

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



COMPORTAMIENTO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* Linneo) BAJO
UN SISTEMA AGROFORESTAL PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS
DEGRADADOS – CASTILLO GRANDE

TESIS

Para optar al título de:

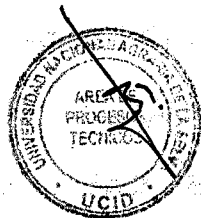
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

CAROLINA INDIRA SILVA ACHIC

PROMOCIÓN 2007 – II

Tingo María – Perú

2010



F08

S55

Silva Achic, Carolina Indira

Comportamiento de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) bajo un sistema agroforestal para la recuperación de suelos degradados – Castillo Grande – Tingo Maria, 2010

117 páginas.; 30 cuadros; 17 figuras; 38 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de Suelos y Agua) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

1. SACHA INCHI

2. SUELOS

3. RENDIMIENTO

4. AGROFORESTAL

5. FERTILIDAD

6. CRECIMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 14 de diciembre del 2010, a horas 6:00 p.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“COMPORTAMIENTO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* Linneo) BAJO UN SISTEMA AGROFORESTAL PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS – CASTILLO GRANDE”

Presentado por la Bachiller: **CAROLINA INDIRA SILVA ACHIC**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

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

Tingo María, 28 de diciembre del 2010.

Ing. M.Sc. **LUCIO MANRIQUE DE LARA SUÁREZ**
PRESIDENTE

Ing. **JAIME TORRES GARCÍA**
VOCAL

Ing. **WARREN RÍOS GARCÍA**
VOCAL



Ing. M.Sc. **VICENTE POCOMUCHA POMA**
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por ser la fuente de sabiduría
y bondad infinita.

A mis queridos padres Luis y Paula,
con todo el amor del mundo y gratitud,
por su apoyo incondicional en el logro
de mis objetivos, por su ejemplo de
coraje y perseverancia para afrontar la
vida y salir adelante, por estar conmigo
cada día de mi vida compartiendo los
buenos y malos ratos desde el día en
que nací.

A mis queridos hermanos Jordan,
Danara y Gustavo, por los
maravillosos momentos que
pasamos juntos.

En memoria a mis queridos abuelitos
Gustavo Silva, Edita Montoya,
Fortunato Achic y Atanacia Vega por
los bonitos recuerdos que dejaron en
mí, donde estén todo mi amor y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Durante mi formación profesional, personal y elaboración de la presente investigación, diversas personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias.

Al Ing. M. Sc. Vicente Pocomucha Poma, de manera muy especial, por su apoyo y aportes brindados en el desarrollo de esta tesis.

A Ing. Henry Ruíz Solsol por brindarme su ayuda y facilitarme gran parte de información para este proyecto.

Al bachiller Manuel Linares Gonzales y al técnico Concepción Ariza Espinoza, por las facilidades brindadas durante la ejecución del trabajo de investigación.

A Gonzalo Córdova, Iván Albornoz y Enzo Otárola por el apoyo brindado en la realización de los planos.

Al Ing. Davy Hidalgo Chávez, por su enorme apoyo en la parte estadística de los resultados de la presente investigación.

A mi amiga Brendy Chanta, por su amistad, apoyo y confianza para hacer juntas la realización del presente trabajo de investigación.

A mis queridas amigas, Gabriela Alarcón, Viviana Ruiz, Paquita Lao, Jenny León, Jenny Huamán, Fiorella Güere, Karina Rivera, Lucy Saavedra, y a todos mis amigos con quienes pasé buenos momentos en las aulas universitarias.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Sacha inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	3
2.1.1. Taxonomía de la especie.....	3
2.1.2. Generalidades.....	3
2.1.3. Características botánicas.....	4
2.1.4. Ecología.....	4
2.1.5. Fenología o período vegetativo.....	7
2.1.6. Manejo agronómico.....	7
2.1.7. Usos y valores nutritivos.....	11
2.2. Suelos degradados.....	12
2.2.1. Causas de la degradación de suelos.....	13
2.3. Recuperación de suelos.....	15
2.3.1. Leguminosas herbáceas como coberturas.....	15

2.3.2. Leguminosas arbóreas/arbustivas fijadores de nitrógeno	19
2.3.3. Sistemas agroforestales	27
2.4. Propiedades físicas, químicas del suelo	34
2.4.1. Textura	34
2.4.2. pH.....	34
2.4.3. Materia orgánica.....	35
2.4.4. Nitrógeno del suelo.....	35
2.4.5. Fósforo	36
2.4.6. Potasio	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1. Lugar de ejecución.....	38
3.1.1. Fisiografía.....	38
3.1.2. Clima	38
3.1.3. Vegetación	40
3.1.4. Antecedentes del área en estudio	40
3.2. Materiales y equipos	41

3.2.1. Material genético	41
3.2.2. Herramientas manuales	41
3.2.3. Instrumentos.....	41
3.3. Análisis de suelos	42
3.4. Factores en estudio.....	42
3.5. Diseño experimental	43
3.6. Esquema del análisis de varianza.....	45
3.7. Detalles del campo experimental	45
3.7.1. Bloques	45
3.7.2. Parcelas	45
3.7.3. Detalle de las parcelas	46
3.7.4. Área total del experimento.....	46
3.8. Ejecución del experimento	47
3.8.1. Reconocimiento del área experimental	47
3.8.2. Delimitación y limpieza del área experimental.....	47
3.8.3. Remoción del suelo del área experimental.....	47
3.8.4. Instalación del área experimental.....	47

3.8.5. Guíado.....	48
3.8.6. Control de malezas.....	48
3.9. Datos registrados	48
3.9.1. Fecha de siembra.....	49
3.9.2. Altura y diámetro de las plantas a evaluar.....	49
3.9.3. Fecha de emisión de guías	49
3.9.4. Inicio de floración.....	49
3.9.5. Inicio de fructificación	49
3.9.6. Maduración.....	50
3.9.7. Inicio de cosecha.....	50
3.10. Variables evaluadas.....	50
3.10.1. Altura de plantas.....	50
3.10.2. Diámetro de plantas	51
3.10.3. Número de cápsulas cosechadas.....	51
3.10.4. Peso de cápsulas cosechadas	51
3.10.5. Peso de semillas	51
3.10.6. Rendimiento por planta	52

3.10.7. Rendimiento por hectárea	52
3.10.8. Determinación de los parámetros físicos y químicos del suelo	52
3.10.9. Toma de muestras para la cobertura.....	53
IV. RESULTADOS	54
4.1. Altura de planta	54
4.1.1. Crecimiento de altura de planta de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.).....	54
4.1.2. Crecimiento de altura de planta de frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> Linneo).....	56
4.1.3. Crecimiento de altura de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.) y frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> Linneo)	58
4.1.4. Crecimiento de altura de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	60
4.2. Diámetro de planta.....	62
4.2.1. Crecimiento de diámetro de guaba (<i>Inga edulis Mart.</i>)	62
4.2.2. Crecimiento de diámetro de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	64

4.3. Características de rendimiento de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo)	67
4.3.1. Número de frutos de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo)	67
4.3.2. Peso de cápsulas por planta (g) de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo)	70
4.3.3. Peso de semilla por planta (g) de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo)	73
4.3.4. Rendimiento por planta cosechados de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo)	76
4.3.5. Rendimiento por hectárea de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo)	79
4.4. Fertilidad del suelo	82
4.5. Porcentaje de coberturas	88
V. DISCUSIÓN	92
5.1. Altura de planta	92
5.1.1. Crecimiento de altura de planta de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.)	92
5.1.2. Crecimiento de altura de planta de frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> Linneo)	93

5.1.3.	Crecimiento de altura de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.) y frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> Linneo)	94
5.1.4.	Crecimiento de altura de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	95
5.2.	Diámetro de planta.....	96
5.2.1.	Crecimiento de diámetro de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.).....	96
5.2.2.	Crecimiento de diámetro de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	97
5.3.	Características de rendimiento de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo)	97
5.3.1.	Número de frutos de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo)	97
5.3.2.	Peso de cápsulas por planta (g) de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	98
5.3.3.	Peso de semilla por planta (g) de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	99
5.3.4.	Rendimiento por planta cosechados de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	100

5.3.5. Rendimiento por hectárea de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	101
5.4. Fertilidad del suelo	101
5.5. Porcentaje de coberturas	105
VI. CONCLUSIONES.....	107
VII. RECOMENDACIONES.....	108
VIII. ABSTRACT	109
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Parámetros climáticos para el período de muestreo.....	39
2. Historia de la parcela de investigación.....	40
3. Análisis físico – químico del suelo antes del experimento.....	42
4. Análisis de varianza.	45
5. Parámetros para determinar la fertilidad del suelo.....	53
6. Análisis de varianza del crecimiento de altura de planta de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.).....	54
7. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias para el crecimiento de altura (cm) de planta de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.).....	55
8. Análisis de varianza del crecimiento de altura de planta de frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> Linneo).....	56
9. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias para el crecimiento de altura (cm) de frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> Linneo).....	57
10. Análisis de varianza del crecimiento de altura de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.) y frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> Linneo).....	58

