

T
631.874
Ch31U

**NO SALE A
DOMICILIO**



UNAP

ESCUELA DE POST GRADO

DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

TESIS

**“Utilización de abono verde (*Stylobium deeringianum*) en la
recuperación de un suelo secundario, en la carretera Iquitos –
Nauta”**

Autor:

RAFAEL CHÁVEZ VÁSQUEZ

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ambiente y Desarrollo Sostenible

Asesor:

Dr. JULIO ABEL SOPLIN RÍOS

Iquitos – Perú

2013

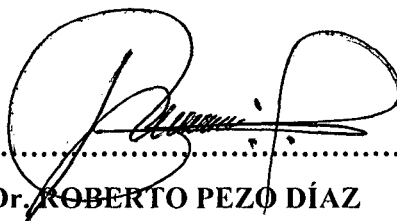
DONADO POR:
RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ
Iquitos: 25 de 09 de 2013



0028

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
DOCTORADO EN AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

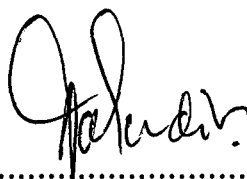
Tesis presentada en sustentación pública el día 11 de junio del 2013; por el Jurado AD-
HOC nombrado por la Escuela de Postgrado -UNAP



.....

Dr. ROBERTO PEZO DÍAZ

Presidente



.....

Dr. ABRAHAM CABUDIVO MOENA

Miembro



.....

Dr. RONALD TELLO FERNÁNDEZ

Miembro



.....

Dr. JULIO ABEL SOPLIN RÍOS

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 mi hermana Enith, con mucho amor y cariño por el apoyo económico y moral durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, a mi hermana Gladys, por sus consejos y aliento durante el desarrollo del trabajo.
- Con mucho amor y cariño a mis hijos Janet, Wolf, Diego y Camila 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 del Doctorado en Ambiente y Desarrollo Sostenible.

AGRADECIMIENTO

- Un agradecimiento especial al Dr. Julio Abel Soplín Ríos, 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, Dr. Roberto Pezo Díaz, Presidente; Dr. Abrahan Cabudivo Moena, Miembro; Dr. Ronald Tello Fernández, Miembro; por sus acertadas observaciones en mejoras del presente trabajo de investigación, gracias.

ASHII EMKATAJUM UKUNUN JUA KAINPA

“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

	Pág.
I. Introducción	10
1. Identificación y formulación del proyecto	12
2. Justificación de la investigación	12
3. Objetivos	14
3.1. General	14
3.2 Específicos	14
4. Hipótesis	14
5. Variables	14
6. Indicadores e índices	15
II. Antecedentes	18
III. Metodología	42
3.1. Tipo de investigación	42
3.2 Diseño de la Investigación	42
3.3 Población y Muestra	42
3.4 Ubicación, ecología, datos meteorológico, clima y suelo	43
3.5 Materiales	44
3.6 Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.	45
3.7 Procesamiento de la información	50
IV. Resultados	52
V. Discusión	65
VI. Conclusiones	69
VII. Recomendaciones	71
VIII. Referencias Bibliográficas	72
IX. Anexos	76

ÍNDICE DE CUADROS

Nº ANALIS DE VARIANZA:	Pág.
01. ANVA altura de planta del cultivo de maíz (m)	52
02. Prueba de DUNCAN altura de planta del maíz (m)	53
03. ANVA peso 1000 granos del cultivo de maíz (gr)	54
04. Prueba de DUNCAN peso 1000 granos del maíz (gr)	54
05. ANVA rendimiento de grano del cultivo de maíz (kg/ha)	56
06. Prueba de DUNCAN rendimiento de grano del maíz (kg/ha)	56
07. ANVA altura de planta del cultivo de arroz (m)	57
08. Prueba de DUNCAN altura de planta del arroz (m)	58
09. ANVA peso 1000 granos del cultivo de arroz (gr)	59
10. Prueba de DUNCAN peso 1000 granos del arroz (gr)	60
11. ANVA rendimiento de grano cultivo de arroz (kg/ha)	61
12. Prueba de DUNCAN rendimiento de grano del arroz (kg/ha)	61
13. Rentabilidad del cultivo de maíz	62
14. Rentabilidad del cultivo de arroz	63
15. Análisis de suelo antes y después de la instalación de los cultivo	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº GRAFICOS:	Pág.
01. Altura de planta del cultivo de maíz (m)	53
02. Peso 1000 granos del cultivo de maíz (gr)	55
03. Rendimiento de grano del cultivo de maíz (kg/ha)	57
04. Altura de planta del cultivo de arroz (m)	58
05. Peso 1000 granos del cultivo de arroz (g)	60
06. Rendimiento de grano del arroz (kg/ha)	62
07. Rendimiento de los cultivos de arroz con la utilización de abono	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº ANEXOS:

1. Datos Meteorológicos.	76
2. Análisis de suelo antes de la instalación.	77
3. Análisis de suelo después de la cosecha.	78
4. Glosario.	79
5. Calendarización.	84
6. Costos.	85
7. Croquis campo experimental.	88
8. Evaluación parcela de arroz	89
9. Evaluación parcela de maíz	90
Datos originales de la investigación.	91
10. Altura de planta del cultivo maíz (m.)	91
11. Peso de 1000 granos del cultivo maíz (g)	91
12. Rendimiento de grano del cultivo maíz (kg/ha)	92
13. Altura de planta del cultivo arroz (m.)	93
14. Peso de 1000 granos del cultivo arroz (gr.)	93
15. Rendimiento de grano del cultivo arroz (kg/ha)	94
16. Fotografías del trabajo de investigación.	95

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en un 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. El 01 de marzo del 2012, se instalaron (16) camas de 3 m x 5 m. cada uno; el 01 de abril se sembró la Mucuna a una densidad de 0.50 m x 0.50 m (2 semillas/golpe), a la segunda semana del mes de julio la mucuna presentaba una cobertura de 70%, a la 3^{era} semana de setiembre presentaba una cobertura de 95% y un 90% de floración, momento que fue incorporado al suelo según los tratamientos descritos, el 01 de octubre se sembró el maíz y arroz, empleando los distanciamientos recomendados. Se utilizó el DBCA con 4 tratamientos y 4 repeticiones, se aplicó la prueba estadística de DUNCAN y graficas de Barras, para mejor interpretación de los resultados. Desarrollado el trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: la mejor altura de planta, peso de 1000 granos y rendimiento de grano por hectárea presentan los tratamientos **T2 y el T4: Altura de planta = 0 cm de profundidad con abono verde** (2.31 m; 2.19 m para el maíz) y (1.0750 m; 1.0500 m para el arroz); **Peso de 1000 granos** = (320 g; 320 g para el maíz) y (23.575 g; 22.975 g para el arroz); **Rendimiento de granos/hectárea** = (1312.50 kg; 1235 kg/ha para el maíz) y (1150 kg; 1092 kg/ha para el arroz), todos ellos con alta diferencia estadística sobre los demás tratamientos. Seguido por el **T1 y T3 (0 cm de profundidad sin abono verde)**, con los siguientes valores: **Altura de planta:** (1.79; 1.75 m para el maíz y 0.8375; 0.8250 m para el arroz). **Peso de 1000 granos**, (280; 260 g para el maíz y 20.300; 19.325 g para el arroz). **Rendimiento por hectárea** para el cultivo de maíz (785.00 y 661.25 kg/ha) mientras que para el arroz los valores son (862.50 y 753.75 kg/ha). El aporte de materia verde de la mucuna fue de **3,300 kg. /m²**. Con respecto a la **rentabilidad del sistema**, la mejor oferta lo tiene el **cultivo de maíz** (con abono verde) donde el T2 muestra una rentabilidad de S/ 1,706.25 (64.22%), el T4 con S/ 1,579.50 (52.02%); con respecto al **cultivo de arroz**, la mejor rentabilidad lo muestra el T3 (sin abono verde) con S/ 603.75 (8.29%) y el T4 (con abono verde) con S/ 805.00 (- 2.72%).

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 en muchos casos sin protección vegetal, propensos a altas precipitaciones, lixiviación y erosión el cual acelera aún más su pérdida de fertilidad, lo que obliga al agricultor a buscar otras áreas con mejor contenido de nutrientes para instalar sus cultivos, abandonando las parcelas que con el tiempo se convierten en suelos secundarios o purmas secundarias, 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 la de producir alimentos sin poner en riesgo la naturaleza y el medio ambiente de manera que se deben diseñar o mejorar los sistemas de producción que sean sostenibles y aprovechar al 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 y el medio ambiente, es un compromiso universal de legar a la humanidad un mundo seguro, el presente trabajo es un aporte para la recuperación de suelos secundarios empleando para ello una fabácea herbácea (mucuna) como abono verde y hacer que estos suelos recuperen su fertilidad a través de la fijación de nitrógeno atmosférico y reciclaje de la biomasa al ser incorporada al suelo como abono verde, y hacer que estos suelos vuelvan a ser productivos nuevamente, para ello se tomó dos cultivos los cuales son de mayor demanda en los mercados locales y nacionales. Estos suelos secundarios existen en gran cantidad en nuestra amazonia no pudiéndose precisar el

área total los cuales son abandonados por los agricultores al perder su fertilidad el cual tiene un efecto negativo en la preservación natural y medio ambiente, el presente estudio plantea el uso de una tecnología de bajo costo económico y práctico, utilizando una especie de fabácea herbácea como abono verde poniéndolo a disposición del agricultor para mejorar sus suelos y esto tenga repercusión en sus campos de cultivos y su economía, ofertándole una manera práctica de mejorar sus suelos empobrecidos por la producción de sus cultivos de pan llevar, frenando de esta forma la agricultura migratoria el cual tiene un efecto negativo en la naturaleza y medio ambiente de nuestra amazonia.

CAPITULO I

1. IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROYECTO

¿En qué medida la incorporación como abono verde de la especie *Stylobium deeringianum* (Mucuna), en un suelo secundario, mejoran el rendimiento de los cultivos de maíz y arroz, en la carretera Iquitos Nauta km. 71.500?

2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El sistema tradicional de producción de cultivos de pan llevar en la amazonia peruana, está ligado a la agricultura migratoria, cuyo suelo es explotado por poco tiempo (1 a 3 años), luego es abandonado por pérdida de su fertilidad, el cual conlleva al agricultor a buscar nuevos suelos con aptitudes agrícolas aceptables para la producción de los cultivos.

Este tipo de sistema tiene influencia negativa en el medio ambiente y ecosistemas, debido a la deforestación que se produce por abandono de las parcelas, con este sistema de recuperación de la fertilidad de suelos secundarios utilizando como abono verde una especie de fabácea herbácea, se pretende frenar la migración del agricultor hacia otros suelos más fértiles, disminuyendo la deforestación ocasionada por la producción de los cultivos, esto tendría un efecto positivo en preservación de los ecosistemas y medio ambiente de la amazonia, este sistema repercutirá en un mejor rendimiento de los cultivos el cual beneficiará la economía del productor y de su familia.

Además con este modelo se puede orientar nuevas políticas agrícolas que se pueden aplicar en la selva baja amazónica, ya que en la mayoría de los casos se basan en realidades diferentes, en otros ecosistemas los cuales causan problemas ambientales muy serios e irreversibles en los sistemas de producción.

- **Variable Dependiente (Y)**

Y_1 = Rendimiento de grano del cultivo de maíz y arroz.

Y_2 = Propiedades físicas y químicas del suelo.

Y_3 = Rentabilidad económica del sistema.

6. INDICADORES E ÍNDICE

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

- **Variable Independiente (X)**

X_1 = Incorporación del abono verde *Stylobium deeringianum* (Mucuna).

FUENTE	INCORPORACIÓN DE ABONO
Profundidad de aplicación	0 cm sin abono verde con maíz.
	0 cm con abono verde con maíz.
	0 cm sin abono verde con arroz.
	0 cm con abono verde con arroz.

- **Variable Dependiente (Y)**

Y_1 = Rendimiento de grano de los cultivos

Y_{11} = Toneladas de granos *Zea mayz* "maíz" - (kg/ha)

Y_{12} = Toneladas de granos *Oryza sativa* "arroz" - (kg/ha)

Y_2 = Propiedades físicas y químicas del suelo.

Y_{21} = MO

Y_{22} = N Total/ha

Y_{23} = ppm P Total/ha

Y_{24} = K Total/ha

Y_{25} = C.I.C

Y_{26} = Acidez cambiante

Y_{27} = ph

Y_3 = Rentabilidad del sistema.

Y_{31} = Rentabilidad económica de los cultivos (arroz, maíz) S//ha.

ESCALA DE MEDICIÓN:

1.1.- Rendimiento del cultivo de arroz en altura: Óptimo.

Variedad Carolino : 1,400 kg/ha

1.2.- Rendimiento del cultivo de maíz: Óptimo.

Variedad Marginal 28 T : 1,500 kg/ha

2.1. Propiedades Físicas del suelo.

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

2.2. 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.

En la actualidad existen grandes áreas de suelos secundarios abandonadas en nuestra región, debido a un inadecuado manejo y empleo de tecnologías antiguas sobre recuperación de estos suelos, con esta nueva metodología se pretende mejorar y minimizar el impacto que causa la agricultura migratoria.

Las investigaciones promovidas por la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - UNAP, juega un papel importante en la preservación de los ecosistemas naturales y medio ambiente de esta parte del país y por eso los trabajos de investigación deben tener un enfoque ecológico y sostenible, para frenar y recuperar estas áreas a través de tecnologías prácticas, económicas, viables y de fácil aplicación, empleando materia prima disponible de nuestro medio.

Con éste trabajo de investigación se pretende obtener un modelo de recuperación de estos suelos secundarios degradados abandonados, y volverlos productivos y ofrecer al campesino una alternativa practica, que le inspire confianza y esperanza de poder manejar su predio sin buscar otros suelos agrícolas debido a la pérdida de fertilidad por consecuencia de la explotación de sus cultivos.

El trabajo de investigación fue evaluado asumiendo la postura Epistemológica del Método y Lógica de la Ciencia, basados en procedimientos metodológicos utilizados en la ciencia en el curso de las investigaciones, la cual es una forma coherente y ordenada de evaluar hipótesis, al mismo tiempo explica fenómenos y establece relaciones entre los hechos y anunciamentos de leyes.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

- Determinar el uso de abono verde de *Stylobium deeringianum* (mucuna) en la recuperación de la fertilidad de un suelo secundario en la carretera Iquitos – Nauta km. 71.500, mediante el rendimiento de los cultivos de *Zea mays* (Maíz) y *Oryza sativa* (Arroz).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el rendimiento del cultivo de maíz, utilizando como abono verde la mucuna.
- Evaluar el rendimiento del arroz, utilizando como abono verde la mucuna.
- Determinar la influencia directa de la aplicación de abono verde de Mucuna y su efecto en el rendimiento del cultivo de maíz y arroz, en el km. 71.500 de la carretera Iquitos-Nauta.
- Evaluar la rentabilidad del sistema.

4. HIPÓTESIS GENERAL

Existe una influencia directa del abono verde de mucuna, en la recuperación de la fertilidad de un suelo secundario en el km. 71.500 de la carretera Iquitos-Nauta.

HIPÓTESIS ALTERNA

Existe una influencia directa de la aplicación de abono verde de Mucuna, en la recuperación de la fertilidad de un suelo secundario y, esto tiene efecto en los rendimientos de cultivos de maíz y arroz, en el km. 71.500 de la carretera Iquitos-Nauta.

5. VARIABLE

- Variable Independiente (X)

X_1 = Incorporación del abono verde *Stylobium deeringianum* (Mucuna)

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.

3. Rentabilidad de los cultivos/ha

3.1.- Costo/hectárea instalación de abono verde - Rentabilidad de los cultivos (arroz, maíz).

CAPITULO II

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Sobre Abono Verde:

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. 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, protegen al suelo de la erosión y la desecación durante el desarrollo vegetativo, y mejoran la circulación del agua, aseguran la renovación del humus estable, acelerando su mineralización mediante el aporte de un humus, 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, liberan sustancias orgánicas fisiológicamente activas, que tienen una acción favorable sobre el crecimiento de las plantas y limitan el desarrollo de malezas. **Brack, W. (1996).**

2.1.2. Cualidades deseables de un abono verde

Las características de los abonos verdes y de los cultivos de cobertura dependerán de si estos serán asociados con cultivos perennes o cultivos anuales. Las cualidades deseadas son: Las semillas sean fáciles de conseguir, cosechar, guardar, reproducir y conservar al menos por un año. En agricultura, un abono

verde es un tipo de cultivo de cobertura agregado primariamente para incorporar nutrientes y materia orgánica al suelo.

