que las otras leguminosas y tolera muy bien la sequía. La *Vigna* produce más biomasa que las otras leguminosas en este mismo periodo de tiempo. Requiere manejo como cultivo de grano, por lo tanto sus hojas maduras contienen poco Nitrógeno, ya que la mayoría de él se transfiere a las semillas. Por su rápida cobertura ayuda a controlar muy bien la erosión y las malezas.

- *Mucuna pruriens* Mucuna, frijol terciopelo, pica dulce. Planta trepadora de ciclo largo. Se adapta bien a los 1,200 msnm. Produce semilla entre Noviembre y Enero, cuando se siembra en la época de Mayo a Agosto. Hay tres tipos de semilla, color negro, gris y pintada. Las plantas provenientes de la semilla gris parecen tolerara mas la sequía. Hay una especie de mucuna que en sus vainas produce un polvo que es urticante a la piel, no se debe utilizar. Esta planta tiene raíces profundas lo que le permite extraer y fijar nitrógeno de las profundidades, en niveles de unas 80 a 120 libras por manzana de Nitrógeno en forma disponible, el cual se va liberando lentamente durante la descomposición de las hojas, ramas y tallos. Además de esto, la mucuna produce hasta 9 libras por metro cuadrado, esto es unos 630 quintales por manzana de materia verde en cinco meses, lo cual contribuye no solo al aporte de Nitrógeno sino al mejoramiento de la condición física del suelo. También tiene un papel muy importante en el control de malezas, pues al cubrir el suelo impiden que los rayos del sol lleguen a las semillas impidiendo su germinación. También se ha demostrado que la mucuna reduce la actividad de los nematodos al incorporarse como materia verde al suelo. Se asocia bien con el maíz y sorgo con podas. El ganado consume bien sus hojas o las semillas, pero cocidas o descascaradas, no sobrepasando un 25% de la dieta. Controla la erosión, reduce el tiempo de descanso a un año. Se necesitan 4 días para limpiar una hectárea instalada, mientras que con rastrojo de tres años se necesitan 12 días. Es susceptible a las hormigas trozadoras, conejos y otras especies. No tolera suelos mal drenados ni ácidos. Puede ser toxica como alimento humano. Por su agresividad en cobertura, debe manejarse con podas o cortes.
- *Cajanus cajan* Gandul. Leguminosa arbustiva que crece entre 1.5 y 3 m., tiene un ciclo semiperenne de 2 a 4 años. También existen variedades de ciclo corto. Una vez bien establecido el gandul protege la superficie del suelo contra los impacto de las gotas de lluvia y del viento, por lo tanto lo protege contra la erosión. Las ramas jóvenes se pueden utilizar como forraje verde para el ganado. Son ricas en proteína. La harina precocida por 30 minutos de los granos se utiliza como alimento para aves. Los granos también se utilizan como alimento humano, y las vainas y granos verdes se usan como legumbre. Su raíz pivotante mejora la capacidad de infiltración del suelo No se desarrolla bien en suelos superficiales, de menos de 20 cm de

profundidad. No se da bien en suelos con mala infiltración. Por tener raíz pivotante no se adapta bien a suelos muy pedregosos, pues existe la posibilidad de que la planta se seque.

Características que se debe tener cuenta para utilizar una planta como “abono verde”

www.produccion.com.ar/2002/. Reporta, que no cualquier especie vegetal se adapta satisfactoriamente a ser utilizada como abono verde, estas deben satisfacer algunas características.

- 1) Deben desarrollarse como cosecha secundaria entre las cosechas principales.
- 2) Deben crecer satisfactoriamente en suelos pobres.
- 3) Deben producir gran volumen de masa verde.
- 4) Deben consumir la mínima cantidad de agua posible.
- 5) Deben tener un ciclo de crecimiento rápido.
- 6) Deben poseer un sistema radicular extenso y penetrante con el cual explore la mayor extensión posible, sobre todo en profundidad.

Limitantes y beneficios del uso de abonos verdes

Generalmente con los abonos verdes no se obtiene respuesta tan rápido como se obtiene con los fertilizantes químicos, lo cual hace que no es una práctica de rápido impacto productivo; pero si está demostrado que, los rendimientos tienden a incrementarse a partir del segundo o tercer año de usar la tecnología. Algunas especies como la *Mucuna* no producen suficiente biomasa durante el primer año, pero si durante los siguientes años; pero tiene una gran ventaja, y es que con las podas, algunos nódulos se desprenden y empiezan a liberar su nitrógeno.

El lento impacto productivo de los abonos verdes se compensa en gran parte por su bajo costo y riesgo; así como por el ingreso del forraje como alimento animal y la venta de su semilla, o su consumo como grano.

Necesidades del Fósforo. La mayoría de los suelos pueden tener deficiencias de Fósforo, y difícilmente los abonos verdes van a suplir esta deficiencia; a excepción posiblemente del *Cajanus cajan* Gandul que podría solucionarla. En investigaciones

recientes en suelos ácidos de la India, se encontró que esta especie es un extractor muy eficiente de Fósforo en suelos deficientes, pues su raíz exuda un ácido que mejora la disponibilidad de la porción de Fósforo retenida en compuestos poco solubles, lo cual lo hace disponible para los cultivos subsiguientes.

Por lo tanto, salvo esta especie, es posible que tarde o temprano sea necesario hacer aplicaciones moderadas de Fósforo para maximizar y mantener los altos rendimientos brindados por los abonos verdes.

Afortunadamente, el uso de Fósforo no solo tiene una excelente relación benéfico / costo para los cultivos, aumentando el rendimiento en forma directa, sino también, por el beneficio de fijar el Nitrógeno y la producción de biomasa de las especies usadas como abono verde.

De otra parte, hay una reducción de entrada de energía y productos no biodegradables externos al sistema, como, pesticidas, fertilizantes sintéticos y alimentos animales comerciales. Las entradas son gradualmente remplazadas con recursos locales, reduciendo los costos de producción y el impacto ambiental. Se aceptan insumos y nutrientes estratégicos que dinamicen procesos vitales en plantas y animales en pequeñas cantidades (biofertilizantes, micronutrientes, micorizas, suplementos de aminoácidos y ácidos grasos esenciales entre otros).

Control de erosión. Las especies utilizadas como abono verde tienen una gran capacidad para cubrir el suelo, lo cual trae como beneficio minimizar los problemas de erosión; además de que ayudan a conservar la humedad del suelo y control de malezas.

Se reporta que en zonas muy lluviosas, con suelos sueltos o poco profundos y pendientes superiores a 40%, el uso de estas especies como abonos verdes, aumenta la incidencia de los deslizamientos, pues un efecto positivo como el permitir mayor infiltración; bajo estas circunstancias se torna negativo al favorecer la excesiva infiltración.

Siembra en rotación. En este tipo de siembra hay una gran limitante para adoptar esta tecnología por parte de los agricultores que no tienen tierra disponible para hacer

rotación. Esto ha generado polémica, pues deban sacrificar un cultivo para conservar el frijol de abono, ya que, normalmente, los agricultores hacen dos siembras en el año; maíz en primera y frijol en postrera, aunque en algunas regiones, los que tienen riego logran hacer hasta tres siembras en el año.

Siembras intercaladas. Las siembras intercaladas implica la siembra de las dos especies en el mismo campo de tal manera que estén juntas por lo menos una parte de su desarrollo (cultivo y especie que aporta abono verde). Como algunas son de crecimiento vigoroso, no es conveniente sembrarlas al mismo tiempo pues la planta productora de abono verde podría cubrir y matar al cultivo. En este caso, el frijol de postrera se puede sembrar unos pocos días después de haber cosechado el maíz y cortado la leguminosa.

Esto tiene un efecto positivo en la reducción del área efectiva requerida para las actividades de la finca, pues hay una intensificación de la producción agrícola y ganadera en pequeñas áreas. Las tierras más frágiles son restauradas para la conservación y recuperación de ecosistemas naturales.

Cultivo intercalado: Siembra, Manejo.

Mucuna Maíz. Se siembra de 3 a 5 semanas después de germinado el maíz, colocando 1 a 2 semillas por golpe cada 80 cm. Se debe podar las primeras 6 a 12 semanas, o bajar las ramas que se han enredado en el tallo del maíz

Dolichos-Maíz. Sembrarlo de 1 a 3 semanas después del maíz. Si se siembra entre las plantas de maíz o entre los surcos, se debe colocar 1 a 2 semillas por golpe. A las 6 y 12 semanas de germinado se debe podar o bajar las plantas que se han enredado en los tallos del maíz.

Canavalia-Maíz. Puede ser simultanea ó 15 a 20 días después de germinado el maíz. Se puede sembrar en surcos ó entre los surcos del maíz, colocando 2 semillas cada 20 cm. En siembra simultanea, se recomienda un surco de Canavalia junto al del maíz, por cada dos surcos de maíz. Se recomienda cortarla cuando ha florecido y dejarla

como cobertura o mulch para que libere los nutrientes, pero estos solo beneficiarán al cultivo siguiente.

Caupí-Maíz. Sembrar 15 a 20 días después el maíz. Siembra a chorrillo, 15 semillas por metro lineal; o en hoyos colocando 2 a 3 semillas por golpe cada 25 cm. Se corta en floración y se deja como cobertura, pero los nutrientes liberados solo beneficiaran al cultivo siguiente.

Mungo-Maíz, sorgo, ajonjolí. Sembrarlo de 15 a 20 días después del maíz Siembra a chorro, 15 semillas por metro lineal; o colocando 2 a 3 semillas por golpe cada 25 cm Se recomienda incorporarlo a los 50 días después de germinado para que aporte el Nitrógeno al maíz, el cual está en proceso de formación de grano. Otros agricultores lo siembran a principio de la época de primera y a los 25 días después de germinado lo incorporan, 20 días después preparan nuevamente el suelo y siembran el maíz.