11.	Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias para el crecimiento de altura (cm) de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.) y frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> Linneo).	59
12.	Análisis de varianza del crecimiento de altura de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	61
13.	Análisis de varianza del crecimiento de diámetro guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.).	63
14.	Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias para el crecimiento de diámetro (cm) de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.).....	64
15.	Análisis de varianza del crecimiento de diámetro de sachá inchi (<i>Plukenetia volubili</i> Linneo).....	65
16.	Análisis de varianza del número de frutos por planta cosechado del cultivo de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).	68
17.	Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias del número de frutos de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	69
18.	Análisis de varianza del peso de cápsulas por planta (g) cosechados de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	71
19.	Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias de peso de cápsulas de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).	72

20.	Análisis de varianza del peso de semillas (g) por planta cosechado de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	74
21.	Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias de peso de semillas de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).	75
22.	Análisis de varianza del rendimiento por planta (kg/planta) cosechados de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo).....	77
23.	Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias del rendimiento por planta de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.)	78
24.	Análisis de varianza del rendimiento por hectárea (kg/ha) cosechados del cultivo de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	80
25.	Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias del rendimiento por hectárea de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	81
26.	Análisis de varianza para el análisis del suelo luego de la incorporación de los tratamientos.	83
27.	Prueba de Duncan para la comparación de medias del análisis del suelo luego de la incorporación de los tratamientos.	83
28.	Prueba de Duncan para la comparación de medias del análisis del suelo luego de la incorporación de los tratamientos.	84

29.	Análisis de varianza para el porcentaje de coberturas realizadas al inicio, fructificación y cosecha en cada uno de los tratamientos.....	89
30.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias del porcentaje de coberturas realizadas al inicio, fructificación y cosecha.....	89
31.	Promedios de altura de planta del cultivo de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	118
32.	Promedios de diámetro de planta del cultivo de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	118
33.	Datos mensuales para rendimiento por planta (kg/planta) obtenidos en campo del cultivo de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	119
34.	Datos mensuales para rendimiento por hectárea (kg/ha) obtenidos en campo del cultivo de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	120
35.	Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelo.....	121
36.	Niveles críticos de pH del suelo.....	121
37.	Análisis de varianza para la altura de la guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.).....	122

38.	Análisis de varianza para la altura del frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> L.)	123
39.	Análisis de varianza para la altura del frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> L.)	124
40.	Análisis de varianza de la altura de la guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.) y frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> L.).....	125
41.	Análisis de varianza de la altura de la guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.) y frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> L.).....	126
42.	Análisis de varianza para la altura del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.)	127
43.	Análisis de varianza para la altura del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.)	128
44.	Análisis de varianza para el diámetro de la guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.).....	129
45.	Análisis de varianza para el diámetro de la guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.).....	130
46.	Análisis de varianza para el diámetro del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.)	131
47.	Análisis de varianza para el diámetro del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.)	132

48.	Análisis de varianza para el número de frutos del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	133
49.	Análisis de varianza para el peso de cápsulas del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	134
50.	Análisis de varianza para el peso de semillas del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	135
51.	Análisis de varianza para el rendimiento por planta (kg/planta) del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	136
52.	Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea (kg/ha) del sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> L.).....	137
53.	Análisis de varianza para el porcentaje de coberturas realizadas al inicio, fructificación y cosecha en cada uno de los tratamientos.....	138
54.	Análisis de varianza de los indicadores de fertilidad del suelo luego de la incorporación de los tratamientos.....	139

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Comparación de promedios para la variable altura de planta de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.) para los meses de octubre 2009 y enero 2010.	55
2. Comparación de promedios para la variable altura de planta de frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> L) para los meses de abril, julio y setiembre.	57
3. Comparación de promedios para la variable altura de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.) y del frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i> Linneo) para los meses de abril, julio y setiembre.	60
4. Comparación de promedios para la variable altura de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo) para los meses de abril, julio y setiembre.....	62
5. Comparación de promedios para la variable diámetro de guaba (<i>Inga edulis</i> Mart.) para los meses de abril, julio, octubre y enero.	64
6. Comparación de promedios para la variable diámetro de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo) para los meses de abril, julio y setiembre.....	66

7.	Comparación de promedios para la variable número de frutos de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo) para Enero y Marzo.	69
8.	Comparación de promedios para la variable peso de cápsulas por planta (g) de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo) para los meses de enero y marzo.	72
9.	Comparación de promedios para la variable peso de semillas por planta (g) de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo) para los meses de enero y marzo.	75
10.	Comparación de promedios para la variable rendimiento por planta (kg/planta) de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo) para los meses de enero y marzo.	79
11.	Comparación de promedios para la variable rendimiento por hectárea (kg/ha) de sachá inchi (<i>Plukenetia volubilis</i> Linneo) para los meses de enero y marzo.	82
12.	Comparación de promedios de los valores del pH para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.....	85
13.	Comparación de promedios de los valores de MO para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.....	85

14.	Comparación de promedios de los valores de N para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.....	86
15.	Comparación de promedios de los valores de P para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.....	87
16.	Comparación de promedios de los valores de K ₂ O para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.....	88
17.	Comparación de promedios del porcentaje de coberturas para cada tratamiento al inicio, en la fructificación y en la cosecha.	90
18.	Condiciones del campo antes de realizar el trabajo de investigación.	140
19.	Preparación del terreno antes de incorporar los tratamientos.....	140
20.	Esquejes de maní forrajero y plántulas de sachá inchi.	141
21.	Parcela con los tratamientos instalados.....	141
22.	Esquejes de maní forrajero ya instalados en la parcela.....	142
23.	Medición del diámetro y recolección de frutos de sachá inchi.....	142
24.	Muestra de las plantas y frutos de sachá inchi.....	143

25.	Condiciones de la parcela al término del trabajo de investigación.	143
26.	Condiciones del porcentaje de prendimiento de la cobertura.....	144
27.	Parcela experimental a casi un año de instalación de los tratamientos.	144

RESUMEN

La investigación se realizó en el centro poblado de Castillo Grande – caserío Santo Rosa, en el período febrero 2009 - marzo 2010. El objetivo fue evaluar el comportamiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) asociado con especies recuperadoras de suelos degradados como la guaba (*Inga edulis* Mart.), frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo), maní forrajero (*Arachis pintoï*) y kudzu (*Pueraria phaseoloides*). Se utilizó los tratamientos T1 (*P. phaseoloides* + *I. edulis* Mart.+ *P. volubilis* Linneo), T2 (*P. phaseoloides* + *C. cajan* Linneo + *P. volubilis* Linneo), T3 (*A. pintoï* + *I. edulis* Mart.+ *P. volubilis* Linneo), T4 (*A. pintoï* + *C. cajan* Linneo + *P. volubilis* Linneo), T0 (tratamiento testigo = *P. volubilis* Linneo) y To1 (testigo = sin plantas), bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCR) y 3 repeticiones. La altura de planta sobresalió en *C. cajan* Linneo (T4), en *P. volubilis* Linneo (T3) y en *I. edulis* Mart. (T3); el diámetro de planta en *P. volubilis* Linneo (T1) y en *I. edulis* Mart. (T3); en cuanto al número de frutos de *P. volubilis* Linneo, el peso de cápsulas, peso de semillas, rendimiento por planta y rendimiento por hectárea, el T1 obtuvo mejores resultados; se logró un efecto positivo en el suelo tras la incorporación de coberturas vivas, árboles y arbustos fijadores de nitrógeno incrementando la fertilidad, el pH (T3), la materia orgánica (T4), el nitrógeno total (T4), el fósforo disponible (T01), y el potasio disponible del suelo (T1); en el porcentaje de cobertura fue superior en el T4.

I. INTRODUCCIÓN

En esta parte de la región, la principal causa, asociada a la degradación del suelo, es la deforestación. Debido a la degradación del suelo se deterioran las propiedades físicas químicas y/o biológicas, lo que causa la pérdida de su potencial productivo.

Los agroforestales son sistemas de producción que nacen como respuesta a la necesidad de aprovechar la selva intervenida y obtener un mejor uso y manejo de suelos. Un sistema agroforestal combina árboles, cultivos y/o animales en un mismo espacio (PEÑA y ARIAS, 2001).