Estas siembras no se utilizan para el consumo, sino que se usan exclusivamente para incorporarlas a la tierra como fertilizante, por eso se las denomina abono "verde". Los abonos verdes usualmente cumplen múltiples funciones, que incluyen la mejora y la protección del suelo: Leguminosas para abonos verdes: vicia, alfalfa, meliloto, trébol; hacen fijación nitrogenada por simbiosis con bacterias en sus nódulos radiculares, fijando nitrógeno N_2 atmosférico en la forma que las plantas pueden absorber: formas nítricas (cereales) y formas amoniacales (arroz). Los abonos verdes incrementan el porcentaje de materia orgánica fresca (biomasa) en el suelo, así se mejora la entrada y retención de agua, aireación, y otras propiedades biológicas y físicas del suelo. El sistema radicular de algunas especies de abonos crece profundamente en el perfil de suelo, pudiendo acercar a la superficie recursos de nutrientes indisponible para los cultivos comunes de enraizamiento superficial. Los cultivos de cobertura comunes compiten con las malezas, previenen la erosión del suelo, y la compactación. Como ciertas especies y cultivares son mejores aún, la selección es importante para elegir el abono superador.

La abundante radiación solar presente a lo largo de todo el año en las zonas tropicales, junto a una marcada disponibilidad de humedad, hacen que el desarrollo de la vegetación en estas zonas sea rápido y exuberante; de modo que la abundante materia orgánica es la mayor riqueza con que se cuenta para una agricultura poco dependiente de insumos energéticos externos, sean estos fertilizantes sintéticos o incluso materias orgánicas. Las coberturas vegetales son las fuentes de nutrientes más baratas que tenemos en los trópicos para mantener, mejorar o restituir la fertilidad del suelo. Toda planta que crece está tomando nutrientes del medio: suelo, aire y agua. Estos nutrientes están en ella, en sus partes (hojas, ramas, flores, frutos), por lo tanto si la cortamos y la incorporamos al suelo o la dejamos que se descomponga sobre éste, estamos reciclando sus nutrientes, y entonces esa planta estará cumpliendo la función de abono verde. No podemos entonces llamar injustamente a las plantas que

aparecen en nuestros campos “malezas”. <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/forrajecultura/ABONOS%20VERDES>.

2.1.3. Funciones y ventajas de los abonos verdes.

- Evitan el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo.
- Impiden la desagregación del suelo evitando la formación de costras impermeables superficiales.
- Protegen el suelo del efecto directo de los rayos solares y del viento.
- Reducen el escurrimiento superficial del agua cuando llueve evitando la erosión. Conservan la humedad de los suelos, mejoran la infiltración y la capacidad de almacenamiento del agua.
- Evitan la desertización del suelo.
- Amortiguan los cambios bruscos de temperatura en el suelo.
- Mejoran la infiltración y el drenaje interno del suelo.
- Favorecen la estructura y la estabilidad de los suelos.
- Mejoran la aireación y porosidad del suelo.
- Sirven para perforar capas compactadas, actuando como un arado biológico.
- Disminuyen el lavado de nutrientes hacia las capas más profundas del suelo (lixiviación).
- Favorecen el crecimiento en espesor de la capa orgánica; el suelo agrícola crece.
- Facilitan la fijación del nitrógeno que está en la atmósfera, especialmente las plantas leguminosas. [Wikipedia.org/wiki/Abono Verde](http://Wikipedia.org/wiki/Abono_Verde)

2.1.3.1. Algunas desventajas de los abonos

- En ocasiones crean condiciones propicias para el albergue de roedores.
- En terrenos poco fértiles o degradados suelen tener un efecto retardado en la mejora de las condiciones productivas.
- Sean de rápido establecimiento, crecimiento y con elevada capacidad de cubrir el suelo.
- No adaptarse fácilmente al suelo.

- Cubran rápidamente los cultivos productivos.
- No tener fuerte sistema radicular, que penetre a capas profundas.
- Dejen de crecer cuando baja la humedad del suelo, pero capaces de sobrevivir en la estación seca.

Las plantas más comunes usadas como abonos verdes son las leguminosas, o sea todas las plantas que tienen vaina (por ejemplo los frijoles), por la capacidad que tienen de asociarse en sus raíces con las bacterias que están en el suelo y que pertenecen al género *Rhizobium*, las cuales son muy hábiles para tomar nitrógeno del aire e incorporarlo al suelo y a la planta, a través de nódulos que forman en sus raíces. Las leguminosas enriquecen el suelo con nitrógeno, que es un elemento que abunda en el aire y que la mayoría de las plantas necesitan en gran cantidad para su normal desarrollo. En el trópico se cuenta con un gran potencial, dada la habilidad que muchas plantas tienen para establecerse y crecer en nuestro medio. Esto en lugar de ser como un problema, debemos considerarlo como una gran riqueza. www.produccion.com.ar/2002. [http://teca.fao.org/read/3645\(1998\)](http://teca.fao.org/read/3645(1998))

2.1.3.2. Proceso de formación de humus en el suelo.

- Ayudan a extraer minerales y agua de las capas profundas a la superficie.
- Producen sustancias orgánicas alelopáticas, o sea, que repelen a otras plantas.
- Favorecen la formación de ácidos orgánicos, que hacen solubles los minerales del suelo.
- Sirven como fuente constante de biomasa (follaje) y de semillas.
- Son una fuente de enriquecimiento nutricional del suelo y de reciclaje.
- Controlan el desarrollo de otras plantas agresivas y competidoras con los cultivos, disminuyendo los costos de su control.
- Pueden ser utilizados tanto para la alimentación animal, en asociación con pasturas, o como bancos de proteína, o para la alimentación humana.
- Pueden utilizarse solos o junto con los cultivos, según las características de cada uno de ellos.

- Favorecen la colonización del suelo por la macro y micro vida en capas profundas.
- Favorecen la biodiversidad de fauna y flora, contribuyendo a la estabilidad ambiental.
- Permiten que los nutrientes estén disponibles en el suelo para los cultivos.
- Enriquecen el suelo con humus microbiológico.
- Actúan como albergue de especies controladoras biológicas, como las avispas.
- Favorecen la aparición de otros organismos controladores como nematodos, hongos y bacterias patógenas.
www.produccion.com.ar/2002. y [http://teca.fao.org/read/3645\(1998\)](http://teca.fao.org/read/3645(1998))

2.1.4. Abonos verdes, características y comportamiento como mejoradores del suelo.

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. 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 y se siembra un nuevo cultivo sin necesidad de aplicar fertilizantes ni arar, porque se mejoran las propiedades físicas del suelo. Existe una gama amplia de plantas que pueden ser utilizadas como abonos verdes, las que deben reunir algunas características: Deben desarrollarse como cosecha secundaria entre las

cosechas principales, crecer satisfactoriamente en suelos pobres, producir gran volumen de masa verde, deben consumir la mínima cantidad de agua posible, tener un ciclo de crecimiento rápido y poseer un sistema radicular extenso y penetrante.

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, 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, venta de semilla, o su consumo como grano, 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. **Ríos, K. (2000); <http://teca.fao.org/read/3645> (1998); www.produccion.com.ar (2002).**

2.1.5. Mejoramiento del suelo con aplicación de Abono verde.

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, 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 las bacterias del género *Rhizobium*, 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. **Aporte de nutrientes**, la descomposición de los abonos verdes aporta una cantidad de nutrientes que serán gradualmente liberados y puestos a disposición de los cultivos. **Incrementa** la actividad biológica, la biomasa aporta energía y nutrientes que intensifica la actividad de los organismos del suelo. **Evitan** la pérdida de humedad del suelo, la cobertura

vegetal de los suelos evitan las pérdidas de agua por evaporación. **Estructura** los agregados del suelo, la descomposición de los abonos verdes por los microorganismos del suelo, es responsable de la formación y estabilidad de los agregados. El humus forma complejos con las arcillas posibilitando la formación de agregados estables que facilitan la penetración de raíces y el intercambio gaseoso de los suelos. Algunas especies presentan la capacidad de romper capas compactadas de suelo. **Favorece** la infiltración de agua, las raíces de los abonos verdes dejan canales en los suelos que ayudan a la infiltración reduciendo de esta manera el escurrimiento superficial y la erosión laminar. **Atenúan las variaciones** de temperatura en el suelo, las coberturas vegetales atenúan las oscilaciones térmicas de las capas superficiales del suelo permitiendo que las raíces de los cultivos no detengan su actividad de intercambio de nutrientes y agua que ocurre en temperaturas extremas. **Cobertura**, la cobertura vegetal evita la erosión hídrica realizada por el impacto de las gotas de lluvia directamente sobre el suelo. **Competencia con hierbas** indeseables, el rápido crecimiento de las especies usadas como abonos verdes evita el crecimiento de otras especies no deseadas. También provocan un efecto alelopático por la exudación de sustancias radiculares. Los efectos alelopáticos pueden actuar también sobre la germinación de algunas especies. También se habla de un efecto supresor atribuido a la reducción del pasaje de luz a los estratos inferiores. **Recuperación y reciclaje** de nutrientes, los abonos verdes de sistemas radiculares profundos bombean nutrientes de las capas profundas a las superficiales. La biomasa de estos cultivos aporta los nutrientes rescatados en la profundidad y son liberados gradualmente durante el proceso de descomposición. **Fijación de nitrógeno**, a través de la fijación simbiótica de nitrógeno realizada por la asociación simbiótica entre bacterias y leguminosas. **Reduce la propagación** de enfermedades del suelo, la rotación de abonos verdes con los cultivos cortan las reinfecciones, reduciendo los niveles de inóculos patógenos de enfermedades provocadas por la repetición de cultivos en los suelos. Algunas especies, como crotalarias y mucunas, presentan efectos de reducción en la población de nemátodos del suelo. **Disminuye** el lavado de nutrientes, las lluvias producen la traslación de nutrientes a capas profundas o lugares inaccesibles para los cultivos. El nitrógeno en forma de

nitratos (NO_3) es uno de los nutrientes más sujeto al arrastre por el agua a través del perfil del suelo. La presencia de un perfil de suelo mayor, más rico y vivo acumula mayor cantidad de agua y retiene con mayor facilidad los nutrientes del suelo. **Aumenta el perfil vivo de los suelos, la actividad de los microorganismos en las capas profundas se ve incrementada con la exploración de las raíces de los abonos verdes, que proporcionan agua, gases, información y energía.** **CEADU - Centro de Estudios, Análisis y Comunicación del Uruguay - info@ceadu.**

2.1.6. Mejoradores del suelo

La práctica es beneficiosa en las regiones tropicales y subtropicales húmedas, y en los huertos frutales cuando la época de crecimiento se extiende al período de reposo de los árboles, es recomendable también donde se cultiva algodón y maíz. Los abonos verdes pueden ser particularmente útiles en suelos salinos, porque en comparación con el barbecho, reducen la evaporación de la superficie del suelo y, por ello, su contenido salino, pues absorben al agua del subsuelo y sombrean la superficie. Además cuando se entierran, sus residuos contribuyen a incrementar la asimilabilidad del fósforo, oligoelementos y su descomposición libera dióxido de carbono (CO_2) que disminuye el pH, lo que mejora las condiciones para el cultivo siguiente. Las leguminosas que se utilizan como abono verde es porque aumentan las reservas de nitrógeno del suelo, si embargo, estas plantas normalmente crecerán en forma adecuada y fijarán nitrógeno suficiente para hacer que su cultivo valga la pena, si el suelo contiene cantidades adecuadas de Ca (calcio), P (fósforo) y K (potasio) y S (azufre). El N liberado durante la descomposición del abono verde sólo beneficia a la cosecha siguiente si está lo suficientemente desarrollada como para absorber el N inmediatamente después de liberado y antes que el NO_3 -producido se pierda por lixiviación del suelo, período bastante corto, particularmente en suelos ligeros bajo condiciones templadas y húmedas, pues las proteínas de las plantas verdes se descomponen rápidamente. Por el contrario, la cosecha principal no deberá sembrarse demasiado pronto después de enterrado el abono verde, pues el período que dura la primera etapa de la

descomposición es muy desfavorable para la germinación y para el desarrollo de las plántulas.

- Leguminosas para abonos verdes: vicia, alfalfa, meliloto, trébol; hacen fijación nitrogenada por simbiosis con bacterias en sus nódulos radiculares, fijando nitrógeno N_2 atmosférico en la forma que las plantas pueden absorber: formas nítricas (cereales) y formas amoniacales (arroz).
- Los abonos verdes incrementan el porcentaje de materia orgánica fresca (biomasa) en el suelo, así se mejora la entrada y retención de agua, aireación, y otras propiedades biológicas y físicas del suelo.
- El sistema radicular de algunas especies de abonos crecen profundamente en el perfil de suelo, pudiendo acercar a la superficie recursos de nutrientes indisponible para los cultivos comunes de enraizamiento superficial.
- Los cultivos de cobertura comunes compiten con las malezas, previenen la erosión del suelo, y la compactación. Como ciertas especies y cultivares son mejores aún, la selección es importante para elegir el abono superador.
- Algunos cultivos de abono verde, cuando se les permite florecer, proporcionan forraje, y ambiente para insectos polinizadores. **Manual Agropecuario, 2002. Agruco, 1999. Asociación de Agricultura Agroecológica-Puerto Maldonado-Perú, 1996.**

2.1.6.1. ¿Qué es lo importante del suelo?

Un buen suelo es esencial para una buena cosecha. El suelo debe tener todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, y una estructura que las mantenga firmes y derechas. La estructura del suelo debe asegurar suficiente aire y agua para las raíces de la planta, pero debe evitar el exceso de agua mediante un buen drenaje. El humus se pierde rápidamente si al suelo se lo deja expuesto. **Honorato, P. 2001.**

2.1.6.2. Sistema de suelo viviente

La mayor parte de los nutrientes se reciclan por las raíces de la planta y vuelven al suelo a través de las hojas que caen de la misma. Gusanos, insectos y pequeños organismos como los hongos, alimentan también al suelo con materia orgánica y lo cambian para producir humus, el cual hace que la capa inferior del suelo sea oscura y tenga una buena estructura. El humus se pierde rápidamente si al suelo se lo deja expuesto al aire por mucho tiempo sin ninguna cobertura. El subsuelo, es generalmente menos fértil. **Buol, 1988. Honorato, P. 2001.**

2.1.7. ¿Cómo se maneja la fertilidad del suelo?

Algunos nutrientes químicos en el suelo son estables (fósforo) mientras que otros se pierden o se consumen muy fácilmente (nitrógeno). Un agricultor necesita hacer una aplicación básica y suficiente de nutrientes para empezar su huerto, y luego mantener una aplicación regular de los mismos mientras el cultivo crece. Un suelo pobre, puede llegar a ser productivo si está bien manejado. El abono y el compost son necesarios para mejorar la estructura del suelo (los fertilizantes químicos son necesarios para una mayor producción). El método común es cavar un hoyo para producir y mezclar el compost, la materia orgánica, el abono y utilizarlos en el suelo, justo antes de plantar los cultivos. Esta es la aplicación básica, después de plantar, aplicar pequeñas cantidades de abono alrededor de la planta y repetirlo aproximadamente cada dos semanas hasta cuando se produzca la cosecha. **Gros, A. 1986. Hinrich, L. 1993.**

2.1.7.1. Abono verde y compost para cultivos

Otra vía para alimentar el suelo es el uso de abono verde que puede ser utilizado como compost, especialmente las legumbres, las cuales colectan y retienen nitrógeno. Los árboles de vaina, pueden crecer junto a los cultivos alimenticios y sus ramas, ocasionalmente podadas, quedarse en el suelo como abono. Plantas leguminosas más bajas pueden ser plantadas junto a un cultivo alimenticio para mejorar el suelo y mantener alejadas a las plagas.

<http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s30.htm>,

wikipedia.org/wiki/Abonoverde,

<http://ecaths1.s3.amazonaws.com/forrajicultura/ABONOS%20VERDES>.