Gandul-Maíz Se puede sembrar simultáneamente con el maíz pues su crecimiento inicial es lento y solo a los 2 o tres meses empieza su desarrollo vigoroso. Se siembran 2 o 3 semillas por golpe, o también se siembra a chorrillo entre los surcos de maíz. Hacer las podas a 80 y 100 de altura pues así tiene los mejores rebrotes. Por ser especies de ciclo largo, la mayoría de ellas producen poca biomasa en siembras intercaladas, especialmente donde se hacen dos siembras del cultivo al año, pues deben ser chapiadas (cortado) en Agosto y luego resembrado en la siembra de postrera (en Centro América siembra de postrera equivale a sembrar en Octubre y Noviembre).

Producción de semilla En la mayoría de estas especies se recomienda sembrar una pequeña parcela por separado con el fin de cosechar su semilla, pues en casi todos los casos, las plantas deben ser cortadas en la floración para ser incorporadas o puestas sobre la superficie el suelo como cobertura para que aporten nutrientes al suelo, los cuales, serán aprovechados en su mayoría por el siguiente cultivo.

GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MAIZ

MUÑOZ G. y FERNÁNDEZ, G. (1993), menciona que el cultivo de maíz ocupa el tercer lugar en el mundo después del trigo y del arroz, en lo referente a la extensión de áreas cultivadas y productivas, siendo además un cereal forrajero de mayor importancia en muchos países del mundo especialmente en los Estados Unidos, China, México, etc.

MANRIQUE (1988), afirma que la planta de maíz es una gramínea anual que en un periodo corto de tres a siete meses puede transformar diferentes elementos como N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, etc, en sustancias complejas de reserva como, almidón, azúcar, proteínas, localizado en el grano, aproximadamente el 40% del total de materia seca esta constituidos por los frutos del maíz.

ORIGEN Y TAXONOMIA:

Origen:

RICHEY citado por LÓPEZ (1996).- manifiesta que el maíz (*Zea mays* L.), es un cultivo originario de las Américas, teniendo como posibles centros de diversificación, los valles Andinos del Perú, Ecuador y Bolivia, y la región Sur de México y América Central. Esta aseveración se sustenta por la gran diversidad de formas y tipos de maíz encontrados en estas áreas.

Taxonomía:

MANRIQUE (1988).- sostiene que el maíz es un cereal que pertenece a la Familia Graminaeae, Tribu Maydeae, Genero *Zea* y Especie mayz, nomenclatura dada por Linneo en 1737.

Actualmente el maíz pertenece a la familia de las Poaceas y tiene la siguiente clasificación botánica:

REINO : VEGETAL
DIVISION PHYLUM : TRACHEOPHYTA
CLASE : ANGIOSPERMA
SUB CLASE : MONOCOTILEDONEA
GRUPO : GLUMIFLORA
ORDEN : GRAMINALES
FAMILIA : POACEAE
GENERO : *Zea*
ESPECIE : *mays* L.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ:

MANRIQUE (1988), señala que el grano de maíz tiene un alto contenido de almidón, en promedio (70%), y bajo contenido proteico (7%), así mismo, manifiesta que el maíz es uno de los cereales cuyo grano contiene mayor cantidad de grasa (4%), y porcentajes significativos de elementos mayores, Fosforo y Potasio, en elementos menores como Cobre, Hierro, Zinc, etc., el valor calórico es en promedio de 360 Kcal. y un valor nutritivo promedio de 11.6%.

El grano de maíz tiene un contenido promedio de 1.5% de ceniza, entre los elementos que se encuentran en mayor proporción en ella está el Fosforo con 0.30% y el Potasio con 0.35, y en menor proporción el Calcio con 0.01%, el Magnesio con 0.08% y el Fierro con 0.003%.

DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD MARGINAL 28 – T.

FLORES, P.S. (1997).- manifiesta que la Variedad Marginal 28 – Tropical (M-28T), se origina basándose en maíces amarillos cristalinos y dentados del Caribe y otras regiones tropicales bajas del mundo.

Proviene de una selección poblacional CIMMYT, México (Poblacional 28), fue introducido al Perú en la campaña A y B (1ra y 2da), a través de 20 localidades, de las cuales las que mejores respondieron fueron el Farke, Across, y la Maquina, luego

estos se combinaron en polinización libre dando origen a la variedad Marginal 28 Tropical, su floración se estima entre los 55 y 65 días, el periodo vegetativo de 110 a 120 días, la altura inserción de mazorca de 2 a 2.10 metros, el color del grano amarillo, altura de la mazorca 0.90 a 1.00 metros y su rendimiento entre 2 a 3 t/ha. Son de porte pequeño sin disminuir el rendimiento y de gran resistencia al tumbado y enfermedades.

SUELO:

El maíz necesita de suelos profundos con más de 20 cm de espesor de capa arable, fértiles para dar buena cosecha, de textura franca, que permita un buen desarrollo radicular, con una mayor eficiencia de absorción de humedad y de nutrientes del suelo, lo cual evita el problema de caídas de planta o acame.

Requiere de suelos de estructura granular que provean un buen drenaje y retengan agua. El pH del suelo debe oxilar entre 5.5 a 8.0, con buen porcentaje de materia orgánica, en cuanto al relieve, los suelos deben ser de topografía plana con ligera pendiente.

***Stylobium deeringianum* (Mucuna):**

MERAYO, A. (2007), indica que las plantas fijadoras de nitrógeno utilizadas como cobertura producen gran cantidad de hojas que cubren el suelo y comúnmente, son sembradas en asociación con cultivos o en terrenos en descanso, porque compiten por luz, agua y nutrimentos con las malezas ayudando a eliminarlas. También son muy útiles porque mantienen la humedad del suelo y aumentan su contenido de materia orgánica.

Por ser fabáceas, estas plantas tienen la capacidad de tomar el nitrógeno del aire y transformarlo en sustancias útiles para la planta. Después de que la cobertura muere, ese nitrógeno puede ser usado como nutrimento para otras plantas. Además, estas plantas de cobertura protegen el suelo contra la erosión y algunas pueden usarse como alimento para el ganado.

Una de las plantas de cobertura utilizada por muchos años con gran éxito por los agricultores es la Mucuna. Especialmente es sembrada para controlar las malezas y mejorar la condición del suelo; sin embargo con la aparición de los herbicidas y de

los fertilizantes sintéticos esta especie se dejó de utilizar. Actualmente, con el incremento de los precios de los insumos agrícolas y el deseo de lograr sistemas agrícolas más sostenibles, ambiental y económicamente, se ha retomado esta práctica agrícola como una alternativa para el manejo de los cultivos.

La mucuna (*Stizolobium deeringianum*) es una vigorosa especie originaria de la India. Se puede usar como cobertura del suelo para el control de malezas debido a su gran producción de follaje y también como abono verde en los cultivos. Es una planta que crece muy rápido y se adapta bien a las zonas cálidas.

La mucuna también es conocida como pica pica mansa, pica pica lisa, frijol terciopelo y frijol abono.

En América, su uso se vincula con las prácticas agronómicas establecidas por los agricultores en el sur de los Estados Unidos a comienzos del siglo pasado. Probablemente, esta especie fue introducida en Mesoamérica como cultivo forrajero en el decenio de los 20 por la United Fruit Company, una empresa productora de bananos con grandes plantaciones a lo largo de la costa Atlántica de América Central. La mucuna sirve de alimento para las mulas que transportaban el banano desde las plantaciones hasta las estaciones ferroviarias pero su uso disminuyó a medida que las mulas fueron reemplazadas por tractores 10 años después.

Características:

El ciclo de vida de la mucuna es anual, la planta crece en forma rastrera y tiene bejucos de hasta 14 m de largo, los cuales suben y se enredan en las plantas cercanas. Sus hojas son grandes y trifoliadas, de folíolos anchos y membranosos. Tiene una gran cantidad de raíces superficiales y sus flores blancas o violetas se forman en largos racimos, produce de 10 a 14 vainas por racimo, las cuales son anchas, cortas, aplastadas y de punta curva.

Durante la siembra, la semilla requiere que el suelo este húmedo, pero no crece en suelos inundados. La mucuna tarda desde la siembra hasta la cosecha de la semilla de 100 a 290 días, dependiendo de las condiciones. Por ejemplo, si crece en un suelo fértil no requiere fertilizantes. Sin embargo, en suelos pobres, rojos y orgánicos, con

pH inferior a 5,5 crece muy lentamente y las hojas se tornan de color amarillento. Se adapta mejor en tierras ubicadas entre los 200 y 1000 msnm.

Cuando crece en condiciones favorables produce gran cantidad de forraje verde y de materia seca. Su producción depende del suelo y la humedad, en el estado de floración puede llegar a 36 ton/ha de forraje verde y puede cosecharse dos veces. El valor nutritivo más alto de la planta es entre la floración y pre fructificación.

Es importante destacar que no se han informado problemas de plagas causadas por insectos en esta planta.

Usos:

La mucuna tiene el potencial de fijar el nitrógeno atmosférico mediante una relación simbiótica con microorganismos del suelo. El nitrógeno del aire es convertido por las bacterias Rhizobium presentes en las raíces de la planta, en una forma aprovechable que se almacena en las hojas, las ramas y las semillas. Este nitrógeno puede ser aprovechado por los cultivos que se siembran en asocio con la mucuna, por esta razón recibe el nombre de frijol abono. **Se ha reportado que la mucuna aporta alrededor de 150 kg/ha de nitrógeno al suelo.**

Además la gran cantidad de materia orgánica que produce hace al suelo más suelto y profundo. Su gran producción de follaje cubre el suelo y lo mantiene húmedo, de esa forma mantiene agua disponible por más tiempo para los cultivos aspecto muy útil principalmente, en zonas de baja precipitación y altas temperaturas.

Siembra de mucuna

La mucuna puede sembrarse en asocio con otro cultivo como maíz, o puede sembrarse en terrenos en descanso. Es especialmente útil en terrenos en que hay malezas muy agresivas y de difícil control.

La mucuna puede ser sembrada antes del cultivo principal. Actualmente, en zonas meloneras se está introduciendo esta especie, plantándola unos meses antes del melón para controlar el crecimiento de malezas y bajar sus poblaciones. Durante la época de siembra del cultivo se corta la cobertura para aportar materia orgánica al suelo; además se aprovecha la fijación biológica de nitrógeno.