La utilización de áreas degradadas para cultivos agrícolas es actualmente una gran necesidad, debido a la escasez de áreas productivas así mismo el auge que vienen teniendo algunos cultivos como el sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) que es una especie con mucha demanda en el mercado por sus propiedades gastronómicas, medicinales y por su adaptabilidad en áreas de escasa fertilidad, motivos por el cual conllevaron a la realización de la presente investigación, con la finalidad de recuperar suelos degradados instalando cultivos asociados.

El sistema agroforestal se planteó bajo combinaciones teniendo como cultivo principal al sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) asociado a

especies como la guaba (*Inga edulis* Mart.), frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo), como cobertura al maní forrajero (*Arachis pintoi*) y kudzu (*Pueraria phaseoloides*) determinándose que la incorporación de las distintas asociaciones mejoran las características de los suelos degradados lo cual se pudo notar en el incremento de la fertilidad del suelo, en el rendimiento del cultivo del *Plukenetia volubilis* Linneo y en el control de malezas, resultados alentadores que permitieron cumplir los objetivos trazados los cuales fueron:

Objetivos

- Evaluar las características de crecimiento (altura y diámetro) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo.) con especies, guaba (*Inga edulis* Mart.), frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo), maní forrajero (*Arachis pintoi*) y kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en la recuperación de un suelo degradado.
- Conocer el rendimiento del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en suelos degradados bajo sistema agroforestal.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)

2.1.1. Taxonomía de la especie

La especie *Plukenetia volubilis* Linneo es conocida de acuerdo al idioma o lugar con los siguientes nombres: Sacha inchi, sachá inchi, sachá maní, maní del monte, maní del inca (ARÉVALO, 1995):

Reino	: Vegetal
División	: Spermatophyta
Clase	: Dicotiledónea
Orden	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Género	: <i>Plukenetia</i>
Especie	: <i>volubilis</i> (Linneo)

2.1.2. Generalidades

El sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) es una planta silvestre oriunda de la amazonía peruana, conocida desde la antigüedad por los incas

pero que no ha sido un producto muy promocionado ni muy conocido como en nuestra actualidad (SILVER, 2008).

2.1.3. Características botánicas

Es una planta trepadora, voluble, semileñosa, de altura indeterminada, presenta un tallo voluble semileñoso y perenne.

Sus hojas son alternas, de color verde oscuro, de forma acorazonada de 10 a 12 cm de largo y de 8 a 10 cm de ancho, con pecíolos de 2 a 6 cm de largo. Las nervaduras nacen en la base y la nervadura central orientándose al ápice (JUAREZ, 2007).

Respecto a sus flores, las masculinas son pequeñas, blanquecinas y dispuestas en racimos, las femeninas se encuentran en la base del racimo y ubicadas lateralmente de una a dos flores.

Su fruto es una cápsula de 3.5 a 4.5 cm de diámetro, con 04 lóbulos aristados (tetralobados) dentro de los cuales se encuentran 04 semillas. Excepcionalmente algunos ecotipos presentan cápsulas con 05 a 07 lóbulos. Su semilla es ovalada, de color marrón oscuro, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia el borde. Según los ecotipos, el diámetro fluctúa entre 1.3 y 2.1 cm (MANCO, 2006).

2.1.4. Ecología

Según ARÉVALO (1995), presenta:

2.1.4.1. Temperatura

Crece y tiene buen comportamiento a diversas temperaturas que caracterizan a la amazonía peruana (mín. 10 °C y máx. 36 °C). Las temperaturas muy altas son desfavorables y ocasionan la caída de flores y frutos pequeños, principalmente los recién formados.

2.1.4.2. Altitud

Crece desde los 100 msnm en la selva baja y 2000 msnm en la selva alta.

2.1.4.3. Agua

Es una planta que requiere de disponibilidad permanente de agua, para tener un crecimiento sostenido; siendo mejor si las lluvias se distribuyen en forma uniforme durante los 12 meses.

El riego es indispensable en los meses secos. Periodos relativamente prolongados de sequía o de baja temperatura, causan un crecimiento lento y dificultoso. El exceso de agua ocasiona daño a las plantas e incrementan los daños por enfermedades.

2.1.4.4. Suelo

Tiene amplia adaptación a diferentes tipos de suelos; crece en suelos ácidos y con alta concentración de aluminio. Prospera en shapumbales

(*Pteridium aquilinum*) secos y húmedos y en cashucshales (*Imperata brasiliensis*). Se deben elegir los suelos que posibiliten su mejor desarrollo y productividad.

2.1.4.5. Luminosidad

La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo de sacha inchi; existe una mayor fructificación cuando la planta se encuentra en plena exposición de rayos solares; el ciclo vegetativo de la planta es más prolongado en sombra, a bajas intensidades de luz.

2.1.4.6. Humedad relativa

Una alta humedad relativa con fuertes precipitaciones pluviales condiciona un desarrollo vigoroso de la planta, aunque puede resultar propicio para la proliferación de enfermedades.

A una humedad relativa de 78% y una temperatura media de 26 °C, se observan plantas de sacha inchi prácticamente libres de enfermedades.

2.1.4.7. Topografía

Se debe establecer la plantación en suelos de preferencia con buen drenaje en zonas de selva alta, también en laderas con hasta 30% de pendiente, con instalación y manejo de cobertura del suelo y en curvas a nivel (Sánchez y Amiquero, 2004; citados por RUIZ, 2009).

2.1.5. Fenología o periodo vegetativo

Si existe una suficiente humedad, la germinación se inicia aproximadamente a las dos semanas de realizada la siembra. Una semana después, aparece la segunda hoja verdadera y el tallo guía.

La floración, se inicia aproximadamente a los 3 meses (90 días) luego de realizado el trasplante, apareciendo primero los primordios florales masculinos e inmediatamente después los femeninos. En un período de 7 a 19 días, las flores masculinas y femeninas completan su diferenciación floral.

A continuación, se inicia la formación de los frutos completando su desarrollo a los 4 meses después de la floración. Luego se inicia la maduración propiamente dicha de los frutos, cuando éstos, de color verde empiezan a tornarse de un color negruzco, que finalmente se convierte en marrón oscuro o negro cenizo; indicador que está listo para la cosecha. Este proceso de maduración del fruto dura aproximadamente de unos 15 a 20 días, iniciándose la cosecha a los 7.5 meses después de la siembra y/o trasplante, con una producción continua (ARÉVALO, 1995).

2.1.6. Manejo agronómico

2.1.6.1. Sistemas de producción

Al iniciar una plantación de sachá inchi, es posible realizar la siembra en asociación con cultivos herbáceos como soya, caupí, maní, algodón

y maíz, por ejemplo, asimismo con sistemas agroforestales, monocultivo y asociados.

Es necesario tener en cuenta los distanciamientos y los tipos de tutores cuando se realizan las asociaciones. Los distanciamientos de mayor proporción, deben utilizarse cuando éstas se realizan con cultivos perennes, de manera que no dificulten las labores de campo, permitiendo asimismo el libre ingreso de luz solar y evitar la competencia por los nutrientes del suelo (ARÉVALO, 1995).

2.1.6.2. Siembra

a. Siembra directa

Su propagación es por semillas:

- Cantidad de semilla: 1.0 – 1.5 kg/ha
- Distancia entre hileras: 2.5 – 3.0 m
- Distancia entre plantas: 3.0 m
- N° de plantas/golpe: 1
- Profundidad de siembra: 3 - 5 cm

b. Época de siembra

La siembra del sachá inchi está condicionado al régimen de lluvias. Generalmente, se siembran al inicio de las lluvias para garantizar una buena

germinación. En siembras directas la plantación debe instalarse entre diciembre y marzo. La siembra indirecta (en vivero) deben realizarse entre los meses de noviembre y febrero (ARÉVALO, 1995).

c. Sistemas de tutoraje

– Tutores vivos

Se utilizan tutores de *Eritrina* sp. o amasisa por ser de rápido crecimiento. Es recomendable usar ramas maduras de 1.5 m de largo y 5 ó 10 cm de grosor, para evitar que el sachá inchi las pueda ahorcar y tumbar. Los tutores deben sembrarse hasta 30 cm de profundidad y al mismo distanciamiento usado para sachá inchi.

– Tutores muertos o espalderas

Apropiado para suelos planos y campos limpios. Permite un mejor manejo del cultivo ya que reduce el uso de mano de obra en las podas, permite un fácil y rápido acomodo de las ramas en los alambres.

Su instalación requiere la utilización de postes (3.00 a 3.50 m de longitud y 0.15 m de espesor) los cuales son enterrados a una profundidad de 60 a 70 cm y a un distanciamiento que puede ser de 3 x 3 m.

Colocar 3 hileras de alambre galvanizado; la primera hilera de alambre Nº 10 colocarla a más o menos 1.60 m desde el suelo, dependiendo

del largo de los postes; la segunda y la tercera hilera N° 6 ó 7, colocarla a 40 cm y 80 cm del primero, respectivamente.