2.1.8. Los suelos de altura.

Por lo general se encuentran en mesetas o depresiones con fisiografía plana, están mal drenados y tienen varios tipos de suelos como los arcillosos, franco arcilloso y suelos arenosos. En los bosques de suelos arcillosos se desarrollan formaciones dominadas por palmeras pequeñas de un promedio de 5 m de altura como *Phytelephas macrocarpa* (Yarina) y constituyen la formaciones de yarinales y en suelos franco arcilloso, se desarrollan palmeras también pequeñas como *Lepidocaryum tenue* (Irapay) y constituyen las formaciones de Irapales. Los bosques arenosos se desarrollan de preferencia sobre suelos de arena blanca, tienen un drenaje muy lento. En este substrato se presentan formaciones como los Varillales, cuyos árboles son delgados y rectos y no desarrollan mucho grosor. Son llamados Chamizales cuando la vegetación es arbustiva (menos de 3 m. altura) con árboles emergentes dispersos de hasta 8 m. En los bosques de tierra firme, también se encuentran bosques con humedad permanente durante todo el año, estos bosques se caracterizan por tener un drenaje nulo o casi nulo como los aguajales de altura, que se encuentran dominados por palmeras de gran tamaño como *Mauritia flexuosa*. Hay otro tipo de formación parecido al aguajal llamado sacha aguajal, caracterizado por presentar un menor número de individuos de "aguaje" con respecto al aguajal. Esta excepcional diversidad de especies, que no incluye las especies herbáceas de fanerógamas, helechos, hepáticas, musgos, líquenes y hongos, conforman igualmente complejas formaciones vegetales reguladas o condicionadas por los factores de evolución, geomorfológicos, fisiográficos, edáficos, hidrográficos, climáticos, latitudinales, faunísticos y de las actividades humanas. En la actualidad, con la ayuda de las imágenes de satélite, es posible tener una aproximación de la diversidad de vegetación en la región amazónica, que sin embargo requiere de estudios botánicos e inventarios ordenados y sistematizados en calidad y cantidad para una adecuada clasificación basada en

las especies representativas e indicadoras. 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, el cual el rendimiento 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, además el método de quema hace que la pérdida de algunos minerales sea más acelerado, a través de los tiempos la naturaleza nos ha enseñado que la mejor manera de recuperar los suelos es mediante la aplicación de coberturas y abonos verdes. 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. 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, los 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, 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. 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 y desempeña dos funciones importantes en el suelo. a.- Actúa como almacén para los elementos nutritivos, pues los va liberando lentamente para que le utilicen las plantas en desarrollo. 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 unos 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, los suelos tienen sustento geológico formaciones del plio-pleistoceno, siendo ultisoles los suelos más dominantes, caracterizados por su marcadas deficiencias nutricionales, alta toxicidad de aluminio y baja capacidad de intercambio catiónico, la expresión de “tierra firme” está referida al relieve 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, 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, la capacidad productiva está relacionada con características naturales del suelo, clima y factores de manejo. **Risto K. y Flores S. (1998); Manual de Fertilizantes (2000); Rasanen (1993); Sánchez, P. (1993); Honorato, P. (2001); Plaster, E. (2000); Agroforesteria en las Américas (1994); Manual para el Extensionista (1997). Asociación de Agricultura Agroecológica (1996); Brack E. (1996); Agruco (1999); Alcalá, J (2001).**

2.1.9. Suelos según su textura

En el suelo se encuentran partículas minerales de diversos tamaños, el material más grande se denomina fragmento rocoso y el material más pequeño se denomina fracción de tierra firme, cuyos componentes son arena, limo y arcilla, además la textura es la proporción relativa por peso de las diversas clases de partículas menores que 2 mm., los análisis de laboratorio es una parte esencial de la planimetría de suelos para comprobar algunas de las observaciones prácticas, para un conocimiento adecuado de su estado y para hacer algunas interpretaciones valiosas, 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, el tamaño de estas partículas afectan a su vez la capacidad de retención de agua, la aireación y las reacciones del suelo; por lo tanto, podemos establecer de que las partículas más pequeñas retienen más agua y nutrientes para las plantas. **Zavaleta, A. (1992); Tamhane y Motiramani (1979); Porta, J., M. López y C. Roquero (1999); Plaster, E. (2000).**

2.1.10. Suelos según su estructura.

La estructura es la manera en que 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. 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), 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, 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, 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 que las fracciones de limo en grado menor en suelos tropicales intervienen en los cambios de cationes de los suelos. **Zavaleta, A. (1972); Buol (1988); Porta J., M. López y C. Roquero (1999); Plaster, E. (2000); Fassbender, H. (1987).**

2.1.11. Suelos según su densidad aparente

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, 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. 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), la densidad aparente, 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, circulación del agua y del aire. **Plaster, E. (2000); Porta J., M. López y C. Roquero (1999); Tamhane y Motiramani (1979).**

2.1.12. Suelos según sus características químicas.

La química del suelo representa un eslabón entre la fertilidad y los aspectos físicos del suelo; los elementos importantes en la química del suelo son, la capacidad de intercambio catiónico, las reacciones de iones intercambiables, el pH del suelo, las solubilidades y transformaciones bioquímicas; la reacción del suelo 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. 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, 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 óxido del agua tiene 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, el 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 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. 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). **Fassbender, H. (1987); Bohn, H.L. (1993); Porta J., M. López y C. Roquero (1999); Tamhane y Motiramani (1979).**

2.1.13. Suelos según sus cambio de cationes

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. Los cationes de: Ca^{++} , Mg^{++} , K^{++} , Na^{++} , Al^{+++} ,

NH_4^+ , H^+ , se encuentran sobre las superficies de las partículas en donde se realiza el cambio, las cargas negativas, los cationes y aniones forman un sistema continuo, 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, 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 cambiabiles 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. Los cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+) también influyen en los iones considerados como macro nutrientes esenciales, tales iones pueden intercambiarse con otros cationes fácilmente, de ahí su nombre de cationes intercambiables, también se pueden manipular mediante fertilización, caleado e irrigación. **Zavaleta, A. (1992); Bohn, H.L. (1993).**

2.1.14 Los abonos orgánicos.

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. 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, este sistema de explotación del suelo destruye la naturaleza y no proporciona rendimientos suficientes, situación que contribuye al éxodo rural. Las leguminosas rastreras como el Kudzu, la Mucuna, el Centrocema sp. etc., aceleran la regeneración del suelo, por el rápido aporte de la materia orgánica abundante y la hidrogenación del suelo. La cobertura, mejora la textura del suelo, 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. 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 forma de su utilización. **Agroforesteria en las Américas (1994); Brack E. (1996); Manual para el Extensionista (1997).**

2.1.15. La materia orgánica

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, 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, además el humus sirve de sostén a un gran número de productos orgánicos en el suelo o que son sintetizados por los microbios, 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, la descomposición continua mientras que el oxígeno, el agua, la temperatura y los niveles de nutrientes sean los indicados para los organismos descomponedores. **Zavaleta, A. (1992); Gros A. (1986); Bohn, H.L. (1993).**

2.1.16. Dinámica de la materia orgánica en el suelo

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, 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, por lo tanto la fertilidad tiene tres componentes: físico, químico y biológico, de todos ellos, el más conocido por el productor es el químico, pero hay otro aspecto dentro del componente químico que se manifiesta como problema y es la acidez. www.ciedperu.org/bae/b64c.ht. (2000); Potash & Phosphate Institute (1997).

2.1.17. Generalidades del cultivo de *Oriza sativa* (arroz)

El arroz es una planta adaptada a diversas condiciones ambientales relacionadas con el clima y el suelo, el arroz se cultiva en casi todo el mundo. Existen muchas variedades, cada una de las cuales se adapta a una región especial, además, el arroz es casi la única planta que se desarrolla, en forma óptima, en terrenos inundados. El número de campañas por año depende de las variedades y de la eficiencia de los sistemas de cultivo.

El grano de arroz está formado de los siguientes elementos constitutivos: Agua (10 a 14%), Proteína (5 a 10%), Grasa (0.6 a 3%), CHO (73 a 815), Fibra (0.2 a 1%) y ceniza (0.8 a 2.8%). No es muy rico en vitaminas no obstante, la

industria ha elaborado el arroz enriquecido, para corregir la deficiencia. Su contenido de proteína es menor que el trigo y el maíz, a pesar de eso, su valor nutritivo es alto. En algunos países se utiliza el arroz en sustitución del pan. El arroz también se utiliza en la preparación de bebidas alcohólicas, como el sake japonés. En la industria cervecera, se utiliza el arroz mezclado con malta.

Clasificación las variedades de arroz pertenecen a los siguientes grupos, razas y tienen las siguientes características de producción: Grupo indica (ciclo vegetativo largo, susceptibilidad al acame, fertilización baja, grano largo y delgado, rendimiento medio). Grupo Japónica (ciclo vegetativo corto, resistente al acame, fertilización alta, grano corto y grueso, alto rendimiento). y Grupo Javánica (ciclo vegetativo largo, resistente al acame, fertilización baja, grano ancho y grueso, bajo rendimiento). **Germinación**, necesita una temperatura aproximada de 12° C, para que germine bien en condiciones apropiadas, brota en una semana, no requiere luz para su germinación, algunas variedades tienen dominancia, especialmente las de la subespecie indica. **Suelo**, es poco exigente en relación con el tipo de suelo, se le puede cultivar tanto en suelos arcillosos como en suelos arenosos. **Cosecha**, depende de las variedades, condiciones ambientales y de los métodos de la cosecha existen dos métodos: Cosecha manual y Cosecha mecanizada. La demanda de alimentos en los últimos 20 años, proviene en gran parte del éxito en las investigaciones y de su aplicación del cultivo en los campos agrícolas. La mayor parte de las investigaciones se han realizado en programas nacionales de investigación relativamente recientes, de tal suerte que en la actualidad el reto consiste en que tales programas deben ampliarse, tener mayor cobertura y mayor capacidad para satisfacer la marcada necesidad de producir mayor cantidad de arroz para satisfacer la demanda de la población. **Manuales para Educación Agropecuaria (2003); Surajit k. de Datta. (1986).**

2.1.18. Generalidades del cultivo de *Zea mays* (maíz)

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., 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. Es **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. **Taxonomía**, 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, el grano de maíz tiene alto contenido de almidón (70%), bajo contenido proteico (7%) y mayor cantidad de grasa (4%), y porcentajes significativos de elementos mayores y menores, el valor calórico es en promedio de 360 Kcal. y un valor nutritivo promedio de 11.6%.

Descripción de la variedad marginal 28 – T. se originó 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, color de grano amarillo, altura de mazorca 0.90 a 1.00 metros y su rendimiento entre 2 a 3 t/ha. 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 suelos de estructura granular con buen drenaje y retención de agua., con pH entre 5.5 a 8.0, buen porcentaje de materia orgánica, de topografía plana o con ligera pendiente. **Muñoz G. y Fernández, G. (1993); Manrique (1988); Richey citado por López (1997); Flores, P.S. (1997).**

2.1.19. Sobre el *Stylobium deeringianum* (mucuna)

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 estas plantas utilizada por muchos años con gran éxito por los agricultores es la **Mucuna** (especie originaria de la India), 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 viables, se ha retomado esta práctica agrícola como una alternativa para el manejo de los cultivos. **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, tiene un valor nutritivo alto en la etapa de floración y prefrutificación. **Usos**, como mejorador de suelo por el gran potencial de fijar el nitrógeno atmosférico mediante una relación simbiótica con los microorganismos, 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 asociados con la mucuna. Se ha reportado que 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**, puede sembrarse asociado con otro cultivo como maíz, o puede sembrarse en terrenos en descanso, es útil en terrenos en que hay malezas muy agresivas y de difícil control, puede ser sembrada antes del cultivo principal, en la selva amazónica existen grandes áreas de bosques secundarios, ocasionados por un inadecuado manejo de los cultivos tradicionales de pan llevar, la **Mucuna** es una de las alternativas para la recuperación de estas áreas degradadas por sus grandes bondades que muestra para recuperación de la fertilidad de los suelos y competencia con las malezas, otras leguminosas herbáceas como el Kudzu, el Centrocema, etc., aceleran también la regeneración del suelo, por el rápido aporte de la materia orgánica y la nitrogenación que realizan. **Merayo, A. (2007); Brack, W. (1996); Asociación de Agricultura Ecológica (1996).**

2.1.20. Variabilidad espacial de los cultivos.

Existen tres criterios básicos que deben cumplirse para justificar el manejo sitio-específico: a) la existencia de importante variabilidad espacial en factores que influyen la productividad de los cultivos; b) la identificación y cuantificación de las causas de la variabilidad de estos factores; y c) el conocimiento científico-agronómico que permita utilizar la información recolectada para el logro de un beneficio productivo, económico o ambiental. Un sistema de manejo sitio-específico exitoso será aquel en el que los factores limitantes para una óptima productividad y protección ambiental pueden ser identificados, caracterizados y manejados en las zonas y momentos apropiados. La productividad de los cultivos, la disponibilidad de nutrientes y agua en el suelo, entre otros, son controlados por unos pocos procesos clave. La idea medular de la agricultura sitio-específica es, entonces, identificar estos procesos potencialmente limitantes y establecer para cada uno de ellos los indicadores más críticos para su caracterización, los cultivos presentan alta

variabilidad espacial y temporal. Una de las mayores complicaciones aparecen cuando los patrones de variabilidad espacial interactúan con las condiciones climáticas, por ejemplo zonas de altos rendimientos en años de precipitaciones por debajo de lo normal pueden transformarse en zonas de bajo rendimiento en años con precipitaciones excesivas. Por lo tanto, en estos casos, la variabilidad espacial del rendimiento cambia de una zafra a otra, con la liberación del sistema de posicionamiento global por satélite (GPS) para uso civil, fue posible desarrollar equipos inteligentes que permitieron el manejo localizado de las prácticas agrícolas, con una mayor eficiencia de aplicación de insumos, reduciendo el impacto sobre el medio ambiente y en consecuencia, disminuyendo los costos de la producción de alimentos. A ese conjunto de procesos y sistemas aplicados se los denomina Agricultura de Precisión (AP), el concepto “agricultura sitio-específica o agricultura de precisión”, implica el uso de información acerca de la variabilidad presente en las chacras de manera de delinear zonas y prácticas agronómicas adecuadas a las mismas. **Plant (2001); Mulla y Schepers (1997); Pocknee S.; (1996); Roel, A. y Plant, R.E. (2004).**

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipo de Investigación

El trabajo de investigación se desarrolló en tres fases: Campo, Laboratorio y Gabinete. Es de tipo experimental – inferencial.

3.2 Diseño de la Investigación

Se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones, para mejor interpretación de los resultados se desarrollaron las pruebas estadísticas de DUNCAN y graficas de barras.

3.3 Población y Muestra:

3.3.1. Población.- La población estuvo conformada por el total de plantas de las especies de maíz y arroz; para el cultivo de maíz fue de 60,000 plantas por hectárea y para el cultivo de arroz fue de 160,000 plantas por hectárea.

3.3.2. Muestra.- Las muestras estuvo formada por dos grupos de las especies de maíz y arroz. En la evaluación de altura de planta para el arroz y maíz fue de 10 plantas por tratamiento. Para la variable peso de 1,000 granos, la muestra fue al azar del total de granos de los cultivos de maíz y arroz. La variable rendimiento de grano por hectárea de las dos especies de cultivo maíz y arroz fue 10 plantas por parcela.

3.4 Ubicación, ecología, datos meteorológicos, clima y suelo del campo experimental:

3.4.1. Ubicación

El terreno donde se desarrolló el presente trabajo de investigación es una área que se ubica en una parcela en la carretera Iquitos-Nauta km- 71.500, el terreno se encontraba en descanso, enmalezado y con especies arbustivas de bajo valor comercial, para instalar el trabajo se procedió a limpiarlo adecuadamente para luego instalar en ella las camas experimentales diseñadas en el gabinete, la ubicación del predio se encuentra a 1 hora y 20 minutos de la ciudad de Iquitos en ómnibus.

Las coordenadas del área donde se desarrolló el trabajo de investigación son:

Latitud : 04°31'10"

Longitud: 73°36'01"

Altitud : 137 m.s.n.m.

3.4.2. Ecología

Según Holdridge la zona donde se realizó el presente trabajo está calificado como bosque húmedo tropical los cuales se caracterizan por presentar altas temperaturas superiores a los 26°C y fuertes precipitaciones las cuales oscilan entre 2000 y 3000 mm/año (SENAMHI, IQUITOS, 2012-2013).

3.4.3. Datos Meteorológicos: clima

Estos datos fueron tomados durante los meses que se realizó el experimento (marzo del 2012 hasta enero del 2013), para lo cual se solicitó el apoyo de la Estación Meteorológica del SENAMHI de la ciudad de Iquitos; los datos debidamente ordenados se presentan en el anexo N°01.

La zona en estudio presentó un clima de bosque húmedo tropical, con una temperatura media anual de 26.5°C, una precipitación pluvial de 3,000 m.m/año y una humedad relativa de 83%.

3.4.4. Suelo

Según el estudio de suelo realizado por **Kauffman, (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 presentaba un pH extremadamente ácido, el contenido de bases cambiables y la capacidad de retención de nutrientes muy bajos, el porcentaje de saturación de Aluminio intercambiable permanece muy alto entre 75% y 100%.

Los análisis físicos-químicos del suelo se determinaron en la Universidad Nacional Agraria la Molina, los resultados de los análisis se adjuntan para su respectiva interpretación en el anexo N° 03 y 04, con el asesoramiento de un profesional en suelo. Se tomaron 02 muestras (una antes de la siembra de los cultivos antes de la incorporación del abono verde y otro después de la cosecha de los cultivos).

3.5 Materiales

- Wincha de 50 metros.
- Rafia.
- Pala.
- Rastrillo
- Machete.
- Semilla botánica de Mucuna.
- Semilla botánica de arroz variedad Capirona.
- Semilla botánica de maíz M-28.
- Cámara fotográfica.
- Paquete estadístico.
- Calculadora.
- Libreta de campo.