ASOCIACIÓN DE AGRICULTURA ECOLÓGICA PUERTO MALDONADO-PERÚ (1996), reporta que en la selva amazónica existen en la actualidad grandes áreas de bosques secundarios, ocasionados por un inadecuado manejo de los cultivos tradicionales de pan llevar, y esto a lo largo ocasionan desequilibrios ecológicos en nuestra zona esto, cada día se va acrecentando mas, poniendo en peligro la frágil ecología amazónica, a esto se auné las grandes áreas deforestadas por la extracción de plantas maderables y otros de usos múltiples, y a todo ello no encontramos todavía la manera de parar la migratoriedad del campesino debido a que no contamos con un manejo adecuado de recuperación de estas áreas, a todo esto la *Mucuna (Stylobium deeringianum)*, es una especie de la familia de las Fabáceas, que tienen la capacidad de asimilar el nitrógeno atmosférico y almacenarlo en sus raíces a través de una simbiosis con la bacterias *Ryzobium*, los cuales tienen la particularidad de mejorar las características físico-química del suelo, porque además de fijar Nitrógeno mantiene y estimulan la vida microbiana del suelo ya que como cobertura proporcionan también sombra y humedad el cual sería una alternativa de ensayo en recuperación de estas áreas por las bondades que presenta este cultivo forrajero.

Los suelos de la selva baja amazónica generalmente presentan dos problemas grandes, su baja fertilidad y la abundancia de muchas malezas que compiten con los cultivos, por ello muchos piensan que el fuego es la única manera de eliminar la malezas y preparar al suelo para una futura siembra, lo cual es erróneo por que el suelo queda desnudo sin ninguna protección, una de las maneras de ayudar a la naturaleza en la solución de estos dos problemas es la aplicación de coberturas y abonos verdes, este principio es conocido y aplicado en diversas partes del mundo.

BRACK, W. (1996), dice que para lograr el desarrollo sustentable de la amazonia, el gran reto actual consiste en mejorar la capacidad idónea de la ciencia y la tecnología sobre el uso adecuado de las tierras productivas, evitando el deterioro del medio ambiente, desarrollando sistemas de producción para recuperar las tierras abandonadas y degradadas, aprovechando racionalmente la biodiversidad amazónica.

La sostenibilidad es un término bastante nuevo para muchos, el cual se emplea para definir el uso constante, fértil y productivo del suelo. Sostenible significa que el sistema es económicamente rentable y ecológicamente viable durante muchos años, una finca que produce café, sobre suelos en pendientes, pero usa métodos de conservación y mantiene o incrementa su producción a lo largo de los años, practica un sistema sostenible, una ganadería amazónica que inicia su ciclo con una cabeza por hectárea y luego de ocho años, por causa del sobre pastoreo y erosión, solo puede mantener 0.3 cabezas por hectárea, practica un sistema no sostenible.

En líneas generales, los efectos favorables del abonado verde no acaban en el aspecto nutricional sobre el vegetal, sino que alcanzan a todos los componentes relacionados con la fertilidad global del suelo agrícola ya que:

- Estimulan de forma inmediata la actividad biológica y mejoran la estructura del suelo, por la acción mecánica de las raíces, por los exudados radicular es, por la formación de sustancias prehúmicas al descomponerse y por la acción directa de las células microbianas y micelios de hongos.
- Protegen al suelo de la erosión y la desecación durante el desarrollo vegetativo, y mejoran la circulación del agua en el mismo.
- Aseguran la renovación del humus estable, acelerando su mineralización mediante el aporte de un humus más "joven" y más activo.
- Enriquecen al suelo en nitrógeno, si se trata de leguminosas, e impiden, en gran medida la lixiviación del mismo y de otros elementos fertilizantes.
- En su descomposición, se liberan o sintetizan sustancias orgánicas fisiológicamente activas, que tienen una acción favorable sobre el crecimiento de las plantas y su resistencia al parasitismo.

- En los sistemas cerealistas, aseguran una mejor descomposición de la paja del cereal, al mantener el medio más húmedo, equilibrar la relación C/N y activar los microorganismos responsables de la misma.
- Limitan el desarrollo de malezas, directamente por el efecto de la cubierta vegetal en sí misma e indirectamente porque ciertos abonos verdes tienen poder deshierbante, como el alforfón (*Fagopyrum esculentum*), o la facelia (*hacelia tanacetifolia*).

ABONO ORGANICO Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO Y SU RENDIMIENTO EN MAIZ (Turrialba-Costa Rica-1990)

Los abonos orgánicos son recomendados para aquellas tierras sometidas a cultivos intensivos para mejorar la estructura del suelo, con ello se aumenta la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrientes para los cultivos, se desarrollo un trabajo de investigación con los siguientes objetivos: a) Evaluar el efecto de los abonos orgánicos sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y b) Seleccionar el abono orgánico que produzca la mejor respuesta sobre rendimiento de grano. Se evaluaron cuatro tratamientos de abonos orgánicos a dosis de 20, 30, y 40 t/ha, para bovino, caprino y composta, y 4, 8, y 12 t/ha, para gallinaza, y un testigo con fertilización inorgánica (120-40-00 de NPK), se utilizo el maíz genotipo San Lorenzo, establecidos en un diseño de Bloques al Azar con arreglo factorial A⁺ B, con tres repeticiones. Las variables que se evaluaron fueron: contenido de humedad, ph, materia orgánica, N, P, y rendimiento de grano. Los resultados indican cambios en las características químicas del suelo (MO, N, P), antes y después de la siembra. En el caso de las características físicas, no existió diferencia significativa. El rendimiento del grano con el tratamiento de fertilización inorgánica 120-40-00 de NPK, fue el mejor (6.05 t/ha), el abono orgánico de composta mostro similar resultado (5.66 t/ha).

AGROFORESTERIA EN LAS AMÉRICAS (1994), reporta que en la amazonia el sistema de explotación de la tierra no es el más adecuado desde el punto de vista ecológico para la región, pues favorece la multiplicación de malas hierbas y causa

una gran destrucción de la flora y fauna. Tampoco es un sistema económico por que exige mucha mano de obra en las operaciones de derrumbe y quema de la vegetación, este sistema de explotación del suelo destruye la naturaleza y no proporciona rendimientos suficientes para mejorar las condiciones de vida de los agricultores, situación que contribuye al éxodo rural.

BRACK, W. (1996), indica que las leguminosas rastreras como el Kudzu, la Mucuna, el Centrocema, etc., aceleran la regeneración del suelo, por el rápido aporte de la materia orgánica abundante y la nitrogenación del suelo. La cobertura, mejora la textura del suelo. En muchos sitios se acostumbra realizar una fase de descanso del suelo, sembrando una de estas leguminosas, luego se procede nuevamente a su uso agrícola, los incrementos de rendimiento son significativos., las asociaciones traen muchas ventajas como: mitiga la erosión del suelo, evita la compactación y la evaporación de la humedad, proporciona sombra al suelo, mejora la aireación y fijación de nitrógeno, incrementa la producción de valores por área, produce abundante materia orgánica para la incorporación y reciclaje de nutrientes, mejora el microclima a nivel de la parcela y reduce los costos de limpieza y fertilización de los cultivos. Los indígenas de la selva alta consideran a las leguminosas como plantas mejoradoras de suelo, por eso hoy se utilizan bajo este mismo contexto, en sistemas asociados, inspirados en las costumbres de manejo de suelo de estos pueblos.

MANUAL PARA EL EXTENSIONISTA, TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZONICA-TCA, (1997), reporta que el estado actual del conocimiento generado por la investigación científica, respecto a cómo utilizar la amazonia, es aun incompleto y muy limitado, explicables por la magnitud y complejidad de sus ecosistemas y biodiversidad, todavía existen dificultades para definir la mejor forma de su utilización. La información disponible actual nos indica la susceptibilidad de los ecosistemas a la degradación, restablecimiento de la vegetación y limitaciones ambientales, que se traducen entre otros, en la pobreza de los suelos y la imposibilidad para soportar una agricultura intensiva en la mayoría de su superficie.

RISTO, y FLORES (1998), manifiestan que en la amazonia los principales cultivos anuales son plátano, yuca, arroz y maíz, las producciones logradas en las tierras

fértiles inundables, son bastantes buenas, sin embargo son transitorias e inestables. En los suelos de altura, suelos de limitada fertilidad natural, la producción es baja con una capacidad productiva de una a dos cosechas y luego el abandono de las parcelas para su recuperación natural, el cual propicia la migración del campesino a otras tierras, acrecentando la deforestación en la región.

MANUAL DE FERTILIZANTES (2000), reporta que cada cultivo que se cosecha y se extrae de la tierra se lleva consigo ciertas cantidades de alimento que tomo del suelo, si tal alimento no es devuelto el empobrecimiento de la fertilidad es notorio, la materia orgánica del suelo proviene de la descomposición de tejidos animales y vegetales, tales como residuos de cosecha, los abonos verdes y los abonos animales, y términos generales, la materia orgánica desempeña dos funciones importantes.

- a.- Actúa como almacén para los elementos nutritivos, pues los va liberando lentamente conforme las plantas van desarrollando, especialmente en tiempos calidos.
- b.- Mejora la estructura física, o sea, la facilidad del suelo para la labranza, lo cual se traduce en, fácil absorción del agua de lluvia, mejor capacidad de retención de agua, menor erosión de los suelos, menor formación de costras y terrones, mejores condiciones de germinación de semillas y mejor condición para el desarrollo y crecimiento de la raíz.

Los suelos constituyen uno de los factores más importantes en el equilibrio global de la biosfera, hacen posible el crecimiento de las plantas al suministrarles anclaje, agua y nutrientes y por ello la vida en el planeta en su forma actual.

PORTA, M. LÓPEZ ACEVEDO, C. ROQUERO. (1999), manifiestan que procesos como la erosión, la salinización, la contaminación, el deterioro de las propiedades físicas o la disminución de la fertilidad, pueden provocar la degradación de un territorio, la desaparición de una cultura. Un desarrollo verdadero debe basarse necesariamente en un uso de los suelos que evite su degradación, y en una cooperación multidisciplinaria. La vida y los medios de vida sobre la tierra, a nivel general, dependen de la capacidad de los suelos de producir.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental y se desarrolló en tres fases: campo, laboratorio y gabinete.