El trasplante del sachá inchi debe realizarse después de haber instalado el sistema de tutoraje, para no maltratar las plantas.

d. Densidad de la plantación

Distanciamientos de 3 x 3 m cuando se emplean tutores vivos, siendo las densidades de 1 111 plantas/ha.

En el sistema de tutoraje en espalderas se pueden emplear distanciamientos de 3.0 y 2.5 m entre hileras y 3 m entre plantas.

e. Cultivos de cobertura

El uso de cultivos de cobertura, de crecimiento rápido, es una práctica útil para:

- La conservación del suelo, evitando su erosión.
- Control de malezas, plagas y enfermedades.
- Para el aporte de nutrientes al cultivo.
- Entre los cultivos de cobertura que se pueden emplear:
- *Desmodium ovalifolium*, *Pueraria phaseoloides*, *Indigofera* sp., *Arachis pintoi*, *Desmodium intotum* (ARÉVALO, 1995).

f. Asociación con otros cultivos

El sachá inchi se encuentra asociado con cultivos anuales, bianuales y/o permanentes en su hábitat natural. En campos de agricultores se le encuentra asociado con casi todos los cultivos de la región, como algodón, plátano, frijol, maíz, yuca, frutales, especies forestales, etc. En sistemas de tutoraje, entre las hileras se puede asociar con cultivos de ciclo corto como maní, frijoles, algodón upland y otros cultivos de porte pequeño.

g. Cosecha

Se realiza a los 6 meses después del trasplante, cuando los frutos están secos, recogiendo las cápsulas manualmente cada 15 – 30 días (ARÉVALO, 1995).

h. Rendimiento

Los rendimientos del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) fluctúa desde 500 - 2000 kg/ha, 1800 kg/ha, 2400 - 2500 kg/ha; reportados por MANCO (2006), Saavedra (1995), citado por RUIZ (2009) y JUAREZ (2007) respectivamente.

2.1.7. Usos y valores nutritivos

La semilla es la materia prima para la producción de aceites, torta y harinas proteicas, actualmente se consume tostada, cocida con sal, en confituras (turrón), en mantequilla y como ingrediente de diversos platos típicos

como: inchi cucho (ají con maní), lechona api (mazamorra de plátano con maní), inchi capi (sopa de gallina con maní o sopa de res con maní), en los cuales reemplaza al maní (ARÉVALO, 1995).

Se tienen reportes de análisis realizados en la Universidad de Cornell (USA) que indican que la almendra de las semillas contiene 48.6% de aceite y 29.0% de proteína; además se señala que el aceite de sachá inchi tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico y linolénico) por lo que se le considera como un aceite de bajo contenido de colesterol (MANCO, 2006).

Se caracteriza por tener el más alto contenido de aceites insaturados omega 93% y el más bajo contenido de grasas saturadas 6.5%. Tiene el más alto contenido de ácidos grasos esenciales: alfa-linolénico omega 3 (el cual es muy escaso en la naturaleza) y linoleico omega 6, son esenciales porque el organismo humano no los puede sintetizar a partir de otros alimentos, los necesita para cumplir funciones fisiológicas vitales para mantener la salud, su carencia genera deficiencias y diversas enfermedades (ANAYA, 2005).

2.2. Suelos degradados

La degradación de un suelo puede definirse como el deterioro de sus propiedades físicas, químicas y/o biológicas, que causan la pérdida de su potencial productivo. La degradación de un suelo generalmente se evidencia en forma indirecta por la disminución en la cantidad de follaje de las plantas, número y tamaño de frutos y la salud de las plantas. También hay formas

directas de saberlo, midiendo algunos parámetros físicos, químicos y biológicos que permiten un diagnóstico más preciso (PEÑA y ARIAS, 2001).

Los suelos degradados son abundantes en todo el mundo y su aprovechamiento agropecuario es muy difícil, antieconómico o directamente impracticable (FERRARI y WALL, 2004). En Perú, la planta indicadora de suelos degradados es la shapumba (*Pteridium* sp.), rabo de zorro (*Andropogon* sp.), y torourco (*Axonopus* sp.), etc. (PROAMAZONIA, 2003).

2.2.1. Causas de la degradación de suelos

La creciente presión sobre el suelo debida a la explosión demográfica registrada en muchos lugares del trópico, puede conducir a la degradación del mismo, disminuir el rendimiento de los cultivos y a la invasión de hierbas difíciles de controlar (PALOMEQUE, 2009).

Los suelos de la selva alta se encuentran en proceso de erosión, favorecida por las excesivas precipitaciones y topografía accidentada. Entre las diversas causas para la erosión de estos suelos podemos mencionar: tala de bosques con fines energéticos, agricultura migratoria, ganadería extensiva, práctica del monocultivo de la coca; todas impulsadas desde la década de los años 1960.

Bajo estas condiciones, los suelos requieren de muchos años para regenerarse y recuperar sus características físicas, químicas y biológicas en forma natural, proceso que requiere como mínimo 10 años para iniciar un

nuevo ciclo agrícola. Mientras transcurre este tiempo, el agricultor continúa desboscando nuevas áreas, incrementando así el deterioro ecológico y acentuándose la necesidad y pobreza, disminuyendo notablemente su calidad de vida (VARGAS y VALDIVIA, 2005).

Existen extensas áreas en la ceja de selva del Perú, “aproximadamente 110,000 ha”, empurmadas o en descanso debido a prácticas agrícolas inapropiadas o por el cultivo de coca.

La agricultura migratoria se ve fortalecida por el cultivo de coca cuya conducción depende de la práctica destructiva de la tala y quema de árboles. Los bosques son quemados, la coca es sembrada y cuando los campos se agotan de nutrientes (suelos degradados), se talan nuevos bosques repitiéndose en ciclo indefinidamente (PROAMAZONIA, 2003).

Las consecuencias del mal uso del suelo que se viene haciendo en la Amazonía Peruana se traducen en graves problemas de agotamiento y erosión de las tierras destinadas a la agricultura y ganadería, afectando casi el 100% de las tierras que están bajo explotación (URRELO, 1997).

La ciudad de Tingo María está ubicada en el valle del río Huallaga sobre suelos aluviales. En las colinas que rodean dicha ciudad existe grandes áreas degradadas (se estima 16,000 ha) con predominancia de plantas indicadoras de suelos pobres como: Shapumba y rabo de zorro y escasa actividad agropecuaria o forestal por parte de los agricultores. Durante la

década de los 80's hasta 1994, estas áreas eran coccaleras (PROAMAZONIA, 2003).

2.3. Recuperación de suelos

2.3.1. Leguminosas herbáceas como coberturas

La forma más adecuada de comenzar a recuperar un suelo es sembrando una cobertura que lo proteja del efecto directo del sol y las lluvias, que provea suficiente materia orgánica y atraiga microorganismos que la transformen en nutrientes.

Sin embargo, no se puede sembrar de cualquier manera, pues existen sistemas inapropiados que pueden contribuir a la degradación acelerada del suelo. Entre más degradado esté un suelo más difícil y larga será su recuperación. De allí la responsabilidad de usarlo adecuadamente (PEÑA y ARIAS, 2001).

Las coberturas leguminosas aportan verdaderos beneficios a la salud del suelo, contribuyendo a la fertilidad del mismo por medio de la materia orgánica producida, la cual puede facilitar la disponibilidad de nutrientes. Estas coberturas además reducen la erosión, escorrentía y germinación de malezas.

El uso de coberturas vivas de leguminosas como *Arachis pintoii*, *Centrosema molle*, *Pueraria phaseoloides*, *Desmodium ovalifolium* o *Flemingia macrophylla*, representan amplios beneficios en aspectos físicos, químicos y

biológicos, para la salud del suelo en comparación con un suelo en condiciones de barbecho natural o de manejo convencional (ZWART *et al.*, 2005).

El criterio de uso sostenible del suelo en la producción agropecuaria induce a evaluar alternativas de recuperación en menor tiempo mediante el uso de leguminosas rastreras, las cuales muestran capacidad invasora, rápida cobertura y alta incorporación de residuos, acortando, según antecedentes, el tiempo de descanso a 3 ó 4 años (VARGAS y VALDIVIA, 2005).

2.3.1.1. Kudzu (*Pueraria phaseoloides*)

El cultivo de cobertura más comúnmente usados en plantaciones tropicales y subtropicales es el kudzu (*Pueraria phaseoloides*), el cual se establece lentamente alcanzando una cobertura total del suelo después de 10 meses.

Mediante la simbiosis con bacterias nitrificantes, la gran mayoría de las leguminosas tienen la capacidad de fijar el nitrógeno del ambiente al suelo, formando nódulos que se adhieren sobre la superficie de las raíces de muchas de estas especies.