3.6 Procedimientos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Tratamientos en Estudio:

1. *Stylobium deeringianum* (Mucuna)

Tratamiento		Profundidad de Incorporación del Abono Verde
Nº	Clave	
01	T1	0 cm de profundidad sin abono (maíz)
02	T2	0 cm de profundidad con abono verde (maíz)
03	T3	0 cm de profundidad sin abono (arroz)
04	T4	0 cm de profundidad con abono verde (arroz)

Distribución de los Tratamientos:

BLOQUES				
Nº	I	II	III	IV
01	T3	T2	T1	T4
02	T2	T4	T3	T1
03	T1	T3	T4	T2
04	T4	T1	T2	T3

Características del área experimental:

a. De Las Camas:

- Cantidad : 16
- Largo : 5 m
- Ancho : 3 m
- Separación : 1 m
- Área : 15 m²

b. De Los Bloques:

- Cantidad : 4
- Largo : 25 m
- Ancho : 17 m
- Separación : 1m
- Área : 425 m²

*** De la fabácea (Distanciamiento de siembra)**

Styrolobium deeringianum (Mucuna) 0.50 x 0.50

***Del arroz (Distanciamiento de siembra)**

Oryza sativa (arroz) 0.30 x 0.30

*** Del maíz (Distanciamiento de siembra)**

Zea mayz (Maíz) 0.80 x 0.50

Fase de Campo:

- A. Muestreo de Suelo antes y después de la Instalación del Experimento.-** Antes y después del trabajo de investigación, se realizó un muestreo del suelo (4 muestras) a una profundidad de (20 cm), luego se uniformizó las muestras y se tomó 1 Kg de ella., el cual fue enviado al laboratorio de suelos de la UNALM. Para su análisis respectivo.
- B. Preparación 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. Esto se realizó el 01 de marzo del 2012
- C. Parcelación del Terreno.-**Para ello se contó con la ayuda del croquis del área experimental, desarrollado con anterioridad en el gabinete.
- D. Siembra.-**Para esta labor se contó con semilla botánica de arroz y maíz, el distanciamiento fue 0.30 x 0.30 para el cultivo de arroz y de 0.80 x 0.50 para el cultivo de maíz, el distanciamiento de la fabácea (abono verde) fue de 0,50 x 0.50, cabe indicar que primeramente fue sembrado el cultivo de mucuna, posteriormente se incorporo al suelo el abono verde, y se realizó la siembra de los cultivos anteriormente mencionados. La siembra del arroz y maíz fue el 28 de setiembre del 2012, respectivamente.

- **De la Incorporación del Abono verde.**

Preparado el terreno se sembró la Mucuna y, después de 6 meses (etapa de floración), fue cortado al ras del suelo para ser incorporado como abono verde según los tratamientos descritos anteriormente, posteriormente se sembró los cultivos de arroz, maíz, según la densidad de siembra de cada cultivo. La mucuna se sembró el 01 de abril del 2012 y su corte e incorporación como abono verde fue el 21 de setiembre del 2012.

Procedimientos:

Muestreo de Suelo antes y después del trabajo de investigación

Antes y después de iniciar la preparación del área experimental, se realizó un muestreo del suelo (4 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.

Instalación del Experimento:

Preparación del terreno

Antes de la instalación del trabajo experimental se procedió a eliminar la vegetación existente en el área (malezas y pequeños arbustos), para ello se utilizó machetes, rastrillo y pala. Esta labor se inició el 01 de marzo del 2012.

Parcelación del Terreno

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

Siembra

Del *Stylozolobium deeringianum* (Mucuna)

Para la siembra de la fabácea “mucuna” *Stylozolobium deeringianum*, se contó con semilla botánica, utilizando distanciamientos de 0,50 x 0.50 entre plantas y entre hileras, (colocando 2 semillas x golpe). Se realizó el 01 de marzo del 2012.

Del cultivo arroz (Variedad Capirona).

Este cultivo, se sembró después de la incorporación de la “mucuna”, como abono verde al suelo, esta siembra se realizó a los 7 días, a una densidad de 0.30 entre plantas y 0,30 entre hileras respectivamente. Se realizó en fecha 28 de setiembre del 2012.

Del cultivo de maíz (M-28).

El *Zea mays* (maíz) se sembró después de la incorporación de la “mucuna” como abono verde; la misma que se realizó a los 7 días, utilizando distanciamientos de 0.80 m x 0.50m entre plantas y entre hileras respectivamente. Se realizó en fecha 28 de setiembre del 2012.

Incorporación del abono verde *Stylozolobium deeringianum* (Mucuna)

Esta incorporación se realizó en la etapa de floración (6 meses), la Fabácea fue cortada al ras del suelo para ser incorporado como abono verde, tal como se describe a continuación:

- **A 0 cm de profundidad sin abono.**

Se sembró los cultivos de arroz, maíz, según la densidad de siembra de cada uno, sin la incorporación del abono verde.

- **A 0 cm de profundidad con abono verde.**

Se ejecutó el 21 de setiembre del 2012., 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 7 días se procedió a la siembra de los cultivos de arroz, maíz.

Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual a los 120 días después de la siembra para los cultivo de maíz y arroz, cuando las espigas y mazorcas alcanzaron su madurez fisiológica. La fecha de cosecha fue el 30 de enero del 2013.

Evaluación del cultivo de maíz.

- **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. Fueron 10 plantas por tratamiento

- **Peso de 1000 granos**

Se tomaron diez mazorcas de maíz por tratamiento, seleccionando la parte central para desgranar, luego se peso en una balanza digital los 1000 granos por tratamiento para la obtención del peso correspondiente.

- **Rendimiento (kg/ha)**

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

Evaluación del cultivo del arroz

- **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.

- **Peso de 1000 granos.**

Se tomaron diez (10) espigas de arroz por tratamiento, seleccionando la parte central evaluar. luego se pesó en una balanza digital los 1000 granos por tratamiento para la obtención del peso correspondiente.

- **Rendimiento (kg/ha)**

Para evaluar esta variable se tuvo en cuenta la parcela neta (49 m²) procediéndose a la cosecha de las espigas por tratamiento, para luego obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea.

3.7 Procesamiento de la información

Para llegar a cumplir los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación se empleó el DBCA, con cuatro (04) tratamientos y cuatro (04) repeticiones, prueba de DUNCAN y gráficos de barras.

ESTADÍSTICA A EMPLEAR:

ANVA:

FV	GL
Bloque	$r - 1 = 4 - 1 = 3$
Tratamiento	$t - 1 = 4 - 1 = 3$
Error	$(r - 1)(t - 1) = 3 \times 3 = 9$
TOTAL	$rt - 1 = (4 \times 4) - 1 = 15$

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-esima tratamiento.

μ = Efecto de la media general de la evaluación de la dosis de abonamiento en las características agronómicas.

t_i = Efecto de i-esimotratamiento.

B_j = Efecto de j-esimarepetición o bloque.

E_{ij} = efecto aleatorio del error experimental correspondiente a la observación en la j-enesima repetición bajo el i-esimo tratamiento.



CAPITULO IV

RESULTADOS

Con los datos originales que se presentan en los cuadros anexos N° 10, 11, 12, 13, 14 y 15, se realizaron los respectivos análisis de varianza, pruebas de rangos múltiples y presentación de gráficos de los tratamientos estudiados, los que a continuación se exponen:

4.1. Características evaluadas en el cultivo del *Zea mays* (maíz)

4.1.1. Altura de planta en el cultivo del maíz

Según los resultados obtenidos, respecto a la altura de planta (m) en el cultivo del maíz, se aprecia en el ANVA (cuadro 01), alta diferencia estadística para tratamientos, mostrando coeficiente de variación igual a 7.04%, expresando así que los datos tienen una tendencia a la homogeneidad; sin embargo para precisar mejor los resultados se hizo la Prueba de DUNCAN (cuadro 02) en la que se muestra dos (02) grupos estadísticamente homogéneos entre sí, donde el primer grupo formado por los tratamientos T2 y T4 con promedios de altura de planta de 2.31 y 2.19 m ocupan el 1^{er} y 2^{do} del orden de mérito (O.M.), son estadísticamente homogéneos entre ellos; ambos superan a los tratamientos T3 y T1 cuyos promedios fueron de 1.79 y 1.75, siendo ambos estadísticamente similares.

CUADRO 01. ANVA de Altura de Planta Cultivo de Maíz (m)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloque	3	0.01	0.003	0.15	3.86	6.99
Tratamiento	3	0.96	0.320	16.0**	3.86	6.99
Error	9	0.16	0.02			
Total	15	1.13				

** Alta diferencia estadística significativa

CV= 7.04%

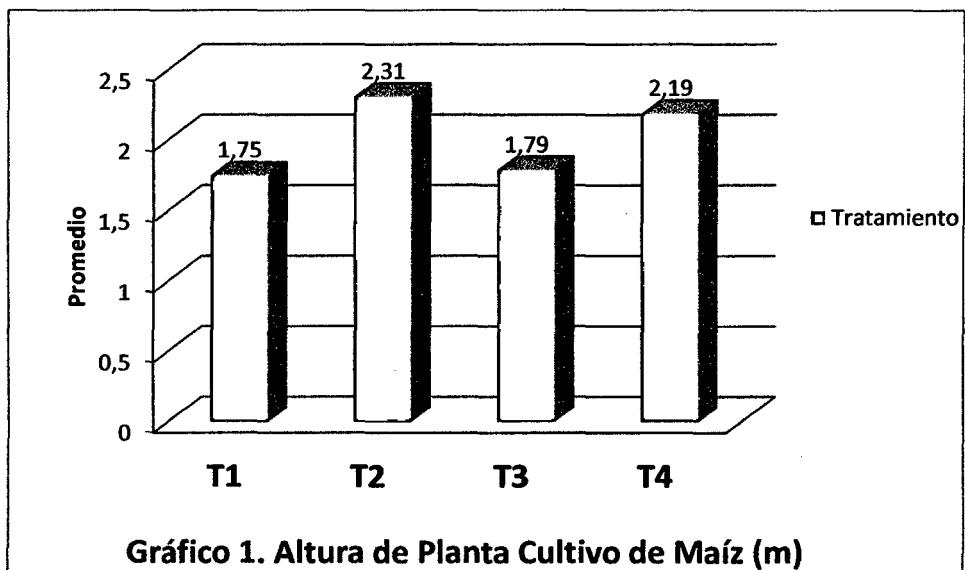
Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la Prueba de Duncan que se indica en el Cuadro 02.

CUADRO 02. Prueba de DUNCAN Altura de Planta Cultivo de Maíz (m)

O.M.	Tratamientos		Promedio (m)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T2	0 profundidad con abono maíz	2.31	a
2	T4	0 profundidad con abono maíz	2.19	a
3	T3	0 profundidad sin abono maíz	1.79	b
4	T1	0 profundidad sin abono maíz	1.75	b

* Promedios con letras diferentes son discrepantes.

En el gráfico 01 se puede observar la variable altura de planta; en éste los tratamiento T2 y T4 (2.31 m y 2.19 m) fueron los que mostraron mejor desarrollo, corroborando lo encontrado en la prueba de Duncan; caso contrario sucedió con los tratamientos T1 y T3 (1.75 y 1.79), quienes presentaron menores desarrollos que los dos anteriores mencionados.



4.1.2. Peso de 1000 granos en el cultivo del maíz.

Según los resultados obtenidos para el peso de 1000 granos para el cultivo de maíz, se aprecia en el ANVA (cuadro 03), alta diferencia estadística significativa para tratamientos, siendo el coeficiente de variación de 3.45%, que indica confianza experimental de los datos obtenidos. Sin embargo para mejor interpretación de resultados, se hizo la prueba de rangos múltiples de DUNCAN (cuadro 04), en la que se observa tres grupos; en el primer grupo los tratamientos T4 y T2 con promedio similares de 320 g., estos son estadísticamente homogéneos entre ambos; pero superan a los demás tratamientos, donde T3, ocupa el tercer lugar con 280 g, y T1 ocupa el último lugar con promedio de peso de 1000 granos igual a 260 g.

CUADRO 03: ANVA del Peso 1000 Granos Cultivo de Maíz (g)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloque	3	0.00	0.00	0.00	3.86	6.99
Tratamiento	3	0.013	0.004	40.00**	3.86	6.99
Error	9	0.001	0.0001			
Total	15	0.014				

** Alta diferencia estadística significativa

CV= 3.45%

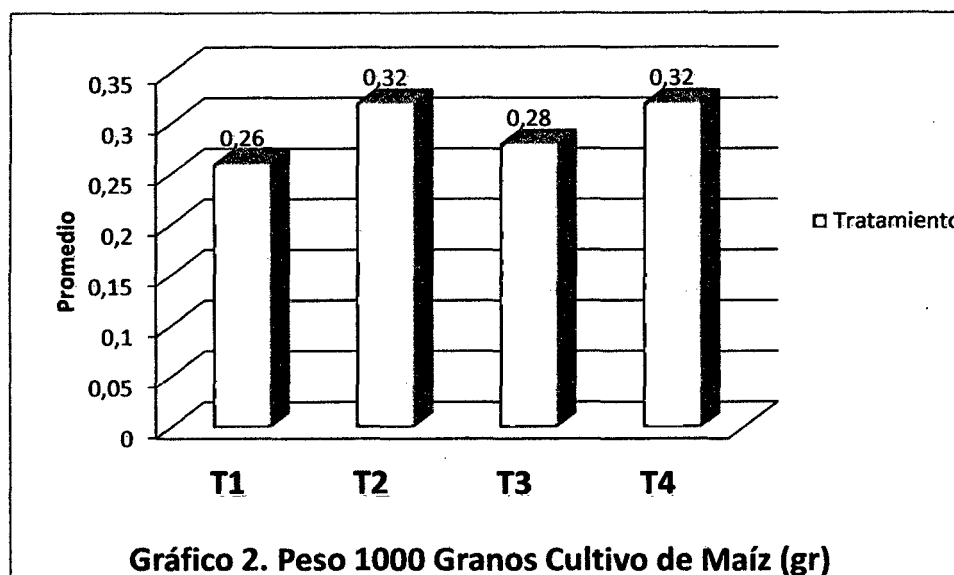
Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la Prueba de Duncan que se indica en el Cuadro 04.

CUADRO 04: Prueba de DUNCAN del Peso 1000 Granos Cultivo de Maíz (g)

O.M.	Tratamientos		Promedio (gr)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T4	0 profundidad con abono maíz	320	a
2	T2	0 profundidad con abono maíz	320	a
3	T3	0 profundidad sin abono maíz	280	b
4	T1	0 profundidad sin abono maíz	260	c

* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

En el gráfico 02, se observa el peso de 1,000 granos donde el T2 y el T4 (con abono verde) muestran los mejores pesos (320 y 320 gramos), mientras que los tratamientos T3 y T1 (sin abono verde) muestran los menores incrementos de pesos, con 280 y 260 gramos.



4.1.3. Rendimiento de grano del cultivo del maíz.

Los resultados obtenidos para el rendimiento de grano (kg/ha) en el cultivo de maíz, el ANVA (cuadro 05) muestra alta diferencia estadística para tratamientos, siendo el coeficiente de variación igual a 9.73% indicando así confianza experimental de los resultados. Sin embargo para precisar la diferencia de estos resultados, se hizo la prueba de rangos múltiples de DUNCAN (cuadro 06), donde se aprecia que los tratamientos T2 y T4 ocupan el 1^{er} y 2^{do} lugar con promedio de 1,312.50 y 1,235.00 kg/ha siendo ambos homogéneos estadísticamente; pero superan a los demás tratamientos, donde los tratamientos T1 y T3 forman grupos homogéneos entre sí, pero estadísticamente son inferiores, ocupando el penúltimo y último lugar del orden de mérito (O.M.), con rendimientos de 785.00 y 661.25 kg/ha de grano.

CUADRO 05: ANVA del Rendimiento de Grano Cultivo de Maíz (Kg/ha)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloque	3	26580	8860	0.94	3.86	6.99
Tratamiento	3	1255392	418464	44.32**	3.86	6.99
Error	9	84964	9440.4			
Total	15	1366936				

** Alta diferencia estadística significativa

CV=9.73%

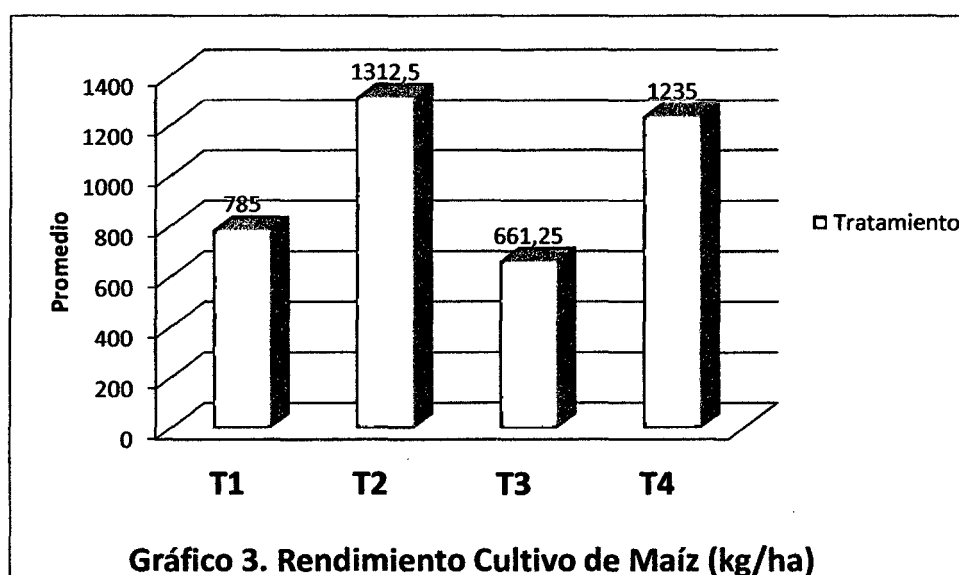
Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la Prueba de Dunçan que se indica en el Cuadro 06.