3.2 UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Proyecto de Enseñanza e Investigación Jardín Agrostológico – Propiedad de la Facultad de Agronomía-UNAP, ubicado en el caserío de Zungarococha a 45 minutos en ómnibus de la ciudad de Iquitos, cuyas coordenadas geográficas son:

- Latitud Sur : 3° 50' 6"
- Longitud Oeste: 73° 22' 6"
- Altitud : 122.4 m.s.n.m.

3.3 ECOLOGÍA

La zona en estudio presenta un clima de bosque húmedo tropical, con una temperatura media anual de 26 °C, una precipitación pluvial de 2,000 a 4,000 mm/año y una humedad relativa de 83%, (ONERN, 1991).

3.4 SUELO:

- SUELO

Según el estudio de suelo realizado por **Kauffman, S. et. al. (1998)**, para la zona de Iquitos, el presente trabajo de investigación está ubicado en una área de tierra firme, perteneciente al grupo III de los suelos Francos fuertemente lixiviados (Ferrosoles o Cambiosoles Ferralicos), el suelo también presenta un pH extremadamente ácido (1:1), el contenido de bases cambiables y la capacidad de retención de nutrientes muy bajos, y el porcentaje de saturación de Aluminio intercambiable permanece muy alto entre 75% y 100%.

Según los resultados del análisis de suelos del presente experimento, realizado en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria “La Molina”, reporta como un suelo de textura media, Franco arenoso, pH moderadamente ácido (DS- 017-2009-AG), porcentaje de saturación de bases alto (90,72%), acidez cambiante bajo (0,54 meq/100 g suelo).

▪ **VEGETACION**

El área donde se instaló el presente trabajo de investigación estaba cubierta por *Centrosema macrocarpum*, y algunas otras especies de malezas.

3.5 MATERIALES

- Wincha de 50 metros.
- Pala.
- Rastrillo
- Machete.
- Cámara fotográfica.
- Libreta de campo.
- Semillas botánicas.(Mucuna y Maíz)

3.6 PROCEDIMIENTOS

3.6.1 Muestreo de Suelo antes de la Instalación del Experimento

Antes de iniciar la preparación del área experimental, se realizó un muestreo del suelo (10 muestras) a una profundidad de (20 cm), luego se uniformizó las muestras y se tomó 1 Kg., el cual fue enviado al Laboratorio de suelos de la UNALM para su análisis respectivo.

3.6.2 Instalación del Experimento

PREPARACION DEL TERRENO

Antes de la instalación del trabajo experimental se procedió a eliminar la vegetación existente en el área, para ello se utilizó machetes, rastrillo y pala.

- **Parcelación del Terreno**

Para ello se contó con la ayuda del croquis del área, desarrollado con anterioridad en el gabinete.

- **Siembra**

DE LA MUCUNA (*Stylozobium deeringianum*)

Para la siembra de la fabácea “mucuna” *Stylozobium deeringianum*, se contó con semilla botánica, utilizando distanciamientos de 1.00 m x 1.00 m entre plantas y entre hileras, (2 semillas x golpe).

DEL MAIZ (*Zea mays* L.)

El maíz (*Zea mays* L.), se sembró después de la incorporación de la “mucuna” como abono verde; la misma que se realizó a los 30 días después, utilizando distanciamientos de 0.70 m x 0.70m entre plantas y entre hileras respectivamente.

- **Incorporación del abono verde (*Stylozobium deeringianum*)**

Una vez preparado el terreno se sembró la “mucuna”, *Stylozobium deeringianum*, la cual se desarrolló en las parcelas de los tratamientos en estudios y, cuando se observó que las plantas iniciaban la etapa de floración (7 meses después de la siembra), fue cortado al ras del suelo para ser incorporado como abono verde, tal como se describe a continuación:

- * A 0 cm de profundidad

Se procedió a cortar la planta de “mucuna” al ras del suelo (hojas y tallos), luego de ser picado con la ayuda de un machete, se dispersó sobre la superficie; para luego después de un período de 15 días se procedió a la siembra del maíz.

- * A 5 cm de profundidad

Como en el caso anterior, se repitió el mismo procedimiento, y se procedió a incorporar el abono verde al suelo a una profundidad de

5 cm en las parcelas de los bloques según el tratamiento correspondiente.

* A 10 cm de profundidad

En este caso, con la ayuda del azadón se removió el suelo hasta una profundidad de 10 cm, luego se incorporó el abono verde, tratando que este quede debajo de la tierra removida.

* A 15 cm de profundidad

Con la ayuda de un azadón se removió y luego se incorporó la mucuna picada (abono verde) al suelo, hasta alcanzar la profundidad deseada de 15 cm, para posteriormente realizar la siembra del maíz.

3.6.3 Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual a los 120 días después de la siembra, cuando las mazorcas alcanzaron la madurez fisiológica, con aproximadamente 14% de humedad del grano.

3.6.4 Evaluación del cultivo de maíz

3.6.4.1 Altura de planta

Esta variable se evaluó con la ayuda de una regla metrada, sobre el eje principal donde se encuentran insertadas las hojas y diversos complejos axilares, tomando como base el punto de inserción de las raíces hasta la base de la espiga de la planta, después de la floración.

3.6.4.2 Peso de 100 granos

Se tomaron cinco mazorcas de maíz por tratamiento, seleccionando la parte central para desgranar, luego se peso en una balanza digital los 100 granos por tratamiento para la obtención del peso correspondiente.

3.6.4.3 Rendimiento (kg/ha)

Para evaluar esta variable se ha tenido en cuenta la parcela neta (10 plantas/parcela) procediéndose a la cosecha de las mazorcas por tratamiento, para luego obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea

3.6.4.4 Muestreo del suelo

Después de la cosecha del cultivo de maíz, se procedió a tomar la muestra de suelo a una profundidad de 20 cm, tomando como base el tratamiento que ocupó el primer lugar en orden de mérito, (T1, a 0 cm de profundidad con abono) para el análisis respectivo.

3.7 METODOS

3.7.1 Diseño Experimental

Se empleó el Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cuatro (4) repeticiones y cinco (5) tratamientos.

3.7.2 Tratamientos en Estudio:

El presente estudio se comparó el aporte de la “mucuna” como abono verde al suelo, de un testigo (sin abono) sobre el comportamiento del cultivo de maíz.

Nº	Clave	Tratamientos en estudio (Testigo, Abono verde a diferentes profundidades)
01	T0	Testigo sin abono
02	T1	0 cm de profundidad con abono
03	T2	5 cm de profundidad con abono
04	T3	10 cm de profundidad con abono
05	T4	15 cm de profundidad con abono

3.7.3 Análisis de Variancia (ANVA)

El análisis de variancia tuvo las siguientes fuentes de variabilidad:

FV	GL
Bloque	$r - 1 = 4 - 1 = 3$
Tratamiento	$t - 1 = 5 - 1 = 4$
Error	$(r - 1)(t - 1) = 4 \times 3 = 12$
TOTAL	$rt - 1 = (4 \times 5) - 1 = 19$

Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + E_{ij}$$

- Y_{ij} = Observación cualquiera perteneciente a la j-esima repetición, bajo el i-esimo tratamiento
- μ = Efecto de la media general
- t_i = Efecto de i-esimo tratamiento
- B_j = Efecto de j-esima repetición o bloque.
- E_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental

3.7.4 Características del Área Experimental:

DE LA PARCELA

- N° de parcelas : 20
- Largo de las parcelas : 10 m
- Ancho de la parcelas : 2.5 m
- Área de la parcelas : 25 m²
- Ancho de calle entre parcelas : 1 m

DE LOS BLOQUES

- N° de Bloques : 4
- Ancho de calle entre bloques : 1 m

DEL AREA EXPERIMENTAL

- Largo : 43 m
- Ancho : 16.5 m
- Área total : 709.5 m²

3.7.5 De la fabácea

Stylobium deeringianum “mucuna” 1.00 m x 1.00 m

3.7.6 Del Maíz

Zea mayz L. “maíz” 0.70 m x 0.70 m

Variables en estudio

Variable Independiente (X)

X1 = Abono verde

Variable Dependiente (Y)

Y1 = Rendimiento del cultivo de maíz

Y2 = Propiedades físicas y químicas del suelo.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. ALTURA DE PLANTA:

Según el Cuadro N° 01 se reporta el análisis de varianza de la altura de planta (m) se observa alta diferencia estadística significativa para tratamientos, el coeficiente de variación fue de 1.16% lo cual indica confianza experimental para los resultados obtenidos.

CUADRO N° 01. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA (m)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloque	3	0.10	0.03	3.00	3.49	5.95
Tratamiento	4	0.77	0.19	19.00**	3.26	5.41
Error	12	0.16	0.01			
Total	19	1.03				

** Alta diferencia estadística significativa

CV = 1.16%

Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la Prueba de Duncan que se detalla en el Cuadro N° 02.

CUADRO N° 02. PRUEBA DE DUNCAN ALTURA DE PLANTA (m)

O.M.	Tratamientos		Promedio (m)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T1	0 cm.de profundidad	2.020	a
2	T2	5 cm.de profundidad	1.905	a
3	T4	15 cm.de profundidad	1.565	b
4	T0	Sin abono	1.565	b
5	T3	10 cm.de profundidad	1.552	b

* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Según el Cuadro N° 02, se observa dos (02) grupos homogéneos estadísticamente, donde T1 (0 cm de profundidad), y el T2 (5 cm de profundidad), ocuparon el 1° y 2° lugar del orden de mérito, con promedios de 2.020 y 1.905 m, siendo estadísticamente iguales entre sí, pero superior a los demás tratamientos, donde T3 (10 cm de profundidad), ocupó el último lugar del orden de mérito (O.M.) con promedio de 1.552 m. de altura de planta.

4.2. PESO DE 100 GRANOS

En el Cuadro N° 03 se indica el análisis de varianza del peso de 100 granos de maíz, se observa alta diferencia estadística para tratamientos, el coeficiente de variación de 4.01% indica confianza experimental de los resultados obtenidos.

CUADRO N° 03. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO DE 100 GRANOS (gr.)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloque	3	6.95	2.32	2.02	3.49	5.95
Tratamiento	4	193.00	48.25	41.96**	3.26	5.41
Error	12	13.80	1.15			
Total	19	213.75				

** Alta diferencia estadística significativa

CV= 4.01%

Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la Prueba de Duncan que se indica en el Cuadro 04.