Otras leguminosas se han asociado con hongos y han aumentado la absorción de fósforo, tales como algunos tipos de *Acacias*; posibilitando que se produzca una gran cantidad de biomasa en un corto tiempo (ALEGRE *et al.*, 2000).

a. Establecimiento de leguminosas y control de malezas

El kudzu (*Pueraria phaseoloides*) se establece por medio pequeñas semillas que emergen lentamente. Debido a eso, el suelo tiene que estar libre de otras malezas que podrían limitar su desarrollo inicial.

Se necesitan unos 5 – 8 kg de semilla por hectárea; la siembra se puede hacer utilizando el método tradicional con el esqueje o al voleo (FLORES y ALEMÁN, 1995).

La inoculación de la semilla con el tipo adecuado de *Rhizobium*, es una práctica común en las plantaciones comerciales. Se asume que la inoculación contribuye a lograr un establecimiento más rápido de la leguminosa, porque, aparentemente, el kudzu es una especie de nodulación tardía. En un estudio hecho hace muchos años, se reportaba que el kudzu tarda unos 37 días para formar una nodulación uniforme (FLORES y ALEMÁN, 1995).

El kudzu requiere de unos diez meses para cubrir el suelo en un 100%. Durante este tiempo, la leguminosa tiene que ser "purificada" varias veces. El término purificar se usa para describir la acción de eliminar aquellas malezas indeseables, de crecimiento rápido que emergen a través de la cobertura de la leguminosa. En años sucesivos, esta actividad se repite una o dos veces al año, dependiendo del desarrollo de la leguminosa (FLORES y ALEMÁN, 1995).

b. Influencia sobre la biodiversidad de organismos

Las excavaciones de las lombrices de tierra favorecen el movimiento de agua y oxígeno en el suelo. A su vez, la actividad de las lombrices está relacionada con la cantidad de residuos descompuestos.

Al tener una cobertura densa de leguminosas, una simple observación del suelo bajo el follaje, muestra numerosos terroncitos lo cual es un indicador del alto nivel de actividad de estos organismos (FLORES y ALEMÁN, 1995).

2.3.1.2. Maní forrajero (*Arachis pintoï*)

El *Arachis pintoï* es una leguminosa originaria de Sur América, cuya producción de biomasa es mayor en las zonas húmedas (Argel y Villareal, 1998; citados por ZWART *et al.*, 2005). El *Arachis pintoï* es utilizado como cobertura, de manera polifuncional, evitando la germinación de semilla de malezas o compitiendo con las mismas, aportando nutrimentos al suelo y puede ser utilizado como alimento para ganado y especies menores.

El *Arachis pintoï*, en comparación con las demás coberturas, presentó mejores resultados en cuanto a contribución de nutrientes y producción de biomasa para la incorporación de materia orgánica o alimentación animal, debido a su rápida regeneración, alto aporte proteico y buena palatabilidad (ZWART *et al.*, 2005).

VARGAS y VALDIVIA (2005) reportaron que el maní forrajero es la cobertura que presenta menor aporte de materia orgánica, comportándose de manera similar al testigo.

Evaluando cultivos de cobertura en café Kerrigge (1995), citado por RUIZ (2009), señala que hubo cierta desigualdad en el establecimiento del maní forrajero *Arachis pintoj*, debido a la variación de la humedad del suelo. Esta investigación de buena referencia acerca de la capacidad de establecimiento y cobertura de la superficie del suelo por parte de “maní forrajero” *Arachis pintoj* el tiempo que se necesita para alcanzar una cobertura uniforme y densa varia con la humedad del suelo durante el primer mes después de la siembra, densidad de siembra y viabilidad de la semilla.

2.3.2. Leguminosas arbóreas/arbustivas fijadores de nitrógeno

La utilización de microorganismos fijadores de nitrógeno en forma individual o en asociación aplicados al cultivo de leguminosas, permitirán la recuperación de suelos degradados, la disminución en el uso de fertilizantes permite la disminución en los costos de producción y coadyuvando de manera general a la aplicación de biotecnología en el desarrollo agrario regional.

La micorriza puede incrementar el crecimiento vegetal, debido principalmente a la absorción del fósforo sobre todo en suelos de baja fertilidad situación que es propia para el caso de los suelos de la Selva Alta del Perú (CAVERO, 1998).

Otros cultivos como las leguminosas son necesarios por sus características de fijación de nitrógeno y por su calidad de materia orgánica, menestras, crotalaria (abono verde), centrosema (cobertura y barbecho) y árboles como pacay y guaba (*Inga* sp.) para reciclaje de nutrientes en sistemas de cacao, agroforestería, etc. (PROAMAZONIA, 2003).

Se ha reportado que para un mejor control de malezas las combinaciones de leguminosas herbáceas y arbóreas funcionan mejor que establecer solo árboles o solo plantas. Los árboles fijadores de nitrógeno establecen una asociación simbiótica con microorganismos fijadores de nitrógeno del suelo de los géneros *Rhizobium* y *Frankia* respectivamente. Estos árboles también pueden formar simbiosis con hongos micorrícicos. Estas asociaciones permiten la fijación de nitrógeno atmosférico y mejoran la absorción de agua y la asimilación de nutrientes (FERRARI y WALL, 2004).

Las leguminosas arbustivas constituyen excelentes sumideros de CO₂, con efectos beneficiosos sobre la capa de ozono, reduciendo así el efecto invernadero; así como también son fuentes de leña, de carbón, madera y pueden utilizarse como cercas vivas (MARTÍNEZ *et al.*, 2003).

2.3.2.1. Guaba (*Inga edulis* Mart.)

a. Identificación

La guaba (*Inga edulis* Mart.) se usa en control de malezas, ya que sus hojas son de lenta descomposición y la capa de hojarasca previene la

germinación de semillas de malezas. El mantillo de hojarasca es eficiente para controlar malezas mientras permanece en el suelo sin descomponerse ya que previene la germinación de semillas de malezas anuales (FERRARI y WALL, 2004).

Inga edulis Mart. y *Calliandra calothyrsus* crecen tan bien en suelos ácidos como en suelos más fértiles, pero igualmente responden a la fertilización (FERRARI y WALL, 2004).

El efecto de la *Inga edulis* Mart. sobre la fertilidad de los suelos se evidencia a través del rápido crecimiento, el aporte de una cantidad importante de biomasa tanto de la parte aérea como de las raíces y la concentración de nutrientes que estos poseen en sus ramas, hojas y en el material vegetal caído bajo su dosel (GARCÉS y GARCÍA, 2007).

b. Distribución, ecología y suelos

Es una especie nativa de América tropical, distribuida en todos los países de la cuenca amazónica. En el Perú, se cultiva en toda la selva. Las condiciones ambientales adaptativas son: temperatura media anual máxima de 25.1 °C y temperatura media anual mínima de 17.2 °C promedio máximo de precipitación total por año de 3,419 mm y promedio mínimo de 936 mm altitud variable desde el nivel del mar hasta 2,000 msnm.

La planta se adapta a todos los tipos de suelos existentes en la amazonía, desde los más fértiles entisoles, inceptisoles, histosoles y alfisoles,

hasta los más ácidos e infértiles oxisoles, ultisoles e inclusive los esodosoles arenosos. Desarrolla bien en terrenos no inundables. Tolera hidromorfismo y período secos prolongados (ENCISO, 2008).

c. Descripción

Es un árbol pequeño de 8 - 3 m. de altura; fuste de 15 - 40 cm. de DAP, muy ramificado, casi desde la base y corteza externa lisa de color pardo grisáceo. Hojas compuestas, alternas, paripinnadas, con estípulos deciduas y raquis alado pardo tomentoso. Foliolos subsésiles, opuestos de 4 - 6 pares, con glándulas, entre los foliolos; láminas cartáceas abaxialmente pardo puberulento, elípticas a oblongo – elípticas.

Su crecimiento rápido, copa amplia y relativamente abierta y su capacidad de fijación de nitrógeno, le confieren ideotipo de especie de sombrío de especies comerciales umbrófilas como el café y cacao, con quienes no compiten por luz ni por nutrientes (ENCISO, 2008).

En recuperación de tierras degradadas, es una especie ideal por su abundante producción de biomasa y manejo bajo podas.