CUADRO 06: Prueba de DUNCAN del Rendimiento del Cultivo de maíz (Kg/ha)

O.M.	Tratamientos		Promedio (kg/ha)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T2	0 profundidad con abono maíz	1,312.50	a
2	T4	0 profundidad con abono maíz	1,235.00	a
3	T1	0 profundidad sin abono maíz	785.00	b
4	T3	0 profundidad sin abono maíz	661.25	b

* Promedios con letras diferentes son discrepantes.

En el gráfico 03, se puede observar el rendimiento del cultivo de maíz/hectárea, donde los mejores valores lo tienen los tratamientos T2 y T4 (con abono verde), con pesos de (1,312 y 1,235 kg/ha), mientras que los tratamientos T1 y T3 (sin abono verde) ostentan los menores valores con pesos de (785 y 661.25 kg/ha).



4.1.4. Altura de planta en el cultivo del arroz

Los resultados que corresponden a la altura de planta cultivo de arroz (m), se muestra en el ANVA (cuadro 07), donde se observa que no hay diferencia estadística significativa para tratamientos, siendo el coeficiente de variación igual a 14.89% lo que garantiza confianza experimental de los resultados. Sin embargo para precisar estos resultados se hizo la prueba de DUNCAN (cuadro 08) que muestra dos (02) grupos homogéneos, manteniendo T4 y T2 como los tratamientos que lideran el orden de mérito con promedio de 1.0750 y 1.0500 m de altura discrepando con T3 y T1 que se encuentran en penúltimo y último lugar con promedios de 0.8375 y 0.8250 m, respectivamente.

CUADRO 07: ANVA de Altura de Planta Cultivo de Arroz (m)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloque	3	0.01	0.003	0.15	3.86	6.99
Tratamiento	3	0.22	0.07	3.50 NS	3.86	6.99
Error	9	0.14	0.02			
Total	15	0.37				

NS= No Significativo

CV=14.89%

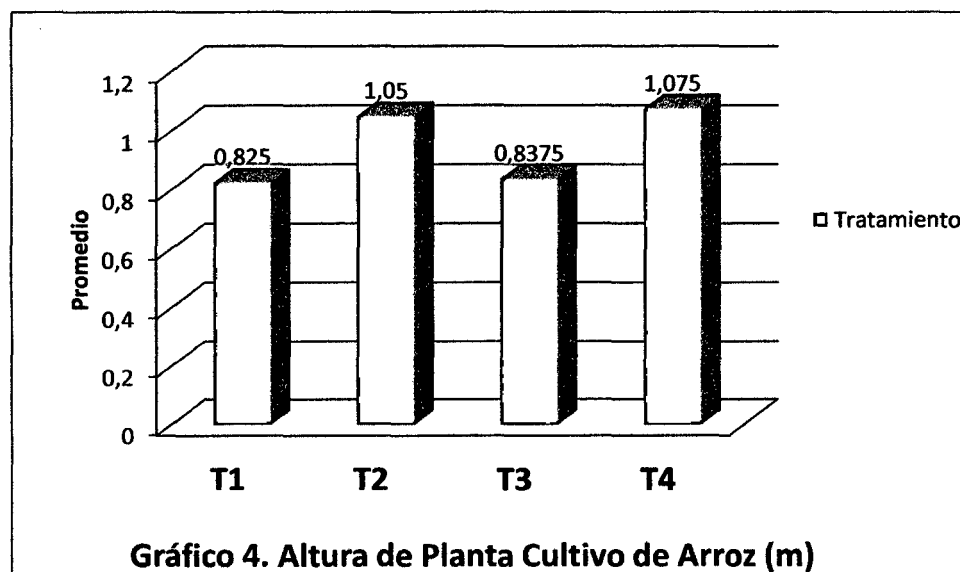
Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la Prueba de Duncan que se indica en el Cuadro 08.

CUADRO 08: Prueba de DUNCAN Altura de Planta Cultivo de Arroz (m)

O.M.	Tratamientos		Promedio (m)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T4	0 profundidad con abono arroz	1.0750	a
2	T2	0 profundidad con abono arroz	1.0500	a b
3	T3	0 profundidad sin abono arroz	0.8375	b
4	T1	0 profundidad sin abono arroz	0.8250	b

* Promedios con letras diferentes no se diferencian estadísticamente.

En el gráfico 04 se puede observar el crecimiento de los tratamientos para la variable altura de planta del cultivo de arroz, donde la mejor altura lo tienen los tratamientos T2 y T4 (con abono verde) con (1.05 y 1.075 m), mientras que los menores valores en altura lo tienen los tratamientos T1 y T3 con (0.825 y 0.8375 m).



4.1.5. Peso de 1000 granos en el cultivo del arroz (g).

Según los resultados obtenidos para el peso de 1000 granos en el cultivo de arroz, se observa en el ANVA (cuadro 09), alta diferencia estadística significativa para tratamientos; además se logró un coeficiente de variación de 28.17% que indica confianza experimental de los resultados. Sin embargo para una mejor interpretación de los promedios de los resultados se realizó la prueba de DUNCAN (cuadro 10) observando los promedios de los tratamientos separados en dos (02) grupos homogéneos; en el primer grupo están los tratamientos T4 y T2 con promedios de 23.575 kg y 22.975 kg ocupando el 1^{er} y 2^{do} lugar del orden de mérito, ambos estadísticamente homogéneos superando a los otros tratamientos que también son homogéneos, conformado por T1 y T3 con promedios de 20.300 kg y 19.325 kg, respectivamente.

CUADRO 09: ANVA del Peso de 1000 granos del Cultivo de Arroz (g)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloque	3	0.30	0.10	0.08	3.86	6.99
Tratamiento	3	50.60	16.87	13.28**	3.86	6.99
Error	9	11.40	1.27			
Total	15	62.30				

** Alta diferencia estadística significativa.

CV=28.17%

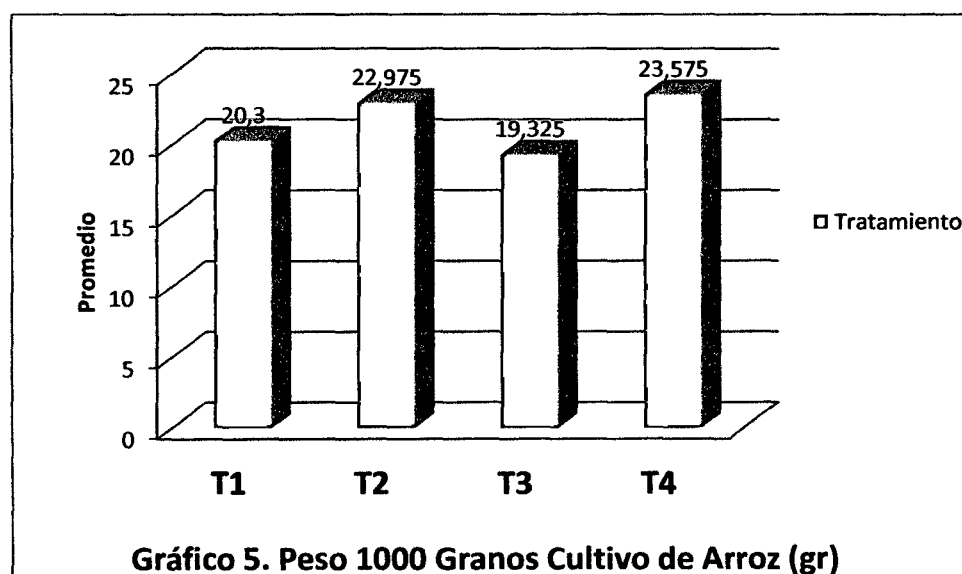
Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la Prueba de Duncan que se indica en el Cuadro 10.

CUADRO 10: Prueba de DUNCAN de 1000 granos del Cultivo de Arroz (g)

O.M.	Tratamientos		Promedio (g)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T4	0 profundidad con abono arroz	23.575	a
2	T2	0 profundidad con abono arroz	22.975	a
3	T1	0 profundidad sin abono arroz	20.300	b
4	T3	0 profundidad sin abono arroz	19.325	b

* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

En el gráfico 05, se observa que los mejores pesos de 1,000 granos lo tienen los tratamientos T2 y T4 con (22.975 y 23.575 gramos), mientras que los menores pesos lo tienen los tratamientos T1 y T3 con (20.3 y 19.325 gramos).



4.1.5. Rendimiento de grano en el cultivo del arroz (Kg/ha).

Para la variable Rendimiento de grano del Cultivo de Arroz (kg/ha), según los resultados obtenidos y que se indican en el ANVA (cuadro 11) la fuente de variación, tratamiento muestra alta diferencia estadística; presentando el coeficiente de variación de 6.53% , lo que indica confianza experimental de los resultados: Sin embargo para mayor precisión de la diferencia de los promedios obtenidos se hizo la

prueba de DUNCAN (cuadro 12), en ello se aprecia que los tratamientos T4 y T2 son estadísticamente homogéneos entre sí, con promedios de 1,150 y 1,092.50 kg/ha ocupando el 1^{er} y 2^{do} lugar de orden de mérito (O.M.); estos tratamientos superan estadísticamente a los demás tratamientos donde T1 ocupa el último lugar con promedio de 753.75 kg/ha respectivamente.

CUADRO 11: ANVA del Rendimiento de grano del Cultivo de Arroz (kg/ha).

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Bloque	3	7554	2518	0.63	3.86	6.99
Tratamiento	3	422454	140818	35.44**	3.86	6.99
Error	9	35765	3973.9			
Total	15	465773				

** Alta diferencia estadística significativa.

CV=6.53%

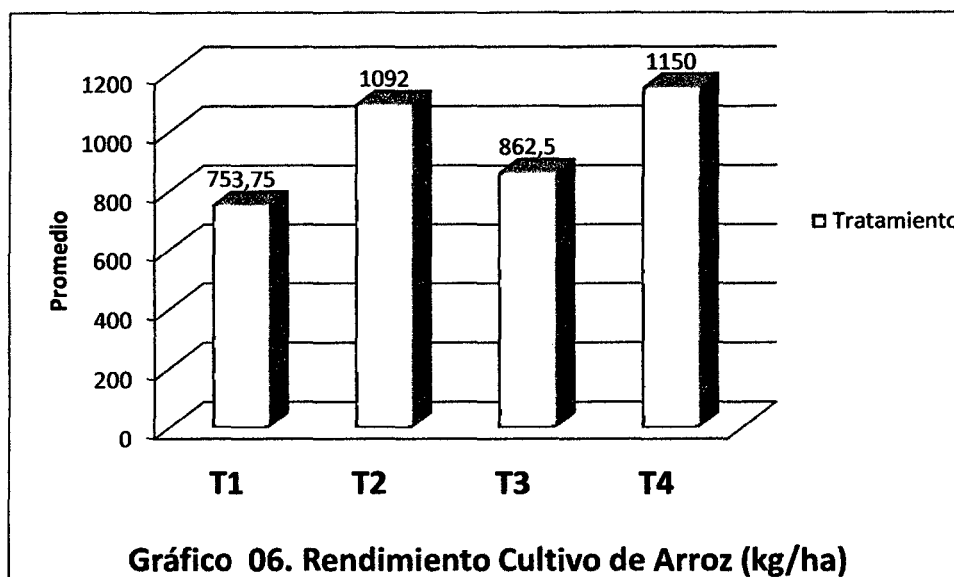
Para mejor interpretación de los resultados, se hizo la Prueba de Duncan que se indica en el Cuadro 12.

CUADRO 12: ANVA del Rendimiento de grano del Cultivo de Arroz (kg/ha).

O.M.	Tratamientos		Promedio (g)	Significación (*)
	Clave	Descripción		
1	T4	0 profundidad con abono arroz	1,150.00	A
2	T2	0 profundidad con abono arroz	1,092.00	a
3	T3	0 profundidad sin abono arroz	862.50	B
4	T1	0 profundidad sin abono arroz	753.75	c

* Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente.

En el gráfico 06 se puede observar el rendimiento por hectárea del cultivo de arroz, donde los mejores valores lo tienen los tratamientos con abono verde T2 y T4 (1,092 y 1,150 kg/ha), mientras que los menores rendimientos se observan en los tratamientos sin abono verde T1 y T3 (753.75 y 862.5 kg/ha).



4.1.6. Rentabilidad del sistema (%).

En el cuadro 13, se puede observar que la mejor rentabilidad del cultivo de maíz lo tiene el T2 con un rendimiento por hectárea de 1,312.5 kg/ha y una rentabilidad de 64.22%, seguido por el T4 con un rendimiento de 1,215.0 kg/ha con una rentabilidad de 52.02%, el tercer lugar lo ocupa el T1 con un rendimiento de 785.00 kg/ha y una rentabilidad de 32.70 % y en último lugar se ubica el T3 con un rendimiento de 661.25 kg/ha y una rentabilidad de 11.79 % respectivamente.

CUADRO 13. Rentabilidad del cultivo de maíz: (Costo por kg. del maíz S/.1.30)

Tto.	Kg/Há	V.B.P	C.C	Inst. A. Verde	Costo total	Beneficio Neto	Rentabilidad (%)
T2	1,312.5	1,706.25	649.00	390.00	1,039	667.25	64.22
T4	1,215.0	1,579.50	649.00	390.00	1,039	540.50	52.02
T1	785.00	1,020.50	769.00	0.00	769.00	251.50	32.70
T3	661.25	859.63	769.00	0.00	769.00	90.63	11.79

FUENTE: Elaboración propia.

En el cuadro 14, se puede observar que la mejor rentabilidad del cultivo de arroz lo tiene el T4 con un rendimiento por hectárea de 1,150 kg/ha y una rentabilidad de -2.72 %, seguido por el T2 con un rendimiento de 1,092 kg/ha con una rentabilidad de -7.63 %, el tercer lugar lo ocupa el T3 con un rendimiento de 862.50 kg/ha y una rentabilidad de 8.29 % y en último lugar se ubica el T1 con un rendimiento de 753.75 kg/ha y una rentabilidad de -5.36 % respectivamente.

CUADRO 14. Rentabilidad del cultivo de arroz: (costo por kg del arroz s/ 0.50).

Tto.	Kg/Há	V.B.P	C. C	Inst. A. Verde	Costo total	Beneficio Neto	Rentabilidad (%)
T4	1,150	805.00	437.50	390.00	827.50	- 22.50	- 2.72
T2	1,092	764.40	437.50	390.00	827.50	-63.10	- 7.63
T3	862.50	603.75	557.50	0.00	557.50	46.25	8.29
T1	753.75	527.63	557.50	0.00	557.50	-29.87	- 5.36

FUENTE: Elaboración propia.

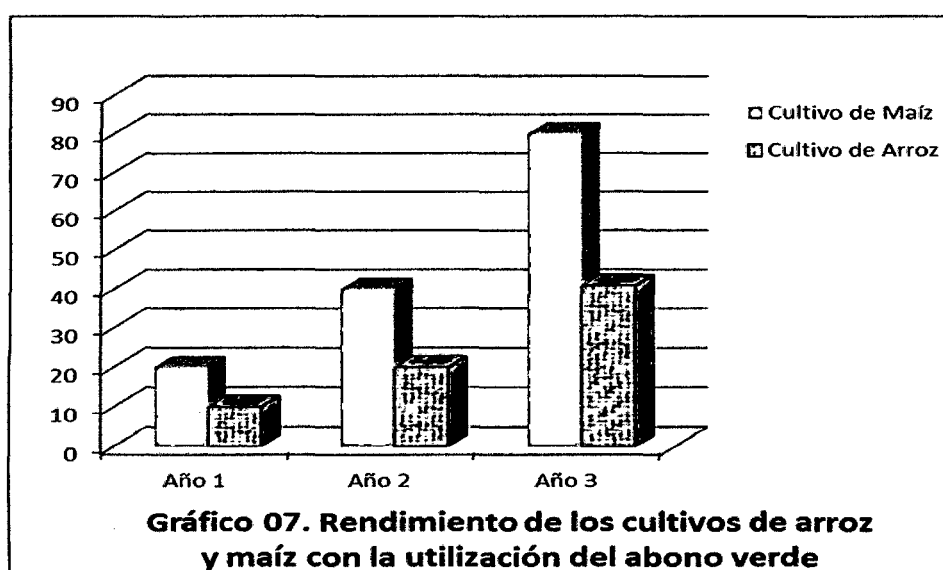
4.1.7. Influencia del Abono verde de Mucuna en el rendimiento de los cultivos de maíz y arroz en la carretera Iquitos Nauta km. 71.500.