CUADRO N° 04. PRUEBA DE DUNCAN DEL PESO 100 GRANOS (gr.)

O.M.	Tratamientos		Promedio (gr.)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T1	0 cm.de profundidad	31.50	a
2	T2	5 cm.de profundidad	28.75	b
3	T3	10 cm.de profundidad	26.50	c
4	T4	15 cm.de profundidad	24.00	d
5	T0	Sin abono	23.00	d

* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

Según el Cuadro N° 04, se aprecia que T1 (0 cm de profundidad, con abono verde) ocupa el 1° lugar del orden de mérito, con promedio de 31.50 gr., superando estadísticamente a los demás tratamientos donde T0 (sin abono) ocupó el último lugar con promedio de 23.00 gr., respectivamente.

4.3. RENDIMIENTO POR HECTAREA.

En el Cuadro N° 05 se indica el análisis de varianza del rendimiento (kg/ha) se observa alta diferencia estadística para tratamientos, el coeficiente de variación de 14.17% indica confianza experimental de los resultados obtenidos.

CUADRO N° 05. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (kg/ha)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloque	3	5336.40	1778.80	0.21	3.49	5.95
Tratamiento	4	827652.20	206913.05	24.87**	3.26	5.41
Error	12	99838.60	8319.88			
Total	19	980887.20				

** Alta diferencia estadística significativa

CV= 14.17%

Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la Prueba de Duncan que se indica en el Cuadro N° 06.

CUADRO N° 06. PRUEBA DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO (kg./ha)

O.M.	Tratamientos		Promedio (kg./ha)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T1	0 cm.de profundidad	940.25	a
2	T2	5 cm.de profundidad	778.25	b
3	T3	10 cm.de profundidad	661.25	b
4	T4	15 cm.de profundidad	428.00	c
5	T0	Sin abono	411.25	c

* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente

Según el Cuadro N° 06, se aprecia que T1 (0 cm de profundidad), ocupa el 1° lugar del orden de mérito (O.M.) con promedio de 940.25 kg/ha superando estadísticamente a los demás tratamientos donde T0 (sin abono) ocupa el último lugar con promedio de 411.25 kg/ha.

4.4 ANALISIS DEL SUELO ANTES DE LA SIEMBRA DEL EXPERIMENTO

Los resultados del análisis del suelo antes de la siembra, reportaron los siguientes resultados, según el Cuadro N° 07; Suelo Franco arenoso, no presenta problemas de salinidad, sin problemas de acidez, pH moderadamente ácido (D.S. N° 017- 2009-AG), contenido de materia orgánica medio, Fósforo y Potasio disponible alto, baja Capacidad de Intercambio Catiónico. Asimismo, se observa que la relación Ca:Mg es normal; la relación K:Mg es normal.

CUADRO N° 07. Resultados del Análisis del Suelo antes de la siembra del abono

<i>Análisis mecánico</i>		
Conductividad eléctrica	:	0,11 dS/m
Arena	:	61%
Limo	:	27%
Arcilla	:	16%
Clase Textural	:	Franco arenoso
pH	:	Moderadamente ácido
CaCO ₃	:	0,0%
Materia orgánica	:	Medio
P	:	23,4 ppm
K	:	295 ppm
<i>Cationes cambiables</i>		
CIC	:	9,70 meq/100g
Ca ²⁺	:	6,47 meq/100g
Mg ²⁺	:	1,48 meq/100g
K ⁺	:	0,62 meq/100g
Na ⁺	:	0,23 meq/100g
Al + H	:	0,54 meq/100g

FUENTE: Análisis realizado en el Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria –La Molina.

4.5 ANALISIS DEL SUELO DESPUES DEL EXPERIMENTO

Los resultados del análisis del suelo después del experimento se presentan en Cuadro N° 08, en donde se observa ciertas variaciones principalmente en el contenido de pH (4,65) muy fuertemente ácido (D.S. N° 017- 2009-AG), que es relativamente menor comparado con el análisis al inicio del experimento, contenido de materia orgánica medio (3,2%), contenido de Fósforo y Potasio disponible alto (16,8 ppm y 320 ppm respectivamente), Capacidad de intercambio Catiónico bajo y con ligera acidez cambiabile.

CUADRO N° 08. Resultados del Análisis del Suelo después del experimento

Análisis mecánico

Conductividad eléctrica	:	0,16 dS/m	
Arena	:	57%	
Limo	:	24%	
Arcilla	:	19%	
Clase Textural	:		Franco arenoso
pH	:	4,65	Muy Fuertemente ácido
CaCO ₃	:	0,0%	
Materia orgánica	:	3,2%	Medio
P	:	16,8 ppm	Alto
K	:	320 ppm	Alto

Cationes cambiables

CIC	:	11,5 meq/100g	Bajo
Ca ²⁺	:	2,01 meq/100g	Muy bajo
Mg ²⁺	:	1,21 meq/100g	Muy bajo
K ⁺	:	0,65 meq/100g	Muy bajo
Na ⁺	:	0,23 meq/100g	Muy bajo
Al + H	:	1,80 meq/100g	Ligera acidez cambiabile

FUENTE: Análisis realizado en el Laboratorio de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria –La Molina.

4.6 PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE (*Stylobium deeringianum*) “MUCUNA”.

4.6.1 Biomasa a la Prefloración

En el presente trabajo de investigación el promedio de la producción de biomasa fresca y seca respectivamente del (*Stylobium deeringianum*) fue de 902.4 kg/m². y 172 g/m² .

CAPITULO V

DISCUSIÓN

1. Según los resultados obtenidos en el presente experimento, se puede manifestar que en altura de planta el tratamiento T1 (0 cm de profundidad con abono verde) presentó el mejor promedio con 2.020 m, siendo estadísticamente mayor que los demás tratamientos (T2, T4, T0 y T3 respectivamente), dicho resultado se debe que la materia orgánica va liberando paulatinamente los nutrientes principalmente nitrógeno, elemento importante en la etapa vegetativa del cultivo, según el incremento de la materia orgánica (3,2%) observada en los análisis de suelos realizados antes y después del experimento; la misma que es base de la fertilidad del suelo entendida en su expresión más alta que radica en la materia orgánica y su transformación en humus, (www.ciedperu.org/bae/b64c.htm). Por otro lado, el nitrógeno asimilable sólo aumentará en el suelo si se añade material fácilmente descomponible rico en nitrógeno (relación C/N baja), tal como las plantas jóvenes. De donde se deduce que el efecto de un abono verde depende del estado de desarrollo en que se halle cuando se lo entierra. Asimismo, el aporte de abonos verdes, junto a rotaciones y manejo de residuos de cosecha, a los que se le suma el estiércol animal, han logrado recuperaciones de suelos que ninguno de ellos podrían haber logrado por si sola. (www.producción.com.ar/2002).
2. Con respecto al de peso de 100 granos de maíz el mejor peso promedio lo obtuvo el T1 (0 cm de profundidad con abono) con 31.50 gramos respectivamente, la respuesta positiva de esta variable es sin lugar a duda a que la planta de “mucuna” una vez incorporada al suelo como abono verde se va descomponiendo lentamente por fenómenos ambientales y microbiológicos del suelo, al mismo tiempo va liberando sustancias que sirve como alimento al cultivo, el cual tiene una acción directa sobre la productividad del cultivo, reflejándose en una mejor calidad de granos (Merayo, A. 2007), (Brack, W. 1994).

3. En cuanto al rendimiento de grano del maíz, en kilogramos por hectárea, el mejor promedio lo obtuvo el T1 (0 cm de profundidad con abono) con 940.25 kg/ha, y en último lugar el T0 (testigo sin abono) con 411.25 kg/ha, esto nos indica la respuesta del cultivo al nivel de profundidad que fue incorporado el abono verde “mucuna”, donde superficialmente tubo mejor respuesta; indicando que las leguminosas rastreras como el Kudzu, la Mucuna, el Centrocema, etc, aceleran la regeneración del suelo, por el rápido aporte de la materia orgánica y nitrógeno; la materia orgánica, mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que trae consigo beneficios significativos en el rendimiento de los cultivos, **(Brack, W. 1994; Merayo, A. 2007; Risto, K y Flores, S. 1998).**
4. Asimismo, podemos manifestar sobre el rendimiento del cultivo en los diferentes tratamientos estudiados, (sin abono a 0 cm, con abono a 0 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm de profundidad respectivamente), donde el tratamiento T1, obtiene el mayor rendimiento. Sin embargo, observamos que este rendimiento es bajo, ya que el maíz es un cultivo exigente en nutrientes esenciales debido a las limitaciones de las características físicas y químicas y a las condiciones ambientales del suelo y más aún si se trata de un suelo de “tierra firme” donde existen problemas de acidez y disponibilidad de nutrientes. Con este resultado obtenido en el tratamiento T1, pudiéramos manifestar que se podría trabajar en suelos de la amazonia, sin alterar el ambiente, en ecosistemas manejando adecuadamente los cultivos con tecnologías de bajos insumos, **(Yalta y Manrique, 2007).**
5. Según los resultados de los análisis del suelo, antes y después del experimento, podemos manifestar que muestran variaciones en las características químicas, principalmente en el tratamiento (T1) en el que se obtuvo mejor resultado, donde las concentraciones de materia orgánica se incrementa de (2,7% a 3,2%), debido a la incorporación de la aplicación de la “mucuna” y su rápida descomposición de esta como consecuencia de los factores ambientales que actúan libremente sobre el abono verde.