El proyecto Cultivar en callejones instaló plantas de *Inga edulis* Mart. en el valle de Chanchamaya en Amazonas midiéndose alturas y diámetros de *Inga edulis* Mart. en donde se obtuvo los siguientes resultados: para el mes de agosto 2006 12 a 15 cm de altura, para finales de octubre 2006 tenían de 30 a 35 cm. de altura, para finales de diciembre 2006 las plantitas

tenían 35 a 40 cm de altura y para marzo 2007 las alturas fluctuaban entre 69 a 142 cm y los diámetros, fluctuaban entre 15 y 28 cm (RAINFOREST SABER, 2009).

d. Métodos de establecimiento y manejo de plantación

En general el trasplante en campo definitivo debe realizarse en la época lluviosa, en hoyos de 30 x 30 x 30 cm, conteniendo substrato mezclado de materia orgánica descompuesta y tierra superficial.

Se puede asociar simultáneamente con múltiples especies anuales, semiperennes y perennes. En sistema de cultivo en callejones, para el manejo por podas de la biomasa de guaba, los espaciamientos de callejones varían de 6 – 12 m y están separados por dobles hileras de guabas espaciadas 25 cm entre hileras y entre plantas en cada hilera de 50 cm. Los cultivos en los callejones son yuca (*Manihot* spp.), plátano (*Musa* spp.), piña (*Ananas comosus*), caimito (*Pouteria caimito*), carambola (*Averrhoa carambola*), palta (*Persea americana*), coco (*Cocos nucífera*), cítricos diversos; y en las dobles hileras de guaba cedro (*Cedrela odorata*) castaña (*Bertholletia excelsa*), moena (*Aniba* sp.) y caoba (*Swetenia macrophylla*), entre otros (ENCISO, 2008).

e. Proyección

La guaba es una especie domesticada y manejada tradicionalmente, como un gran potencial productivo en la región amazónica

peruana tiene ventajas adaptativas a las condiciones ambientales y de suelos pobres predominantes en la región; servicios como sombra, tutor y cercos vivos y aporta biomasa bajo podas con capacidad de contribuir al mantenimiento de la fertilidad del suelo (ENCISO, 2008).

2.3.2.2. Frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo)

Es una leguminosa arbustiva, anual, bianual o semiperenne (2 a 4 años), de porte alto. Hojas alternas, trifoliadas; flores amarillas; vainas de coloración castaño intenso; semillas de coloración variable, marrón amenizada a oscuro, perteneciente a la familia de las leguminosas. Existen variedades forrajeras y graníferas, también se han desarrollado variedades enanas cuya altura no supera 1.20 metros, con semillas y vainas más pequeñas. (MARTÍNEZ *et al.* 2003).

NUÑEZ (2010) obtuvo resultados de altura de planta del frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo) los tres meses de evaluación después de la siembra, promedios de 70 cm a 110 cm en suelos con pH de 5.5.

La potencialidad del frijol de palo no solo se limita a la producción de granos. Su abundante producción de follaje se desprende en un 50% al comenzar la floración, originando un colchón de materia orgánica que puede alcanzar hasta una tonelada por hectárea, contribuyendo de esta forma a conservar la humedad del suelo, protegiéndolo de agentes erosivos, regulando su temperatura, lo cual lo convierte en un cultivo conservacionista y altamente ecológico (MARTÍNEZ *et al.* 2003).

Se recomienda principalmente para la recuperación de suelos degradados en sistema de cultivo asociados con el maíz: Como abono verde para iniciar un sistema de rotación de cultivos y siembra directa (MORALES, 1995), también puede asociarse con cultivos perennes (citrus, mango y forestales).

El sistema radicular llega a profundidades de 3 a 6 m bajo el suelo y por ello presenta gran capacidad para descompactar el suelo (pie de arado), y reciclar nutrientes del subsuelo. Es capaz de producir gran cantidad de biomasa para cubrir el suelo, inclusive en suelos degradados, 15 a 50 toneladas por hectárea de masa verde o de 7 a 14 toneladas por hectárea de masa seca. La planta puede fijar por simbiosis grandes cantidades de nitrógeno de hasta 280 kilos por hectárea/año (MORALES, 1995).

a. Usos potenciales

Cobertura, barrera viva, rompevientos, banco de proteína, alimentación para aves y cerdos, concentrado, leña, corte y acarreo, heno, ensilaje, abono verde (SEFO. 2007).

b. Épocas de siembra

Se puede sembrar en verano entre septiembre y diciembre, y en invierno entre marzo y abril, considerando que el desarrollo es inferior al de verano (SEFO. 2007).

c. Cultivos anuales

Se puede asociar con maíz y sorgo, y además en rotación o sucesión de cultivos (SEFO. 2007).

d. Clima y suelo

Es una planta de días largos (fotoperiodo largo), crece bien en climas tropicales y subtropicales, son bastantes resistentes a la sequía y al frío, cuando ocurren heladas las hojas se secan y rebrotan inmediatamente.

Las temperaturas medias más favorables están entre 20 °C y 30 °C, presenta buen desarrollo en suelos arenosos y también arcillosos con buen drenaje. Es poco exigente en fertilidad y desarrolla en suelos con pH de 5 a 8.

e. Competencia con malezas

Si hay crecimiento de malezas debe realizarse una limpieza, posteriormente el frijol de palo cubre muy bien el suelo e impide el crecimiento de las malezas y no es necesario realizar otro tipo de control (CAMPO AGROPECUARIO, 2009).

f. Rendimiento

El rendimiento promedio mundial de grano del frijol de palo suele ser de unos 580 a 900 kg/ha pero se han registrado rendimientos superiores entre los 2500 a 5000 kg/ha.

El rendimiento de granos suele ser 3 a 6 veces mayor en plantas podadas que en aquellas plantas cosechadas sin ser podadas.

El rendimiento del grano se ve afectado por las características de las variedades y la falta de un buen manejo agronómico como: las limitaciones de agua de riego, las sequías, la pobre fertilidad del suelo, la densidad de las plantas la época de siembra y la presencia de malezas, plagas y enfermedades (MORALES, 1995).

2.3.3. Sistemas agroforestales

Una de las alternativas para frenar el proceso de degradación de suelos, es la explotación de la tierra a través de sistemas agroforestales.

Casi todos los sistemas agrícolas tradicionales, los cuales incluyen los sistemas ganaderos, tienen árboles intercalados con cultivos o manejados en una forma zonal alternando árboles y cultivos y/o pastos; es decir, son sistemas agroforestales, estos árboles cumplen con muchos propósitos como producción (madera, leña, etc.) además de servicios (sombra para cultivos, protección de las cortinas rompevientos, etc.), además, los árboles aumentan la diversidad biológica del agro ecosistema creando en sus ramas, en sus raíces y en la hojarasca hogares para otros organismos (PALOMEQUE, 2009).

Los sistemas agroforestales son sistemas que al integrar de manera armónica y eficiente el manejo de cultivos, animales y árboles contribuye a la búsqueda de nuevas estrategias de producción.

Por medio de los sistemas agroforestales se busca llegar a una vegetación lo más diversificada posible, de tal manera que sea lo más similar o cercana al estado natural del ecosistema original y como consecuencia un sistema ecológicamente más estable, esto se alcanza asociando cultivos con arbustos (estrato medio) y árboles (estrato alto) utilizando al máximo el espacio horizontal y vertical de un área determinada (ICPROC, 1998).

La manera más apropiada de siembra es la de policultivo, pues este sistema imita la forma en que la naturaleza regenera los espacios abiertos en el bosque. El proceso de regeneración natural combina plantas de diferentes portes, distintas especies, buscando aumentar la diversidad del sistema. Los sistemas de producción que incluyen estos principios en su organización son los sistemas agroforestales, para proveer el suelo de una cobertura vegetal apropiada (PEÑA y ARIAS, 2001).

En un sistema agroforestal, los árboles son el componente más grande y dominante. La incidencia de malezas puede ser manejada a través de la sombra y la hojarasca de los árboles asociados. La sombra reduce el crecimiento de malezas, particularmente de gramíneas, y la hojarasca forma una barrera física encima del suelo que dificulta la germinación de semillas de malezas (PALOMEQUE, 2009).

2.3.3.1. Efectos de los árboles sobre los suelos

Los efectos benéficos de los árboles sobre la fertilidad de los suelos pueden ser tanto la mejora de la estructura del suelo como incrementos

en la disponibilidad de nutrimentos. También pueden ocurrir efectos perjudiciales tales como aumentos en la acidez y competencia con otras especies por agua o nutrimentos.

Los principales efectos de los árboles sobre los suelos con consecuencia de la materia orgánica obtenida por medio de la hojarasca y las podas, y la descomposición de raíces.

Las especies arbóreas pueden influir sobre el pH, materia orgánica, contenido y disponibilidad de nitrógeno y fósforo del suelo (VARGAS y VALDIVIA, 2005).