En el Cuadro 15, podemos observar una leve mejora de los nutrientes del suelo, esto se debe a la descomposición del abono verde de mucuna por efecto de las condiciones ambientales y suelo donde se desarrolló el experimento, esto tuvo que ver con un mejor rendimiento de los cultivos y esta mejora se acrecentara conforme pasan los años, porque la respuesta de los abonos verdes no es inmediata, sino que recién las mejores respuestas a los cultivos se observarían a partir del segundo y tercer año.

Cuadro 15. Análisis de suelo antes y después de la instalación los cultivos

Nutrientes del suelo	Antes de la siembra	Después de la siembra
Materia Orgánica	6.6 %	7.11 %
Acidez de Suelo	4.50 ph	4.36 ph
Fosforo	2.9 ppm	2.5 ppm
Potasio	39 ppm	43 ppm
C.I.C	15.4 meq/100g de suelo	19.68meq/100g de suelo
Calcio	1.26 meq/100g de suelo	1.22 meq/100g de suelo
Magnesio	0.30 meq/100g de suelo	0.27 meq/100g de suelo
Potasio cambiabile	0.10 meq/100g de suelo	0.19 meq/100g de suelo
Sodio	0.14 meq/100g de suelo	0.14 meq/100g de suelo

En el grafico 7, se puede observar que el abono verde de mucuna, mejora el rendimiento de los cultivos, ofertando una mejora rentabilidad para el productor, y según autores como **Ríos, K (2009), www.produccion.com.ar (2012)**, manifiestan que la respuesta de los abonos verdes no es inmediato como se obtiene con los fertilizantes químicos, pero que si está demostrado que los rendimientos tienden a incrementarse más a partir del segundo o tercer año de usar la tecnología.



CAPITULO V

DISCUSIÓN

Los sistemas de cultivo en la región amazónica deben cambiar, ofertando al productor alternativas viables de producción sobre el uso adecuado de sus tierras, evitando el deterioro del medio ambiente, restaurando la fertilidad de sus suelos, mediante prácticas de uso de abonos verdes en sus cultivos; 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 del suelo, protegen al suelo de la erosión y la desecación durante el desarrollo vegetativo, y mejoran la circulación del agua, aseguran la renovación del humus estable, acelerando su mineralización mediante el aporte de un humus, 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, liberan sustancias orgánicas fisiológicamente activas, que tienen una acción favorable sobre el crecimiento de las plantas. **Brack, W. (1996).**

Según los resultados obtenidos en el presente experimento, se puede manifestar que en altura de planta de maíz el tratamiento T2 y el T4 (0 cm de profundidad con abono verde) presentaron el mejor promedio con 2.31 m y 2.19 m, siendo estadísticamente superior que los demás tratamientos (T3 y T1 respectivamente), de igual manera en el cultivo de arroz la mejor altura de planta lo tuvieron los tratamientos T4 y T2 (0 cm de profundidad con abono) con promedios de 1.0750 m y 1,0500 m, siendo estadísticamente superior a los tratamientos T3 y T1, dicho resultado se debe a 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 (7.11%) observada en el análisis de suelos realizado; 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). Con respecto al de peso de 1,000 granos de maíz, el mejor peso promedio lo obtuvieron los tratamientos T4 y T2 (0 cm de profundidad con abono) con 320 y 320 gramos respectivamente, en cuanto al cultivo de arroz el peso de 1,000 granos lo tienen los tratamientos T4 y T2 con promedios de 23.575 y 22.975 gramos, la respuesta positiva de esta variable es sin lugar a duda a que la planta de “mucuna” una

vez incorporada al suelo se va descomponiendo lentamente por fenómenos ambientales y microbiológicos del suelo, al mismo tiempo va liberando sustancias que sirven 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). En cuanto al rendimiento del maíz kg/ha, los mejores promedios lo obtuvieron los tratamientos T2 y T4 (0 cm de profundidad con abono) con 1,312.50 y 1,235 kg/ha respectivamente, y en último lugar el T1 (0 cm de profundidad sin abono) con 661.25 kg/ha, en cuanto al cultivo de arroz los mejores promedios lo obtuvieron los tratamientos T4 y T2 (0 cm de profundidad con abono) con promedios de 1,150 y 1,092 kg/ha, y en último lugar está el T1 con 753.75 kg/ha. Esto nos indica la respuesta del cultivo al nivel que fue incorporado como abono verde (etapa de floración); 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). Con este resultado obtenido en los tratamientos T2 y T4, puedo manifestar que se podría trabajar en suelos secundarios de la amazonia, sin alterar el ambiente ni la naturaleza, manejando adecuadamente los cultivos con tecnologías de bajos insumos (Fabáceas herbáceas) como el trabajo con *Inga edulis* en callejones reportado por (Yalta V. y Manrique, J.A., 2007).

Según los resultados de los análisis del suelo, antes del experimento, podemos manifestar que muestran variaciones en las características químicas, principalmente en los tratamientos (T2 y T4) en el que se obtuvieron mejores resultados en ambos cultivos, donde las concentraciones de materia orgánica se incrementa de (6.6% a 7.11%), 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 y esto se incrementara según literatura de trabajos consultados, después del segundo y tercer año de empleado la tecnología (Rios, K. (2000), <http://teca.fao.org/read/3645>(1998), www.produccion.com.ar(2002). En cuanto a la acidez cambiante este muestra una ligera disminución (4.50 a 4.36) 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 fólicos y húmicos. Con respecto al Fósforo disponible existe una ligera disminución (2.9 ppm a 2.5 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. El Potasio disponible se incrementó de 39 ppm a 43 ppm, como consecuencia del aporte del abono verde aplicado al suelo, ya que es un elemento de fácil liberación y de alta movilidad. La CIC se incrementó de 15.4 a 19.68 meq/100 g de suelo, debido a la formación de la materia orgánica en coloide orgánico (humus). En cuanto al Ca^{++} y Mg^{++} cambiable, se observa un leve descenso de calcio de 1.26 a 1.22 y Mg de 0.30 a 0.27 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. El K^+ cambiable muestra un ligero incremento de 0.10 a 0.19 meq/100 g de suelo, debido a la liberación del abono verde y a la mineralización de la materia orgánica. Asimismo, el Na^+ cambiable 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. **Análisis de suelos: Caracterización – 2012 – 2013.**

La aplicación de la “mucuna” como abono verde, demuestra el beneficio de esta fabácea herbácea como restaurador de la fertilidad de un suelo secundario y el beneficio de este en la mejora del rendimiento de los cultivos de maíz y arroz, de hacerse costumbre la aplicación de esta técnica por el productor a lo largo este beneficio sería muy rentable para él, porque además de mejorar los rendimientos de sus cultivos, le ahorra el mantenimiento de su parcela debido al efectivo control de malezas que ejerce sobre ellas. La abundante radiación solar presente a lo largo de todo el año en las zonas tropicales, junto a una marcada disponibilidad de humedad, hacen que el desarrollo de la vegetación en estas zonas sea rápido y exuberante; de modo que la abundante materia orgánica es la mayor riqueza con que contamos para una agricultura poco dependiente de insumos energéticos externos, sean estos fertilizantes sintéticos o incluso materias orgánicas. Las coberturas vegetales son las fuentes de nutrientes más baratas que tenemos en los trópicos para mantener, mejorar o restituir la fertilidad del suelo. Toda planta que crece está tomando nutrientes del medio: suelo, aire y agua. Estos nutrientes están en ella, en sus partes (hojas, ramas, flores, frutos), por lo tanto si la cortamos y la incorporamos al suelo o la dejamos que se descomponga sobre éste, estamos reciclando sus nutrientes, y entonces esa planta

estará cumpliendo la función de abono verde. Risto K. y Flores S. (1998); **Manual de Fertilizantes (2000)**; J. Porta, M. López. Acevedo, C. Roquero. (1999); Rodríguez (1991); Rasanen (1993); Sánchez, P. (1993); Honorato, P. (2001);

En la selva amazónica existen en la actualidad grandes áreas de suelos secundarios, ocasionados por un inadecuado manejo de los cultivos tradicionales de pan llevar, el cual afecta la producción y economía del productor, con el presente trabajo se demostró que manteniendo la práctica de cultivar especies de fabáceas herbáceas, e incorporarlo como abono verde, esto puede mejorar el rendimiento productivo considerablemente, repercutiendo una mejora en la economía del productor. A todo esto el *Stylobium deeringianum* “Mucuna”, 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 las bacterias del género *Rhizobium*, los cuales tienen la particularidad de mejorar las características físico-química del suelo, porque además de fijar Nitrógeno, mantienen 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, además si el productor se familiarizaría con esta técnica se pudiese minimizar los efectos de deforestación y migración por busca de mejores suelos para la producción de sus cultivos. **CEADU - Centro de Estudios, Análisis y Comunicación del Uruguay - info@ceadu.**

Con respecto a la rentabilidad se observa que para el **cultivo de arroz** los tratamientos T4 y T2 (con abono) muestran un porcentaje negativo no muy significativo con respecto al T3 (sin abono) que muestra un porcentaje de 8.29% de rentabilidad, esto se debe al costo de instalación del abono verde, pero esto será solo en el primer año, porque la mejor productividad o rendimiento de los cultivos se observaran a partir del 2do y 3er año de instalado el sistema, con respecto al **cultivo de maíz** los mejores porcentaje de rentabilidad lo tienen los T2 y T4 (con abono) con 64.22% y 52.02% respectivamente, esto también tiende a mejorar después del segundo y tercer año de instalado el sistema. (Rios, K. (2000), [http://teca.fao.org/read/3645\(1998\)](http://teca.fao.org/read/3645(1998)), [www.produccion.com.ar\(2002\)](http://www.produccion.com.ar(2002))).

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

1. Se observan diferencias en cuanto a la altura de planta de maíz y arroz con incorporación del abono verde de “mucuna”, siendo el T2 y el T4 (0 cm de profundidad con abono), que alcanzaron la mayor altura de planta con 2.31 m y 2.19 m en el maíz, en cuanto al arroz la mayor altura lo tienen el T4 y el T2 con 1.0750 m y 1.0500 m respectivamente, estos dos son homogéneos estadísticamente, pero superiores a los tratamientos T1 y T3 (sin abono) quienes mostraron los menores valores de altura de planta.
2. En cuanto al peso de 1,000 granos de los cultivos de maíz y arroz lo obtuvieron los tratamientos T4 y T2 con abono (320 g y 320 g para el cultivo maíz y 23.575 g y 22.975 g para el cultivo de arroz), mientras que los últimos lugares lo ocupan los tratamientos T1 y T3 (sin abono) en ambos cultivos.
3. En cuanto al rendimiento de grano en kilogramos por hectárea, los tratamientos T2 y T4 (con abono verde), mostraron los mejores rendimientos (1,312.50 y 1,235 kg/ha, para el cultivo de maíz y 1,150 y 1,092 kg/ha, para el cultivo de arroz), siendo estos homogéneos entre sí, pero superiores estadísticamente a los demás tratamientos (T1 y T3 sin abono).
4. En las condiciones de clima y suelo, en la cual se desarrolló el experimento, se obtuvo rendimientos aceptables de los cultivos de arroz y maíz; esto fue debido al aporte de materia verde de la mucuna el cual fue de 3,300 kg/m², (495,000 kg/ha). La aplicación del *Stylobium deeringianum* (mucuna) como abono verde, mejora las propiedades físicas, químicas del suelo.
5. Con respecto a la **rentabilidad del sistema**, la mejor oferta lo tiene el **cultivo de maíz** (con abono verde) donde el T2 muestra una rentabilidad de 64.22% y el T4

52.02%, con respecto al **cultivo de arroz**, la mejor rentabilidad lo muestra el T3 (sin abono verde) con 8.29% y el T4 (con abono) con una rentabilidad de -2.72%.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

1. Utilizar el T2 y el T4 (0 cm de profundidad con abono verde de mucuna) por ser los tratamientos que obtuvieron los mejores rendimientos en todas las variables estudiadas en los cultivos de arroz y maíz.
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 del suelo y su relación con el rendimiento de los cultivos.
3. Emplear como abono verde la *Stylobium deeringianum* (mucuna), 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, ya que después del segundo año y tercer año de manejo de esta Fabácea como abono verde se pueden observar mejoras más significativas en los rendimientos, debido al mayor tiempo de descomposición y fijación del Nitrógeno; además es una de las alternativas para desarrollar sosteniblemente programas agrícolas en nuestra región, sin causar contaminación y desequilibrio en el ambiente.

CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFORESTERIA EN LAS AMÉRICAS. 1994.

AGRUCO. 1999. Enfoque agroecológico y la inclusión de la Agroforesteria, el aumento de las prácticas de conservación de suelos.

ALCALÁ. 2001. Sistema Agroecológico, indicadores de sostenibilidad. Edición. Trilles. México

ASOCIACIÓN DE AGRICULTURA AGROECOLÓGICA-PUERTO MALDONADO-PERÚ. 1996.

BRACK, W. 1996. Experiencias Agroforestales Exitosas en la Cuenca Amazónica – tca.

BUOL, 1988. Génesis y clasificación de los suelos. Edición. Trilles. México. Pág. 417

BOHN, H.L. 1993. Química de suelos. Edición. Trilles. México.

CEADU - Centro de Estudios, Análisis y Comunicación del Uruguay - info@ceadu.

FASSBENDER, H. 1987. Química de los suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Servicio Editorial IICA. San José de Costa Rica. 420 p.

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 MagSci. Turrialba, Costa Rica, Pág. 94.

GROS, A. 1986. Abonos. Guía práctica de la fertilización. Editorial Mundi. Madrid – España. Pág. 356.

HINRICH, L. 1993. Química del Suelo. Editorial Linasa. México, España, Argentina, Colombia, Costa Rica. 370 p.

HONORATO, P. 2001. Manual de Edafología 4ta Edición, México 267 p.

KAUFFMAN, 1998. Solgreph a soil And climatic datos presentation and assesrincert program, International soil reference as information centes. Boletín técnico N° 25 Holand. 26 pág.

LÓPEZ. 1997. Rendimiento de híbridos de maíz según dos estrategias de manejo de malezas. CATIE.

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.

MANUAL AGROPECUARIO. 2002. Tecnologías Orgánicas de la Granja Integral Autosuficiente. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá-Colombia. 1191 p.

MANUALES PARA EDUCACIÓN AGROPECUARIA. 2003. El arroz. Área Producción Vegetal 11. Editorial Trillas. 62 paginas.

MANUAL DE FERTILIZANTES. 2000. Agencia Para el Desarrollo Internacional. Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores, Balderas México, D.F.

MANUAL PARA EL EXTENSIONISTA. 1997. Cultivo de Frutales Nativos Amazónicos, Lima-Enero.

MERAYO, A. 2007. Ficha Técnica, Unidad de Fitoproteccion CATIE. Dirección actual: Bayer, San José, Costa Rica.

MULLA, D.J. y SCHEPERS, J.S. 1997. Key processes and properties for site-specific soil an crop management. p. 1-18. In: Pierce, F.J. y Sadler, E.J (editors). The state of site-specific management for agriculture. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.

MUÑOZ G. y FERNÁNDEZ, G. 1993. Descriptores varietales: arroz, frejol, maíz, sorgo. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Publicación CIAT, Cali, Colombia, 177 p.

PLANT, R.E. 2001. Site Specific Management: the application of information technology to crop production. *Computers and Electronic in Agriculture* 30: 9-29.

PLASTER, E. 2000. La Ciencia del Suelo y su Manejo. Editorial Paraninfo, España. 419 p.

POCKNEE, S.; 1996. Directed Soil Sampling. In: Roberts, P.C.; Rust, R.H. and Larson, W.E. (Ed.) *Proceeding of the 3rd International Conference of Precision Agriculture*. Minneapolis, Minnesota. ASA-CSSSSSA, Madison, WI.

PORTA J., M. LÓPEZ Y C. ROQUERO. 1999. Edafología Para la Agricultura y el Medio Ambiente, 2da Edición, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1997. "Manual internacional de fertilidad de suelos". PPI, 655 Engineering Drive, GA 30092-2837, USA. Capítulo 2.

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.

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.

RISTO, K. y FLORES, S. 1998. Geoecología y Desarrollo Amazónico, Estudio Integrado en la Zona de Iquitos. TurunYliopisto-Turku.

ROEL, A. y PLANT, R.E. 2004. Factors Underlying Yield Variability in Two California Rice Fields. *Agronomy Journal* 96: 1481-1494.