6. En cuanto a la acidez cambiante este muestra una ligera disminución (5,8 a 4,65) debido a la aumento de iones H^+ y Al^{+++} en la solución del suelo desplazando a los iones de Ca^{++} y Mg^{++} de la superficie de cambio de los coloides. Asimismo, podemos indicar que el descenso del pH también se debe a la influencia de la acidez producida por la descomposición de la materia orgánica, principalmente a la liberación de ácidos fúlicos y húmicos.
7. Con respecto al Fósforo disponible existe una ligera disminución (23,4 ppm a 16,8 ppm) debido a la absorción de este nutriente por la planta, y probablemente la disminución se deba a la formación de fosfatos de aluminio que se va favorecido por la disminución del pH.
8. El Potasio disponible se incrementó de 295 ppm a 320 ppm, como consecuencia del aporte del abono verde aplicado al suelo, ya que es un elemento de fácil liberación y de alta movilidad.
9. La CIC se incrementó de 9,7 a 11,5 meq/100 g de suelo, debido a la formación de la materia orgánica en colide orgánico (humus).
10. En cuanto al Ca^{++} y Mg^{++} cambiante, se observa un descenso considerable de calcio de 6,47 a 2,01 meq/100 g de suelo, probablemente se deba al desplazamiento de estos iones por el aumento de los iones de H^+ y Al^{+++} además, parte de ello ha sido aprovechado por la planta y perdida por lixiviación.
11. El K^+ cambiante muestra un ligero incremento de 0,62 a 0,65 meq/100 g de suelo, debido a la liberación del abono verde y a la mineralización de la materia orgánica. Asimismo, el Na^+ cambiante no muestra ninguna variación. Por lo que es importante manifestar, que es significativo el efecto de concentrar nutrientes en la superficie del suelo, evitando la pérdida por lixiviación de los mismos.
(www.producción.com.ar/2002).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Analizando los datos obtenidos del presente trabajo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1. Se observa diferencias altamente significativas en cuanto a la altura de planta de maíz entre los tratamientos en estudio, con la incorporación del abono verde de “mucuna” *Stylobium deeringianum*, siendo el T1 (0 cm de profundidad con abono) y T2 (5 cm de profundidad con abono), que alcanzaron la mayor altura de planta con 2,020 m, y 1.905m, mientras que el T3 (10 cm de profundidad) mostró la menor altura con 1,552 m, siendo estadísticamente altamente significativo entre los tratamientos en estudio.
2. En cuanto al peso de 100 granos los mejores promedios lo obtuvieron los tratamientos T1 (0 cm de profundidad con abono) y T2 (5 cm de profundidad con abono), con 31.50 gramos y 28.75 gramos respectivamente, mientras que el último lugar lo ocupa el T0 (sin abono) con 23.00 gramos.
3. En cuanto al rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, en tratamiento T1 con aplicación de abono verde sobre la superficie del terreno, se ha encontrado los mejores rendimientos (940,25 kg/ha) respecto a los demás, observándose efectos significativos sobre el tratamiento T0 (sin abono verde) de “mucuna” *Stylobium deeringianum*, que mostró rendimientos de 411, 25 kg/ha.
4. Al realizar el análisis del suelo al final del experimento, se observa un incremento en el contenido de materia orgánica, Potasio y la Capacidad de Intercambio Catiónico, lo que indica una mejora en la calidad del suelo en el tratamiento T1 (incorporación de abono verde sobre la superficie), en contraste con el T0 (sin abono verde).
5. Existe un aceptable resultado de biomasa verde y materia seca de la “mucuna” (*Stylobium deeringianum*) en las condiciones de clima y suelo donde se desarrolló

el experimento, obteniéndose resultados de 902.4 kg/m². y 172 g/m². respectivamente, el cual puede utilizarse como abono verde para mejoramiento de suelos.

6. La aplicación de fabáceas como abono verde, mejora significativamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

1. Utilizar el T1 (0 cm de profundidad con abono verde) y T2 (5 cm de profundidad con abono), por ser el tratamiento que obtuvo los mejores rendimientos en todas las variables estudiadas del presente ensayo experimental.
2. Realizar trabajos de investigación similares utilizando fabáceas de tipo herbáceo, empleando los mismos métodos de aplicación del abono verde al suelo, en un tiempo más prolongado, para determinar su efecto como especie mejoradora de la calidad del suelo y su relación con el rendimiento de los cultivos.
3. Emplear como abono verde la “mucuna” *Stylobium deeringianum*, para mejorar las características físicas, químicas y biológicas de un suelo degradado, como alternativa de manejo, y de esta forma ayudar al agricultor a recuperar la fertilidad de su parcela; además ahorra mano de obra en mantenimiento (limpieza de malezas) y contribuye al establecimiento del agricultor, por más tiempo en su respectiva parcela.
4. Realizar análisis de suelos en todos los tratamientos en estudio, que se desarrollen posteriormente utilizando *Stylobium deeringianum* “mucuna” para determinar la variación de la calidad del suelo.

CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **AGROFORESTERIA EN LAS AMERICAS. 1994.**
2. **AGRUCO. 1999.** Enfoque agroecológico y la inclusión de la Agroforestería, el aumento de las prácticas de conservación de suelos.
3. **ASOCIACIÓN DE AGRICULTURA AGROECOLÓGICA-PUERTO MALDONADO-PERÚ. 1996.**
4. **BRACK, W. 1996.** Experiencias Agroforestales Exitosas en la Cuenca Amazónica – tca .
5. **BUOL, et. al. 1988.** Génesis y clasificación de los suelos. Edición. Trilles. México. Pág. 417
6. **BOHN, H.L. 1993.** Química de suelos. Edición. Trilles. México.
7. **DECRETO SUPREMO N° 017-2009-AG.** Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor. Presidencia de la República del Perú. Publicado el 1 de Setiembre del 2009.
8. **FASSBENDER, H. 1987.** Química de los suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Servicio Editorial IICA. San José de Costa Rica. 420 p.
9. **FLORES, P. S. 1997.** Caracterización y clasificación de algunos suelos del Bosque Amazónico Peruano-Iquitos. Universidad de Costa Rica – Centro Agronómico de investigación y enseñanza, Tesis Mag Sci. Turrialba, Costa Rica, Pág. 94.
10. **GROS, A. 1986.** Abonos. Guía práctica de la fertilización. Editorial Mundi. Madrid – España. Pág. 356.

11. **HINRICH, L. 1993.** Química del Suelo. Editorial Linasa. México, España, Argentina, Colombia, Costa Rica. 370 p.
12. **HONORATO, P. 2001.** Manual de Edafología 4ta Edición, México 267 p.
13. **KAUFFMAN, et. al. 1998.** Solgroph a soil And climatic datos presentation and assesrincert program, International soil reference as information centes. Boletín técnico N° 25 Holand. 26 pag.
14. **LÓPEZ. 1997.** Rendimiento de híbridos de maíz según dos estrategias de manejo de malezas. CATIE.
15. **MANRIQUE. 1988.** El Maíz en el Perú. Banco Agrario. Fondo de Libro. Technology & Engineering. 50 años de Programa Cooperativo de Investigación de Maíz. 344 pag.
16. **MANUAL AGROPECUARIO. 2002.** Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá-Colombia. 1191 p.
17. **MANUAL DE FERTILIZANTES. 2000.** Agencia Para el Desarrollo Internacional. Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores, Balderas México, D.F.
18. **MANUAL PARA EL EXTENSIONISTA. 1997.** Tratado de Cooperación Amazonica-tca, Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos, Lima-Enero.
19. **MERAYO, A. 2007.** Ficha Técnica, Unidad de Fitoproteccion CATIE. Dirección actual: Bayer, San José, Costa Rica.
20. **MUÑOZ G. y FERNÁNDEZ, G. 1993.** Descriptores varietales: arroz, frejol, maíz, sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Publicación CIAT, Cali, Colombia, 177 p.
21. **PLASTER, E. 2000.** La Ciencia del Suelo y su Manejo. Editorial Paraninfo, España. 419 p.

22. **PORTA J., M. LÓPEZ Y C. ROQUERO. 1999.** Edafología Para la Agricultura y el Medio Ambiente, 2da Edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.
23. **RASANEN, M. 1993.** La Historia y Geología de la Amazonia Peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano sub Andino, Proyecto Amazonas. Universidad de Turku. ONERN. Jyvaskyla, Finlandia, 43 - 67 pág.
24. **RÍOS, K. 2000.** Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. CIPAV. Carrera 35A Oeste # 3 - 66, A.A. 20591. Cali, Colombia.
25. **RISTO, K. y FLORES, S. 1998.** Geoecología y Desarrollo Amazónico, Estudio Integrado en la Zona de Iquitos. Turun Yliopisto-Turku.
26. **RODRÍGUEZ, et. al. 1991.** Los suelos del área inundable de la Amazonia Peruana. Limitaciones y estrategias para una investigación. Folia Amazónica. IIAP. Vol. 2. Pag. 11 – 29.
27. **SÁNCHEZ, P. 1993.** Suelos del trópico. Características y manejo. Edición HCA. San José Costa Rica. Pág. 467.
28. **TAMHANE y MOTIRAMANI. 1979.** Suelos, su Química y Fertilidad en zonas Tropicales. Editorial. Diana. México. 483 p.
29. **TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA – SECRETARIA PRO TEMPORE. 1997.** Brasil.
30. **YALTA, V., R. y MANRIQUE, J.A. 2007.** “Comportamiento de las características físicas y químicas de un suelo de tierra firme con incorporación de compost de guaba (*Inga edulis*) en rotación de cultivos en callejones- Zungarococha-Iquitos.
31. **ZAVALETA, A. 1992.** Edafología. CONCYTEC. Lima – Perú. Pág. 223.
32. (www.ciedperu.org/bae/b64c.htm.) **2000.**

33. <http://teca.fao.org/read/3645> (1998)
34. www.produccion.com.ar/2002/02dic_03.htm

CAPITULO IX

ANEXO N° 1

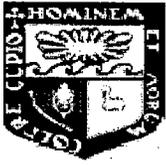
MATRIZ DE CONSISTENCIA

“USO DEL *Styrolobium deeringianum* (Mucuna) COMO ABONO VERDE, INCORPORADO A UN SUELO DE BOSQUE SECUNDARIO UTILIZANDO COMO INDICADOR AL *Zea mayz* (Maíz), EN ZUNGAROCOCHA”.