2.3.3.2. Características de la agroforestería

La agroforestería incorpora cuatro características:

a. Estructura

A diferencia de la agricultura y la actividad forestal modernas, la agroforestería combina árboles, cultivos y animales. En el pasado, los técnicos en agricultura rara vez consideraban útiles a los árboles en el terreno para el cultivo, mientras que los forestales han tomado los bosques simplemente como reservas para el crecimiento de árboles (NAIR, 1983). Aun así, durante siglos, los agricultores tradicionales han procurado satisfacer sus necesidades básicas al sembrar cultivos alimenticios, árboles y animales en forma conjunta (ALTIERI, 1997).

b. Sustentabilidad

La agroforestería optimiza los efectos beneficiosos de las interacciones entre las especies leñosas y los cultivos o animales. Al utilizar los ecosistemas naturales como modelos y al aplicar sus características ecológicas al sistema agrícola, se espera que la productividad a largo plazo pueda mantenerse sin degradar la tierra. Esto resulta particularmente importante si se considera la aplicación actual de la agroforestería en zonas de calidad marginal de la tierra y baja disponibilidad de insumos (ALTIERI, 1997).

c. Incremento en la productividad

Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes del predio, con condiciones mejoradas de crecimiento y un uso eficaz de los recursos naturales (espacio, suelo, agua, luz), se espera que la producción sea mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales de uso de la tierra (ALTIERI, 1997).

d. Adaptabilidad cultural y socioeconómica

A pesar de que la agroforestería es apropiada para una amplia gama de predios de diversos tamaños y de condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido particularmente reconocido para los pequeños agricultores en áreas marginales y pobres de las zonas tropicales y subtropicales. Si se considera que los campesinos generalmente no son capaces de adoptar tecnologías muy costosas y modernas, que han sido pasados por alto por la

investigación agrícola y que no tienen poder social o político, la agroforestería se adapta particularmente a las realidades de los pequeños agricultores (ALTIERI, 1997).

2.3.3.3. Ventajas de los sistemas agroforestales

Las ventajas que presentan los sistemas agroforestales son:

- Mejor utilización del espacio vertical y mayor aprovechamiento de la radiación solar entre los diferentes estratos vegetales del sistema.
- Microclima más moderado (atenuación de temperaturas extremas, sombra, menor evapotranspiración y viento).
- Mayor protección contra erosión por viento y agua (menos impacto erosivo de las gotas de lluvia y escorrentía superficial).
- Mayor posibilidad de fijación de nitrógeno atmosférico mediante los árboles.
- Mantener la estructura y fertilidad del suelo: aportes de materia orgánica, mayor actividad biológica, reducción de la acidez, mayor extracción de nutrientes de los horizontes profundos del suelo (principalmente en zonas secas).
- Ayudar a recuperar suelos degradados.
- Obtener productos adicionales: madera, frutos, leñas, hojarasca, forraje, etc.

- Se puede tener mayor producción y calidad de las cosechas en ambientes -marginales.
- Proveer hábitat para mayor biodiversidad (PALOMEQUE, 2009).

2.3.3.4. Desventajas de los sistemas agroforestales

Algunas desventajas que presentan los sistemas agroforestales

son:

- Puede disminuir la producción de los cultivos principalmente cuando se utilizan demasiados árboles (competencia) y/o especies incompatibles.
- Pérdida de nutrientes cuando la madera y otros productos forestales son cosechados y exportados fuera de la parcela.
- Interceptación de parte de la lluvia, lo que reduce la cantidad de agua que llega al suelo.
- Daños mecánicos eventuales a los cultivos asociados cuando se cosechan o se podan los árboles, o por caída de gotas de lluvia desde árboles altos.
- Los árboles pueden obstaculizar la cosecha mecánica de los cultivos.
- El microambiente puede favorecer algunas plagas y enfermedades (PALOMEQUE, 2009).

2.3.3.5. Clasificación de los sistemas agroforestales

En cuanto a la estructura, los sistemas agroforestales pueden agruparse de la manera siguiente:

a. Agrosilvicultura

El uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.

b. Sistemas silvopastoriles

Sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.

c. Sistemas agrosilvopastoriles

Sistemas en los que la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y para la crianza de animales.

d. Sistemas de producción forestal de multipropósitos

En los que las especies forestales se regeneran y manejan para producir no sólo madera, sino también hojas y/o frutos que sean apropiados para alimento y/o forraje (ALTIERI, 1997).

2.4. Propiedades físicas, químicas del suelo

2.4.1. Textura

La textura viene determinada por la proporción en la que se hallan las partículas minerales del suelo clasificadas por su tamaño. Es decir, por las proporciones de arena, limo y arcilla.

Si en un suelo existe mayor proporción de elementos gruesos, tendremos un suelo de textura gruesa; si predominan los elementos finos tendremos un suelo de textura fina. Cuando existe un equilibrio entre los tres tipos de partículas, tenemos suelos de textura media o equilibrada, que se conocen como suelos francos (GARCIA, 2004).

2.4.2. pH

La formación de suelos en los trópicos está dada por la meteorización y la lixiviación proveniente de la combinación de altas precipitaciones y temperaturas, que a lo largo produce suelos ácidos, con una pobre saturación de bases (WADSWORTH, 2000).

Según ZVALETA (1992) la acidez del suelo depende del material parental del suelo, su edad, forma y los climas actual y pasado. Puede ser modificado por el manejo del suelo.

La acidez del suelo está asociada con varias características, cómo bajo nivel de calcio y magnesio intercambiables y el bajo porcentaje de

saturación de bases; alta proporción de elementos tóxicos como aluminio intercambiable y manganeso; menor actividad de muchos microorganismos del suelo, llevando en casos extremos a una acumulación de la materia orgánica, a una menor mineralización y a una más baja disponibilidad de nitrógeno, fósforo y azufre.

Los cambios de acidez del suelo con la aplicación de coberturas vivas y muertas, indica que el pH sufrió una ligera variación de 4.0 a 4.3 (DÁVILA, 1992).

El pH se ha elevado de fuertemente ácido a medianamente ácido (5.1 - 5.8) como consecuencia de la descomposición de los restos vegetales de las leguminosas, que tienen una relación C/N cerca de 14 (VARGAS y VALDIVIA, 2005).

2.4.3. Materia orgánica

Con respecto a la materia orgánica, ha disminuido porque el suelo no está cubierto en su totalidad con la macorilla y a una humificación rápida, tanto *Centrosema macrocarpum* como *Pueraria phaseoloides* mantienen un nivel de materia orgánica entre 3.3 y 4.8% (FERRARI y WALL, 2004).

2.4.4. Nitrógeno del suelo

Según FASSBENDER y BORNEMISZA (1987) las formas asimilables de nitrógeno por las plantas son la nítrica y la amoniacal. La mayor

reserva de nitrógeno se encuentra en la atmósfera. Este contenido atmosférico se aprovecha, en parte, a través de los procesos microbianos como la fijación de nitrógeno.

Según Cepeda (1991), citado por RUIZ (2009), los microorganismos simbióticos contribuyen con la mayor proporción en la fijación de nitrógeno.

La fijación simbiótica ocurre generalmente en la rizósfera, en los primeros días de la inoculación, las bacterias se alimentan exclusivamente de la planta hospedera, se reproducen rápidamente y empieza la fijación de nitrógeno molecular, el que inicialmente es usado en su metabolismo, al aumentar la producción comienza a ceder nitrógeno a la planta; en estados avanzados, hasta un 90% del nitrógeno fijado cede a la planta hospedera.

2.4.5. Fósforo

FORJAN (2003) menciona que el fósforo se encuentra en los suelos, tanto en forma orgánica ligada a la materia orgánica, como inorgánicas que es la forma en que absorben los cultivos.

El fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. Además, promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces.

El fósforo es un nutriente esencial para la nodulación. Las plantas dependientes de nitrógeno fijado simbióticamente tienen una alta demanda de fósforo es decir, requieren más fósforo que las plantas dependientes de nitrógeno combinado del suelo (FERRARI y WALL, 2004).

En relación al fósforo, pasa de bajo a normal en todos los tratamientos, dado que la materia orgánica aporta nutrientes al suelo, siendo en este caso las leguminosas fuentes de fósforo. Como consecuencia de la incorporación de materia orgánica, la CIC sube de bajo a medio en los tratamientos con leguminosas, mas no así en el testigo, corroborando de esta manera que las leguminosas mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos degradados (VARGAS y VALDIVIA, 2005).

2.4.6. Potasio

CONTI (s/d) sostiene que las plantas obtienen el potasio del suelo que proviene de la meteorización de los minerales, de la mineralización de los residuos orgánicos o proviene de los abonos y fertilizantes.