RODRÍGUEZ, 1991. Los suelos del área inundable de la Amazonia Peruana. Limitaciones y estrategias para una investigación. *Folia Amazónica*. IIAP. Vol. 2.

SÁNCHEZ, P. 1993. Suelos del trópico. Características y manejo. Edición HCA. San José Costa Rica. Pág. 467.

SURAJIT K. DE DATTA. (1986) Producción de Arroz. Fundamentos y Prácticas. Editorial Limusa. 690 pág.

TAMHANE y MOTIRAMANI. 1979. Suelos, su Química y Fertilidad en zonas Tropicales. Editorial. Diana. México. 483 p.

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.

ZAVALETA, A. 1992. Edafología. CONCYTEC. Lima – Perú. Pág. 223.

www.ciedperu.org/bae/b64c.htm.(2000)

<http://teca.fao.org/read/3645>(1998)

www.producción.com.ar/2002/02dic_03.htm

<http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s30.htm>.

wikipedia.org/wiki/Abono_verde

<http://ecaths1.s3.amazonaws.com/forrajecultura/ABONOS%20VERDES>.

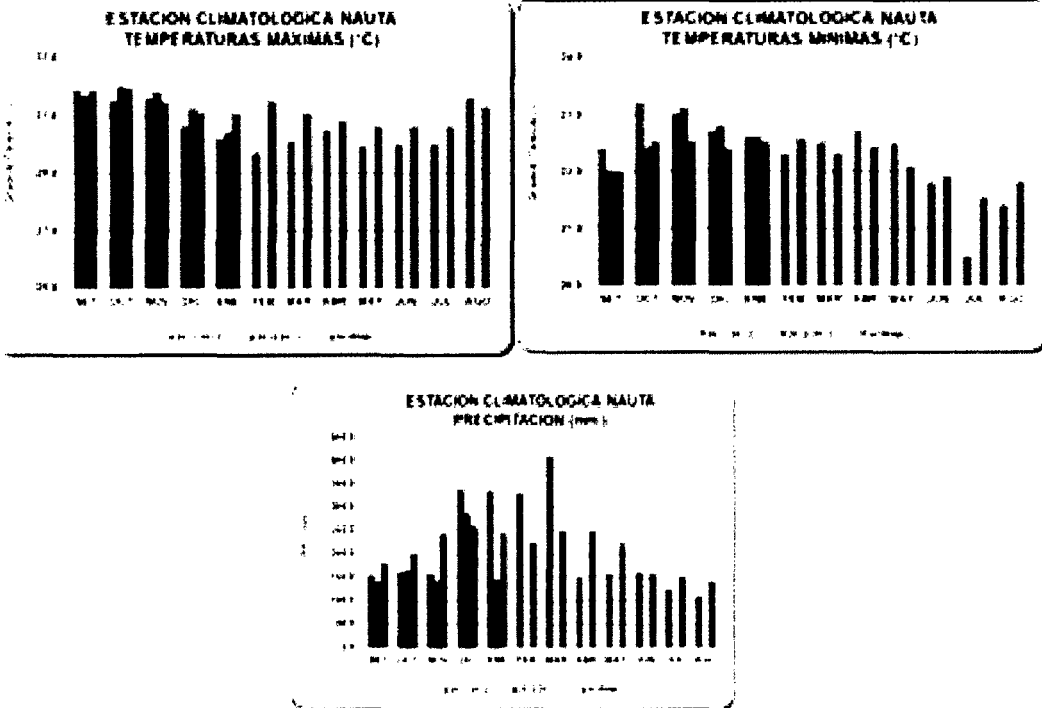
ANEXO N° 01:

DATOS METEOROLÓGICOS MARZO 2012 – ENERO 2013 ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA NAUTA

LAT. : 04°31'10" **DPTO.** : LORETO
LONG: : 73° 36'01" **PROV.** : LORETO
ALT. : 137 m.s.n.m. **DISTR.** : NAUTA

MESES	Temperaturas		Promedio °C	Precipitación pluvial (mm)	Humedad Relativa (%)
	Máx. °C	Min. °C			
MARZO	30.1	22.5	26.3	410.8	88
ABRIL	30.5	22.7	26.6	147.6	88
MAYO	29.9	22.5	26.2	157.1	88
JUNIO	30.0	21.8	25.9	160.1	86
JULIO	30-0	20.5	25.25	123.5	86
AGOSTO	31.6	21.4	26.5	109.1	89
SETIEMBRE	31.7	22.0	26.85	140.3	85
OCTUBRE	32.0	22.4	27.2	163.1	84
NOVIEMBRE	31.8	23.1	27.45	141.8	87
DICIEMBRE	31.2	22.8	27.0	285.1	87
ENERO	30.4	22.6	26.5	143.1	88
<hr/>					
TOTAL	339.2	244.3	291.75	1,981.6	956
PROMEDIO	30.8	22.2	26.5	180.15	86.9

FUENTE: Ministerio de Agricultura. Dirección Regional Agraria Loreto. Dirección de Información Agraria.



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 : NAUTA

Referencia : H.R. 16980-071C-12

Bolt.: 2569

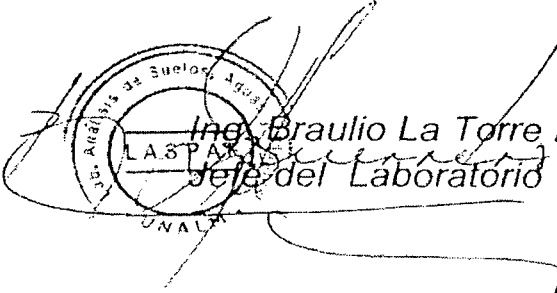
Provincia : NAUTA

Predio :

Fecha : 20/03/2012

Número de Muestra		C.E.		Análisis Mecánico					Clase	CIC	Cambiables					Suma de cationes	Suma de Bases	% sat. 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.	4.50	0.29	0.00	6.6	2.9	39	74	21	5	Fr.A.	15.4	1.26	0.30	0.10	0.14				2.10

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


Ing. Braulio La Torre Martínez
Jefe del Laboratorio

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DEL SUELO

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salicidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 ó en extracto de la pasta de saturación (es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1: 2.5.
4. Calcareao total (CaCO₃): método de gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánica con dicromato de potasio: %M.O.=%Cx1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.05M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄) N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃-COOCH₄) N; pH 7.0
10. Ca⁺² Mg⁺² Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio (CH₃-COONH₄) N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
11. Al⁺³ + H⁺; método de Yuan. Extracción con KCl, N
12. Iones solubles:
 - a) Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺ solubles fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - b) Cl, CO₃= HCO₃= NO₃ solubles: volumetría y colorimetría, SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario
 - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

- 1 ppm= 1 mg/kilogramo
 1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
 1 milliequivalente /100 = 1 cmol (+)/kg
 Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
 CE (1:1) mmho/cm x 2 = CE (es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACIÓN

Salicidad		Materia Orgánica	Fósforo Dipsonible	Potasio Disponible	Relaciones Catiónicas
Clasificación del Suelo	CE(es)	%	ppm P	ppm K	Clasificación
* muy ligeramente salino	<2	<2.0	<7.0	<100	*Normal
*ligeramente salino	2 - 4	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg
* moderadamente salino	4 - 8	>4.0	>14.0	>240	*defc. K
* fuertemente salino	>8				*defc. Mg

Reacciones o pH		CLASES TEXTUALES		Distribución de Cationes %	
Clasificación del suelo	pH	A = arena	Fr.Ar.A = franco arcilloso arenoso	Ca ⁺²	=
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr. = arena franca	Fr.Ar. = franco arcilloso	Mg ⁺²	=
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A = franco arenoso	Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso	K ⁺	=
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr. = franco	Ar.A = arcilloso arenoso	Na ⁺	=
*neutro	7.0	Fr.L. = franco limoso	Ar.L. = arcilloso limoso		
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L. = limoso	Ar. = arcilloso		
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4				
*fuertemente alcalino	>8.5				



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



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : RAFAEL CHAVEZ VASQUEZ

Departamento : LORETO

Distrito : NAUTA

Referencia : H.R. 39988-037C-13

Bolt.: 9853

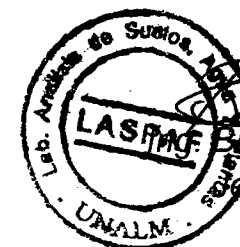
Provincia :

Predio :

Fecha : 24/04/13

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
5368	Prof. 0-20 Cm.	4.36	0.26	0.00	7.11	2.5	43	71	23	6	Fr.A.	19.68	1.22	0.27	0.19	0.14	2.30	4.12	1.82	9

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; 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



Rafael Chavez Vasquez
Rafael La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio

ANEXO 4

GLOSARIO

ABONAMIENTO.- Proceso mediante el cual se incorpora al suelo material orgánico, fertilizante o enmienda con el fin de mejorar las características físico-químicas de la misma.

ABONO ORGÁNICO.- Es una forma de fertilizar los suelos sin contaminarlos, empleando residuos vegetales, coberturas, excrementos de animales, etc., mejorando su estructura, aumentando la retención de agua y facilitar una mejor disponibilidad de los nutrientes, con finalidad mejorar su composición botánica y productiva de los cultivos.

ABONOS VERDES.- Son plantas que al ser incorporadas al suelo lo protegen de la erosión y la desecación, mejoran la circulación del agua, aseguran la renovación del humus estable acelerando su mineralización, 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, liberan sustancias orgánicas fisiológicamente activas, que tienen una acción favorable sobre el crecimiento de las plantas y su resistencia al parasitismo, limitan el desarrollo de malezas, directamente por el efecto de la cubierta vegetal sobre el suelo.

ANÁLISIS DE VARIANCIA.- Es una técnica estadística que sirve para analizar la variación total de los resultados experimentales de un diseño en particular, descomponiéndolo en fuentes de variación independientes atribuibles a cada uno de los efectos en que constituye el diseño experimental.

ANÁLISIS DE SUELO.- Métodos o técnicas que tienen como objeto determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; ello ayuda a

seguir la evaluación de la fertilidad del suelo y establecer los planes de abonamiento de un cultivo.

COBERTURA.- A La proporción de la superficie del suelo que es cubierta por el dosel, visto desde lo alto.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD.- Es una medida de variabilidad relativa (sin unidades de medida) cuyo uso es para cuantificar en términos porcentuales la variabilidad de las unidades experimentales frente a la aplicación de un determinado tratamiento.

CONSERVACIÓN.- Esfuerzo consciente para evitar la degradación excesiva de los ecosistemas. Uso presente y futuro, racional, eficaz y eficiente de los recursos naturales y su ambiente.

DESARROLLO SOSTENIBLE.- Es aquél desarrollo capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. Intuitivamente una actividad sostenible es aquella que se puede mantener.

DENSIDAD.- El número de unidades (por ejemplo, plantas o tallos secundarios) que hay por unidad de área.

DISEÑO EXPERIMENTAL.- Es un proceso de distribución de los tratamientos en las unidades experimentales; teniendo en cuenta ciertas restricciones al azar y con fines específicos que tienden a disminuir el error experimental.

EVALUACIÓN.- Proceso sistemático y objetivo que busca determinar los efectos y el impacto de un plan, programa y/o proyecto planeado, en ejecución o determinado con relación a las metas definidas a nivel de proyectos y resultados, tomando en consideración los supuestos señalados en el marco lógico.

FABACEAS HERBÁCEAS.- Son plantas que tienen un sistema radicular pivotante, con presencia de raíces primarias, secundarias y terciaria, adheridas a ellas se observa la presencia de nódulos radiculares que contienen la bacteria del género *Rhizobium* encargadas de capturar el Nitrógeno atmosférico y fijarlo al suelo, son plantas usadas como coberturas y abonos verdes en general.

HUMUS.- El humus es un estado de descomposición de la materia orgánica, 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, una de sus propiedades más importante es su alta capacidad de cationes de cambio que absorbe nutrientes disponibles, evita el lavado y los pone a disposición de las plantas, además sirve de sostén a un gran número de productos orgánicos en el suelo o que son sintetizados por los microbios, es el material orgánico que los microorganismos del suelo han transformado en una forma estable.

MACRO NUTRIENTES.- Son los elementos indispensable mayores (N, P y K) que un suelo requiere en mayor cantidad para el desarrollo eficiente de los cultivos, su escasez en el suelo predispone a la planta a una pérdida o disminución de la cosecha.

MATERIA ORGÁNICA.- Todo residuo o desecho de organismos vivos (plantas o animales) constituye la fuente de materia orgánica. El humus puede ser considerado como un estado de descomposición de la materia orgánica

MICRO NUTRIENTES.- Son elementos menores que un suelo los requiere en menor proporción, pero que son indispensable para la producción de los cultivos, entre ellos tenemos: Fe, Mn, Mg, Z, Ca, etc.

PRUEBA DE DUNCAN.-Prueba de significancia estadísticas utilizadas para realizar comparaciones precisas, se aplica aun cuando la de la prueba de Fisher en el análisis de varianza no es significativa.

RENTABILIDAD.- La rentabilidad es la capacidad que tiene algo para generar suficiente utilidad o ganancia, un negocio es rentable cuando genera mayores ingresos que egresos, es un índice que mide la relación.

SUELO DE ALTURA.- Por lo general se encuentran en mesetas o depresiones con fisiografía plana, están mal drenados y tienen varios tipos de suelos como los arcillosos, franco arcilloso y suelos arenosos. En los bosques de suelos arcillosos se desarrollan palmeras pequeñas de un promedio de 5 m de altura como las formaciones de yarinales, en suelos franco arcilloso, se desarrollan palmeras también pequeñas como *Lepidocaryum tenue* (Irapay), en los suelos arenosos es común los varillales cuyos árboles son delgados y rectos y no desarrollan mucho grosor, son llamados Chamizales cuando la vegetación es arbustiva (menos de 3 m. altura) con árboles emergentes dispersos de hasta 8 m.

SUELO ULTISOL.- Suelo con buen desarrollo de perfil, ácidos, poco salinos y pobres en nutrientes, con un porcentaje de saturación de bases menor a un 35 % con alta saturación de aluminio y baja capacidad de bases cambiables.

SOSTENIBILIDAD.- Desarrollo que cubre las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras de cubrir sus necesidades, entre la utilidad o la ganancia obtenida, y la inversión o los recursos que se utilizaron para obtenerla.

TRATAMIENTO.- Los tratamientos vienen a constituir los diferentes procedimientos, procesos, factores o materiales y cuyos efectos van a ser medidos y comparados. El tratamiento establece un conjunto de condiciones experimentales que deben imponerse a una unidad experimental dentro de los confines del diseño seleccionado.