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>General: En qué medida la incorporación del Abono Verde de <i>Styrolobium deeringianum</i> mejora las propiedades físicas y químicas de un bosque secundario y, el rendimiento productivo del <i>Zea mayz</i> en Zungarococha.</p> <p>Específicos: 1. El Abono verde de <i>Styrolobium deeringianum</i>, mejorara las propiedades físicas, químicas del suelo.</p>	<p>General Evaluar al (mucuna) <i>Styrolobium deeringianum</i>, utilizado como abono verde en un bosque secundario y como indicador el rendimiento del Maíz en Zungarococha</p> <p>Específicos a.- Comparar la especie de fabacea</p>	<p>GENERAL La incorporación de la Mucuna, como abono verde al momento de la floración en un bosque secundario mejora los rendimientos del maíz en Zungaro cocha – Iquitos.</p> <p>Específicos a.- Aplicando Mucuna como abono verde se mejora el rendimiento del maíz en Zungarococha-Iquitos.</p>	<p>a.- Variable Independiente X X1 Incorporación de abono verde de Mucuna.</p> <p>b.- Variable Dependiente Y Y1 : Altura de planta de maíz. Y2 : Peso de 100 granos de maíz. Y3 : Rendimiento del cultivo de maíz. Y4 : Propiedades Físicas y Química del suelo.</p> <p>X1 : Incorporación de Abono Verde. X11: Incorporación de abono verde de Mucuna. Y1 : Rendimiento del cultivo.</p>	<p>Indicadores para la variabilidad independiente X X1 Abono verde de mucuna.</p> <p>Indicadores para la variabilidad dependiente Y Y1: Rendimiento del cultivo. Y11 : Altura de planta. Y12 : Peso de 100 granos. Y13: Rendimiento del maíz/hectárea: Y2 : Propiedades Físicas del suelo</p>

<p>2. El rendimiento del Zea mayz, utilizado como indicador en el presente estudio será optimo.</p> <p>3. El sistema empleado en el presente trabajo será una alternativa de manejo de estos suelos secundarios de forma ecológica,</p>	<p>incorporada al suelo al momento de la floración, como abono verde, y su efecto sobre las características físicas-químicas del suelo.</p> <p>b.- Evaluar el rendimiento del maíz utilizando como abono verde a la mucuna (Stylobium deeringianum)</p> <p>c.- Determinar la rentabilidad del sistema de producción.</p>	<p>b.- Aplicando esta técnica de manejo en un bosque secundario se mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo en Zungarococha-Iquitos.</p>	<p>Y11 : Altura de planta. Y12 : Peso de 100 granos. Y13 : Rendimiento del maíz/hectárea.</p> <p>Y2 : Propiedades Físicas del suelo. Y21 : Estructura. Y22 : Densidad aparente. Y23 : % de Humedad del suelo. Y24 : Porosidad. Y25 : Textura</p> <p>Y3 : Propiedades Químicas del suelo. Y31 : C.O Y32 : N Total/Ha. Y33 : ppm P Total/Ha. Y34 : Kg. K Total/Ha. Y35 : C.I.C. Y36 : Acidez cambiabile.</p>	<p>Y21 : Número gr/cm3 Y22 : % (valor porcentual) Y23 : % (valor porcentual) Y24 : Grado, Tipo y Forma Y25 : Clase Textural (%arena, % clima, % arcilla)</p> <p>Y3 : Propiedades Químicas del suelo. Y31 : Valor porcentual C.O Y32 : Valor porcentual N total Y33 : Número ppm P Total Y34 : Cantidad Kg K Total/Ka Y35 : Moles H/lt. solución Y36 : Número de meq/100 gr. suelo</p>
---	--	--	---	--

ANEXO N° 03
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO ANTES DE LA
SIEMBRA DEL ABONO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION



Solicitante : RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ

Departamento : LORETO

Distrito : IQUITOS

Referencia : H.R. 16980-071C-10

Bolt : 2569

Provincia : MAYNAS

Predio :

Fecha : 10-12-2010

Número de Muestra		C.E.					Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cambiabiles					Suma de Bases	% Saturación de Bases	
Lab	Campo	pH (1:1)	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textural		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
		(1:1) dS/m	%	%	ppm	ppm	%	%	%			me/100g							
6573	Jardín Agrostológico, Prof. 10-20 cm.	4.65	0.16	0.00	3.2	16.8	320	57	24	19	Fr.A.	11.5	2.01	1.21	0.65	0.23	1.80	4.1	35.65

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr.L. = franco limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = franco arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar. = Arcilloso

ANEXO N° 04

**RESULTADOS DEL ANALISIS DEL SUELO DESPUES DEL
EXPERIMENTO**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION



Solicitante : RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ

Departamento : LORETO

Distrito : IQUITOS

Referencia : H.R. 27950-096C-10

Bolt.: 3079

Provincia : MAYNAS

Predio :

Fecha : 23/02/2010

Número de Muestra		C.E.		Análisis Mecánico							Clase	CIC	Cambiables					Suma de Bases	% Saturación de Bases
Lab	Campo	pH (1:1)	(1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textural	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
												me/100g							
6573	Jardín Agrostológico, Prof. 10-20 cm.	5.8	0.11	0.00	2.7	23.4	295	61	27	16	Fr.A.	9.70	6.47	1.48	0.62	0.23	0.54	8.8	90.72

A = arena ; A.Fr. = arena franca ; Fr.A. = franco arenoso ; Fr.L. = franco limoso ; L = limoso ; Fr.Ar.A. = franco arcillo arenoso ; Fr.Ar. = franco arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco arcillo limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = arcillo limoso ; Ar. = Arcilloso

ANEXO N° 05

CALENDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

Actividades	Fechas
Preparación del terreno	1/5 -01-2010 (5 días)
Siembra de la Mucuna	8/9 -01-2010 (2 días)
Germinación de la Mucuna	12/14 -01-2010 (3 días)
Cobertura 85% Mucuna	18/20-02-2010 (3 días)
Cobertura 95% Mucuna	18/20-03-2010 (3 días)
Corte e incorporación de la Mucuna como abono verde	25/26-08-2010 (2 días)
Siembra del maíz M-28	30-08-2010 (01 día)
Germinación 80% del maíz M-28	30/02-09-2010 (4 días)
Raleo (2ptas. x golpe)	08-09-2010 (01 día)
Floreación del maíz	30-10-2010
Maíz duro (seco)	20-11-2010
Tabulación de datos (gabinete)	01/30-12-2010

ANEXO N° 06

COSTO DE INSTALACIÓN DE 1 HA DE MUCUNA EN MONTE SECUNDARIO

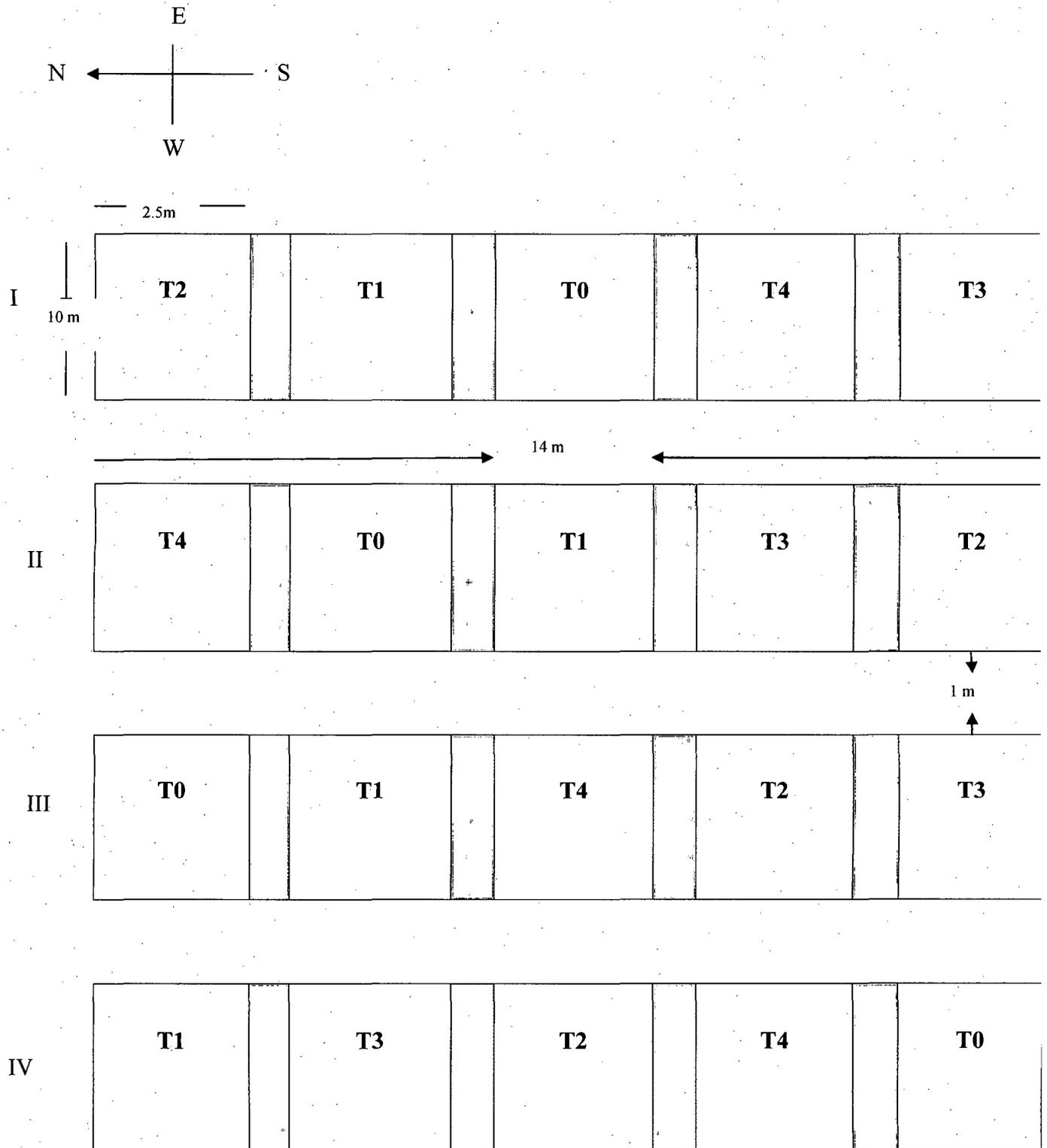
ACTIVIDADES	JORNADAS	COSTO UNITARIO S/.	TOTAL
Limpieza del terreno	10 Jornadas	15	150.00
Compra de semilla Botánica	10 kg	5	50.00
Siembra	4 jornales	15	60.00
Incorporación del abono	2 jornales	15	30.00
			S/. 290.00
Materiales			
Machetes	5 unidades	8	40.00
			S/. 330.00

RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE MAIZ: (Costo por kg del maiz S/ 1.00)

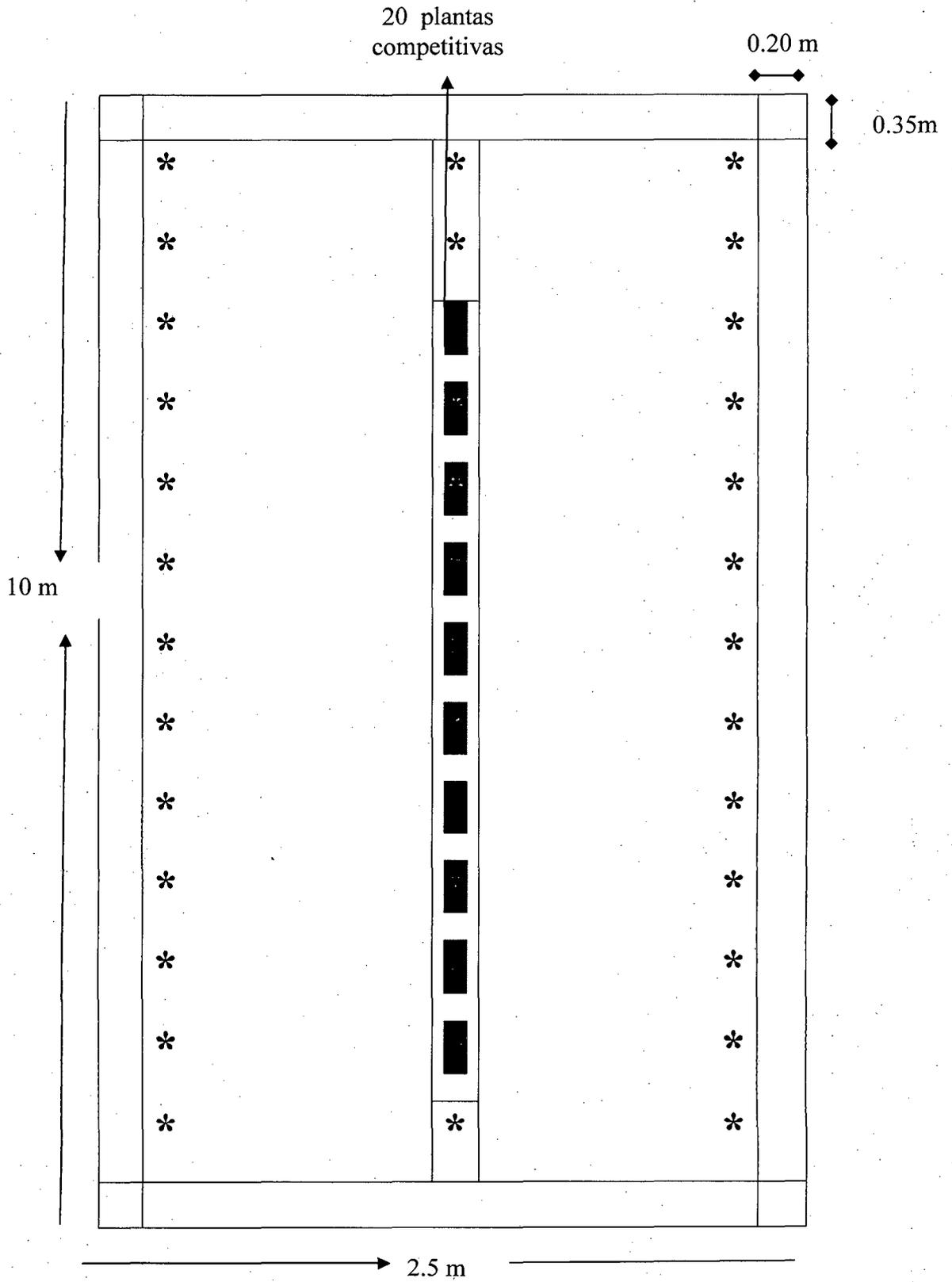
Tratamiento	Kg/Ha	S/.	Inst. A. Verde	Rentabilidad (S/.)
T1	940.25	940.25	330.00	610.25
T2	778.25	778.25	330.00	448.25
T3	661.25	661.25	330.00	331.25
T4	428.00	428.00	330.00	98.00
T0	411.25	411.25	330.00	81.25

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO N° 07
CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



ANEXO N° 08
CARACTERISTICAS DE LAS PARCELAS



ANEXO N° 09
DATOS ORIGINALES

9.1 ALTURA DE PLANTA (m.)

BLOQUE	TRATAMIENTOS						
	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	\bar{X}
I	1.60	2.20	2.10	1.50	1.60	9.0	1.80
II	1.50	1.80	1.77	1.68	1.50	8.25	1.65
III	1.70	1.98	1.95	1.63	1.70	8.96	1.792
IV	1.46	2.10	1.80	1.48	1.46	8.3	1.66
T	6.26	8.08	7.62	6.29	6.26	34.51	6.902
\bar{X}	1.565	2.02	1.905	1.5725	1.565	8.6275	1.7255

9.2 PESO DE 100 GRANOS (gr.)

BLOQUE	TRATAMIENTOS						
	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	\bar{X}
I	0.23	0.31	0.29	0.26	0.26	1.35	0.27
II	0.23	0.31	0.29	0.27	0.24	1.34	0.268
III	0.21	0.31	0.29	0.26	0.22	1.29	0.258
IV	0.25	0.33	0.28	0.27	0.24	1.37	0.274
T	0.92	1.26	1.15	1.06	0.96	5.35	1.07
\bar{X}	0.23	0.315	0.2875	0.265	0.24	1.3375	0.2675

9.3 RENDIMIENTO DE GRANO EN kg/ha/tratamiento

BLOQUE	TRATAMIENTOS						
	T0	T1	T2	T3	T4	TOTAL	\bar{X}
I	450	1090	780	645	380	3.345	669.00
II	505	933	885	525	382	3.230	646.00
III	395	868	678	655	580	3.176	635.20
IV	295	870	770	820	370	3.125	625.00
T	1.645	3.761	3.113	2.645	1.712	12.876	2,575.2
\bar{X}	411.25	940.25	778.25	661.25	428	643.80	643.80

ANEXO N° 10. FOTOS DEL EXPERIMENTO



Foto N° 01.- Preparación del campo experimental.



Foto N° 02.- Vista del campo experimental con *Styzolobium deeringianum*.



Foto N° 03.- Vista del campo experimental.

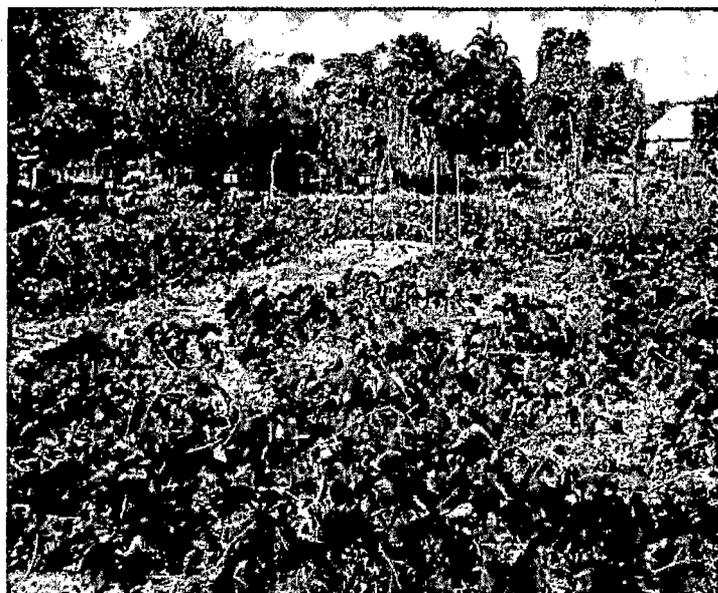


Foto N° 04.- Campo experimental con los tratamientos en estudio.



Foto N° 05.- Vista del tratamiento T1 (con abono verde)



Foto N° 06.- Vista del tratamiento T3 (con abono verde)

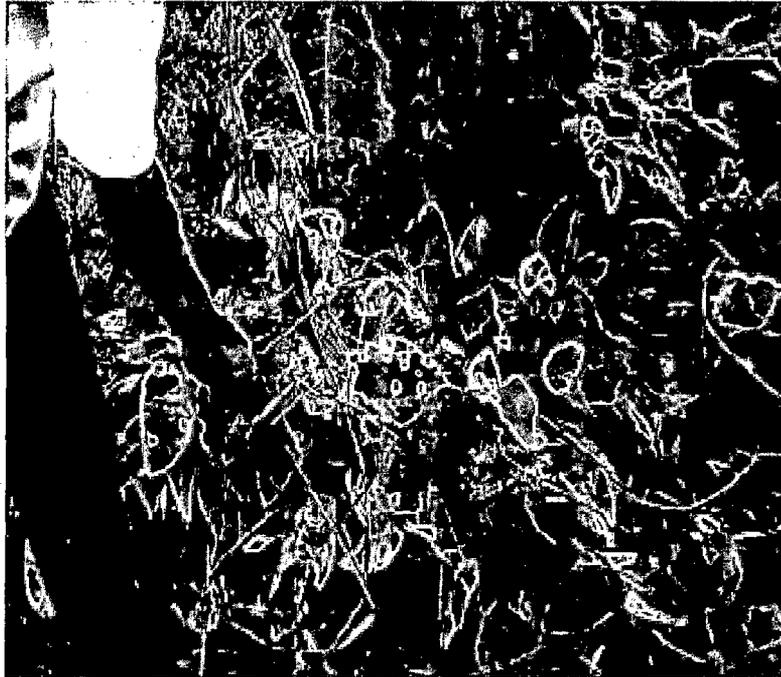


Foto N° 07: Toma de muestra de material fresco del (*Styzolobium deeringianum*) en la época de prefloración.