ANEXO N° 05

CALENDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS

Actividades	Fechas
Preparación del terreno	01-03-2012
Siembra de la Mucuna	01-04-2012
Germinación de la Mucuna	10-04-2012
Cobertura 70% Mucuna	15-07-2012
Cobertura 95% Mucuna	21-09-2012
Corte e incorporación de la Mucuna como abono verde	21-09-2012
1.- Siembra del arroz var. Tarapotino.	28-09-2012
Germinación	03-10-2012
Floración del arroz.	10-11-2012
Cosecha del arroz.	30-01-2013
2.- Siembra de maíz M-28	28-09-2012
Germinación 80% del maíz.	25-10-2012
Raleo 2 plantas/golpe.	25-10-2012
Floración del maíz.	30-11-2012
Cosecha del maíz.	30-01-2013

ANEXO N° 06

COSTO TOTAL DE 1 HA DE ARROZ SIN ABONO

ACTIVIDADES	JORNALES	COSTO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
Gastos Directos			
Limpieza del terreno	5 Jornales	15.00	75.00
Compra de semilla botánica	15 kg	0.30	4.50
Alineamiento y siembra	6 jornales	15.00	90.00
Deshierbo	10 jornales	15.00	150.00
Cosecha	10 jornales	15.00	150.00
Gastos Indirectos			
Transporte	1 viaje	50.00	50.00
Sacos	23 unidades	1.00	23.00
Carguío	1 Jornal	15.00	15.00
COSTO DE PRODUCCIÓN			557,50
Gastos Generales			
(Impuestos, Derechos laborales, Essalud, etc.) 50% de M.O.	Global		234.75
TOTAL	0.00	0-00	792.25

COSTO TOTAL DE 1 HA DE ARROZ CON ABONO DE MUCUNA

ACTIVIDADES	JORNALES	COSTO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
Gastos Directos			
Limpieza del terreno	5 Jornales	15.00	75.00
Compra de semilla botánica	15 kg	0.30	4.50
Alineamiento y siembra	6 jornales	15.00	90.00
Incorporación del abono	2 jornales	15.00	30.00
Cosecha	10 jornales	15.00	150.00
Gastos Indirectos			
Transporte	1 viaje	50.00	50.00
Sacos	23 unidades	1.00	23.00
Carguío	1 Jornal	15.00	15.00
COSTO DE PRODUCCIÓN			437.50
Gastos Generales			
(Impuestos, Derechos laborales, Essalud, etc.) 50% de M.O.	Global		174.75
TOTAL	0.00	0-00	612.25

COSTO TOTAL DE 1 HA DE MAÍZ SIN ABONO

ACTIVIDADES	JORNADAS	COSTO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
Gastos Directos			
Limpieza del terreno	5 Jornadas	15.00	75.00
Compra de semilla botánica	15 kg	1.00	15.00
Siembra	4 jornales	15.00	60.00
Deshierbo	10 jornales	15.00	150.00
Desahijé y aporque	10 jornales	15.00	150.00
Cosecha	10 jornales	15.00	150.00
Gastos Indirectos			
Transporte	6 pasajes	10.00	60.00
Sacos	34 unidades	1.00	34.00
Carguío	5 Jornales	15.00	75.00
COSTO DE PRODUCCION			769.00
Gastos Generales			
(Impuestos, Derechos laborales, Essalud, etc.)	0.00	265.00	300.00
TOTAL	0.00	0-00	1,069.00

COSTO TOTAL DE 1 HA DE MAÍZ CON ABONO DE MUCUNA

ACTIVIDADES	JORNADAS	COSTO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
Gastos Directos			
Limpieza del terreno	5 Jornadas	15.00	75.00
Compra de semilla botánica	15 kg	1.00	15.00
Siembra	4 jornales	15.00	60.00
Incorporación del abono	2 jornales	15.00	30.00
Desahijé y aporque	10 jornales	15.00	150.00
Cosecha	10 jornales	15.00	150.00
Gastos Indirectos			
Transporte	6 pasajes	10.00	60.00
Sacos	34 unidades	1.00	34.00
Carguío	5 Jornales	15.00	75.00
COSTO DE PRODUCCION			649.00
(Impuestos, Derechos laborales, Essalud, etc.)	0.00	265.00	240.00
TOTAL	0.00	0-00	889.00

**COSTO TOTAL DE INCORPORACIÓN DE MUCUNA EN CULTIVOS DE
ARROZ Y MAIZ**

ACTIVIDADES	JORNADAS	COSTO UNITARIO S/.	TOTAL
Limpieza del terreno	10 Jornadas	15.00	150.00
Compra de semilla Botánica	30 kg	3.00	90.00
Siembra	6 jornales	15	90.00
Incorporación de la mucuna	4 jornales	15	60.00
			S/. 390.00

RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE ARROZ: (Costo por kg del arroz S/ 0.70)

Tto.	Kg/Há	V.B.P	C. C	Inst. A. Verde	Costo total	Beneficio Neto	Rentabilidad (%)
T4	1,150	805.00	437.50	390.00	827.50	- 22.50	- 2.72
T2	1,092	764.40	437.50	390.00	827.50	-63.10	- 7.63
T3	862.50	603.75	557.50	0.00	557.50	46.25	8.29
T1	753.75	527.63	557.50	0.00	557.50	-29.87	- 5.36

FUENTE: Elaboración propia.(beneficio neto / costo total)x100

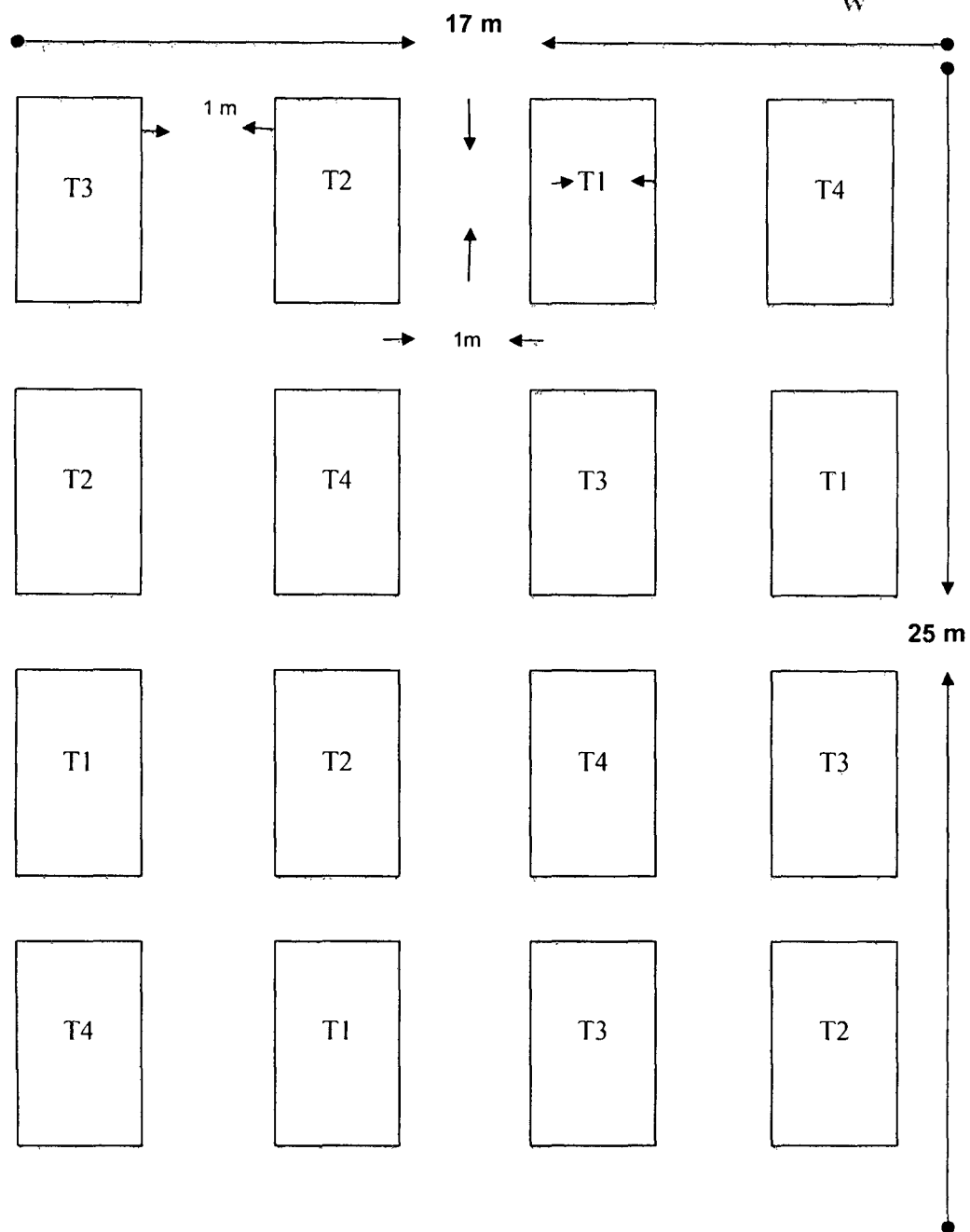
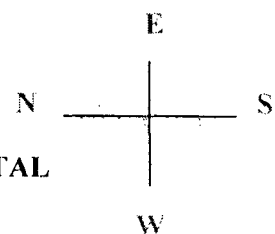
RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ: (Costo por Kg. de maíz S/1.30)

Tto.	Kg/Há	V.B.P	C.C	Inst. A. Verde	Costo total	Beneficio Neto	Rentabilidad (%)
T2	1,312.5	1,706.25	649.00	390.00	1,039	667.25	64.22
T4	1,215.0	1,579.50	649.00	390.00	1,039	540.50	52.02
T1	785.00	1,020.50	769.00	0.00	769.00	251.50	32.70
T3	661.25	859.63	769.00	0.00	769.00	90.63	11.79

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO N° 07

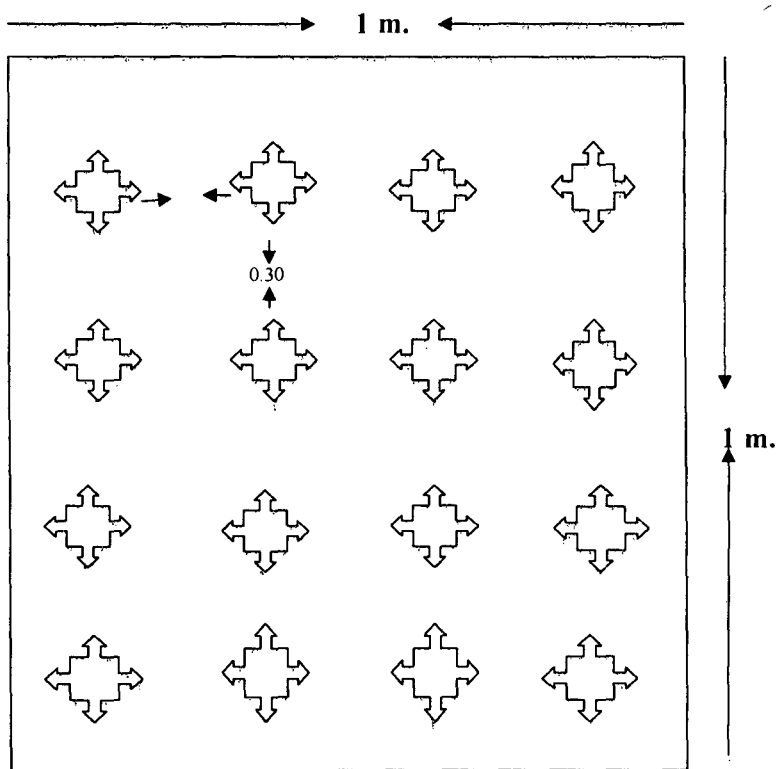
CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



Nota: 16 camas (3m x 5m c/u). Área Total = 425 m²

ANEXO N° 08
EVALUACIÓN DEL ARROZ (m²)

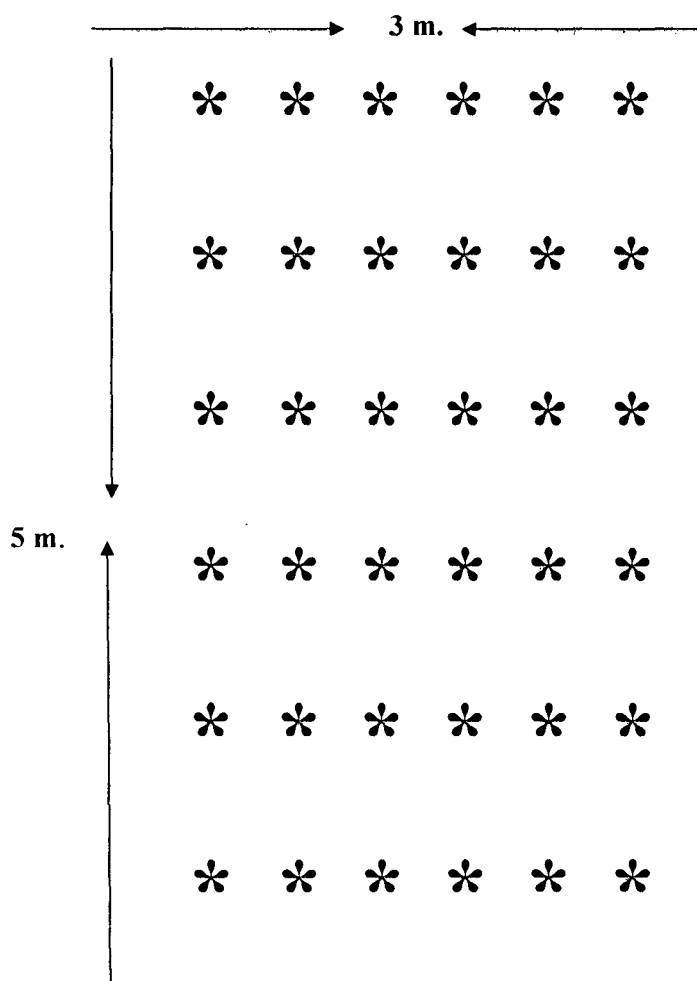
Densidad de siembra 0.30 entre planta 0.30 entre hileras



ANEXO N° 09

EVALUACIÓN DE LA PARCELA DE MAÍZ (49m²)

Densidad de siembra 0.50 entre planta, 0.80 entre hileras.



ANEXO N° 10
DATOS ORIGINALES

ALTURA DE PLANTA DEL CULTIVO DE MAIZ (m.)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	TOTAL	\bar{X}
I	1.60	2.20	2.00	2.15	7.95	1.9875
II	1.80	2.40	1.80	2.20	8.2	2.05
III	1.70	2.35	1.65	2.30	8.0	2.0
IV	1.90	2.30	1.70	2.10	8.0	2.0
T	7.00	9.25	7.15	8.75	32.15	8.0375
\bar{X}	1.75	2.3125	1.7875	2.1875	8.0375	2.009375

ANEXO N° 11

PESO DE 1000 GRANOS DEL CULTIVO DE MAIZ (g)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	TOTAL	\bar{X}
I	260	310	260	320	1,150	287.5
II	250	310	270	330	1,160	290
III	260	310	280	335	1,185	296.25
IV	270	330	260	310	1,170	292.5
T	1,040	1,260	1,070	1,295	4.665	1,166.25
\bar{X}	260	315	267.5	323.75	1.16625	291.5625

ANEXO N° 12

RENDIMIENTO DE GRANO DEL CULTIVO DE MAIZ (kg/ha)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	TOTAL	\bar{X}
I	670	1,300	645	1,250	3,865	966.25
II	750	1,200	525	1,340	3,815	953.75
III	870	1,350	655	1,200	4,075	1,018.75
IV	850	1,400	820	1,150	4,220	1,055
T	3,140	5,250	2,645	4,940	15,975	3,993.75
\bar{X}	785	1,312.5	661.25	1,235	3,993.75	998.4375

ANEXO N° 13

DATOS ORIGINALES

ALTURA DE PLANTA DEL CULTIVO DE ARROZ (m.)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	TOTAL	\bar{X}
I	0.90	1.00	0.80	1.10	3.8	0.95
II	0.70	1.10	0.90	1.00	3.7	0.925
III	1.00	0.90	0.80	1.20	3.9	0.975
IV	0.70	1.20	0.85	1.00	3.75	0.9375
T	3.3	4.2	3.35	4.3	15.15	3.7875
\bar{X}	0.825	1.05	0.8375	1.075	3.7875	0.946875

ANEXO N° 14

PESO DE 1000 GRANOS DEL CULTIVO DE ARROZ (gr.)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	TOTAL	\bar{X}
I	20.1	24.6	18.3	23.6	86.6	21.65
II	20.4	22.2	20.3	22.8	85.7	21.425
III	21.3	21.6	18.5	24.2	85.6	21.4
IV	19.4	23.5	20.2	23.7	86.8	21.7
T	81.2	91.9	77.3	94.3	344.7	86.175
\bar{X}	20.3	22.975	19.325	23.575	86.175	21.54375

ANEXO N° 15

RENDIMIENTO DE GRANO DEL CULTIVO DE ARROZ (kg/ha)

BLOQUE	T1	T2	T3	T4	TOTAL	\bar{X}
I	645	1,090	850	1,150	3,735	933.75
II	750	1,100	800	1,200	3,850	962.5
III	800	1,100	980	1,100	3,980	995.0
IV	820	1,080	820	1,150	3,870	967.5
T	3,015	4,370	3,450	4,600	15,435	3,858.75
\bar{X}	753.75	1,092.5	862.5	1,150	3,858.75	964.6875

ANEXO N° 16

FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO EXPERIMENTAL



Foto 1. Preparación de las parcelas experimentales



Foto 2. Cultivo de Mucuna para obtención de semilla botánica



Foto 3. Establecimiento en campo definitivo de la Mucuna



Foto 4. Floreación de la Mucuna (momento de su incorporación al suelo)



Foto 5. Fruto de la Mucuna



Foto 6. Cultivo de maíz con abono verde de Mucuna



Foto 7. Mazorca del cultivo de Maíz.



Foto 8. Fruto para cosecha del cultivo de Maíz. (110 a 120 días)



Foto 9. Cultivo de Maíz sin Abono Verde de Mucuna

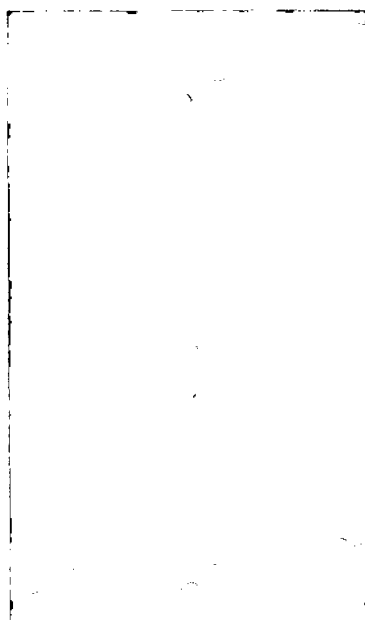


Foto 10. Frutos y Granos del cultivo.



0028



Foto 11. Cultivo de Arroz sin Abono Verde de Mucuna



Foto 12. Cultivo de Arroz con Abono Verde de Mucuna



Foto 13. Cultivo del arroz con Abono verde de Mucuna