Sardi y Debreczeni (1992); Buhman (1993); citados por CONTI (s/d), sostienen que varias investigaciones confirmaron que el sistema agrícola no tiene otra vía de ingreso natural para el balance de potasio que la reposición primaria proveniente de la liberación de los minerales primarios y secundarios, siendo preponderante la participación de la fracción arcilla. Los minerales arcillosos son la fuente principal de potasio en el suelo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación fue realizada en el caserío de Santa Rosa, ubicado a 14 km del Centro Poblado de Castillo Grande, en la margen izquierda del río Huallaga. Con coordenadas UTM E 384728, N 8981308.

Distrito : Rupa Rupa

Provincia : Leoncio Prado

Departamento: Huánuco

3.1.1. Fisiografía

El área elegida para la investigación presenta pendiente de 20%, observándose una configuración de laderas.

3.1.2. Clima

Se ubica en la región selva alta entre los 650 a 1,808 msnm. De acuerdo a la clasificación de la zona de vida de HOLDRIDGE (1978) indica que la zona del Alto Huallaga corresponde a un bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT), con una temperatura media anual de 24.5 °C.

Cuadro 1. Parámetros climáticos para el período de muestreo.

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa del aire (%)	Precipitación acumulada mensual (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Febrero	29.13	20.65	24.89	87	405.7
Marzo	29.5	20.6	25.05	89	307.1
Abril	29.64	20.74	25.19	88	301.9
Mayo	29.94	20.52	25.23	86	340.6
Junio	29.22	19.94	24.58	86	169.5
Julio	29.64	19.9	24.76	86	183.7
Agosto	30.39	20.24	25.32	85	150
Septiembre	30.83	20.38	25.61	81	177.5
Octubre	30.98	20.83	25.91	82	111.8
Noviembre	29.89	20.98	25.44	86	406.9
Diciembre	28.34	21.01	24.7	88	522.8
Enero	29.4	21.2	25.3	87	308.2
Febrero	29.7	21.2	25.4	87	589.8
Total	386.6	268.19	327.38	1118	3975.5
Promedio	29.74	20.63	25.18	86	305.81

Fuente: Datos registrados por la Estación Meteorológica "José Abelardo Quiñones" (JAQ).

La humedad relativa media anual es cercana al 80%. La precipitación media anual de 3300 mm. La época de lluvia comienza en octubre y se prolonga hasta abril. Los parámetros climáticos para el periodo de muestreo con medias mensuales de temperatura, las medias mínimas y máximas, humedad relativa del aire y precipitación durante el período febrero 2009 a febrero 2010 se muestran en el Cuadro 1.

3.1.3. Vegetación

Presenta abundante vegetación de macorrilla (*Pteridium* sp.), rabo de zorro (*Andropogon bicornis*), y otras gramíneas formando pajonales a causa del monocultivo de la coca.

3.1.4. Antecedentes del área en estudio

El área donde se instaló el estudio fue un suelo ácido (Cuadro 2).

Cuadro 2. Historia de la parcela de investigación.

Año	Sucesiones de la vegetación
1983	Bosque primario
1984	Bosque secundario
1985	Cultivos anuales
1986	Purma
1987	Cocal
2009	(Macorrilla y rabo de zorro)

Fuente: Información de los agricultores de la zona (2010).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material genético

- Semillas vegetativas de maní forrajero (*Arachis pintoï*)
- Semillas botánicas de kudzu (*Pueraria phaseoloides*), frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)
- Plántulas de guaba (*Inga edulis* Mart.)
- Estacas de cerco vivo de 2.00 m

3.2.2. Herramientas manuales

- Zapapicos
- Azadones
- Machete
- Wincha de 03 m
- Tijera de poda

3.2.3. Instrumentos

- Balanza analítica
- Calibrador digital
- Cámara fotográfica

3.3. Análisis de suelos

Cuadro 3. Análisis físico – químico del suelo antes del experimento.

Parámetro	Valor	Método empleado
Análisis físico		
Arena (%)	36.00	Hidrómetro
Arcilla (%)	38.00	Hidrómetro
Limo (%)	26.00	Hidrómetro
Clase textural	Fo.Ar.	Triángulo textural
Análisis químico		
pH (1:1) en agua	4.5	Potenciómetro
Materia orgánica (%)	1.9	Walkey y Black
Nitrógeno total (%)	0.09	% M.O. x 0.045
Fósforo (ppm)	5.40	Olsen Modificado
K ₂ O disponible (kg/ha)	146	Ácido sulfúrico 6N

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNAS - Tingo María (2009).

3.4. Factores en estudio

Factor A: Cobertura

a1 = *P. phaseoloides*

a2 = *A. pintoi*

Factor B: Especies forestal y cultivo

b1 = *I. edulis* Mart.

b2 = *C. cajan* Linneo

Combinaciones o tratamientos

T1 = a1b1: *P. phaseoloides*, *I. edulis* Mart. y *P. volubilis*

T2 = a1b2: *P. phaseoloides*, *C. cajan* Linneo y *P. volubilis*

T3 = a2b1: *A. pintoi*, *I. edulis* Mart. y *P. volubilis*

T4 = a2b2: *A. pintoi*, *C. cajan* Linneo y *P. volubilis*

T0 = Tratamiento testigo = *P. volubilis*

T01 = Tratamiento testigo = Macorrilla y rabo de zorro

3.5. Diseño experimental

Se empleó el Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) con 4 tratamientos, cada tratamiento con 3 repeticiones (Bloques).

Modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Para:

$i = 1, 2, \dots$, a niveles de factor α (Cobertura)

$j = 1, 2, \dots, b$ niveles de factor δ (Especies forestal y cultivo)

$k = 1, 2, \dots, r$ repetición

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor α (cobertura)

δ_j = Efecto del j -ésimo nivel del factor δ (Especies forestal y cultivo)

$(\alpha\delta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i -ésimo nivel del factor α (cobertura) con el j -ésimo nivel del factor δ (Especies forestal y cultivo)

β_j = Efecto de la j -ésimo repetición

ε_{ijk} = Efecto aleatorio del error experimental en unidad observada.

Para:

$i = 1, \dots, 4$ tratamientos

$j = 1, \dots, 3$ bloques

3.6. Esquema del análisis de variancia

Cuadro 4. Análisis de varianza.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	$(r-1)$
Tratamientos	$(ab-1)$
A	$(a-1)$
B	$(b-1)$
A x B	$(a-1)(b-1)$
E. Exp.	$ab(r-1)$
Total	$(abr-1)$

3.7. Detalles del campo experimental

3.7.1. Bloques

- Número de bloques : 3
- Largo de bloques : 30.00 m
- Ancho de bloques : 30.00 m
- Área total de bloque : 900.00 m²

3.7.2. Parcelas

- Número de parcelas por bloque : 5

- Largo de cada parcela : 6.00 m
- Ancho de cada parcela : 10.00 m
- Área total de cada parcela : 60.00 m²
- Número total de parcelas : 15

3.7.3. Detalle de las parcelas

- Número de hileras /parcela : 3
- Distancia entre hileras : 2.50 m
- Distancia entre plantas : 2.50 m
- Número de plantas /golpe : 1
- Número de plantas/parcela : 15
- Número total de plantas evaluadas/parcela : 15
- Número total de plantas evaluadas/ bloque : 75
- Número total de plantas evaluadas/ experimento: 225

3.7.4. Área total del experimento

- Largo : 30.00 m
- Ancho : 32.00 m
- Área total : 960.00 m²

3.8. Ejecución del experimento

3.8.1. Reconocimiento del área experimental

Se realizó una visita al área en estudio a fin de verificar las condiciones que exige el presente experimento.

3.8.2. Delimitación y limpieza del área experimental

Se procedió a delimitar las parcelas de acuerdo al diseño experimental planteado, siendo el área de 960.00 m², con calles de 1 m de ancho a fin de evitar el efecto de borde, como se presenta el (Anexo 6).

Posteriormente se realizó la limpieza del terreno que consistió en eliminar la vegetación compuesta por macorrilla (*Pteridium* sp.) y rabo de zorro (*Andropogon bicomis*), en forma manual utilizando machete.

3.8.3. Remoción del suelo del área experimental

Concluida la labor de limpieza se procedió a la remoción del suelo a una profundidad mínima de 10 cm, empleando zapapicos y azadones, con la finalidad de facilitar la siembra botánica y vegetativa.

3.8.4. Instalación del área experimental

Se realizó la siembra que consistió en depositar las semillas botánicas de *C. cajan* Linneo y *P. volubilis* Linneo bajo el método de golpe a

razón de 2 semillas en hoyos, con distanciamiento 2.5 m entre planta e hileras y a una profundidad 0.05 m.

Para el caso de semillas vegetativas de esquejes *Arachis pintoii* con manojos de 5 – 6 esquejes por hoyo, dimensiones de 0.1 m de altura, la siembra se realizó en hoyos con distanciamiento 0.4 x 0.4 m a una profundidad de 0.05 m, las semillas de kudzu fueron sembradas al voleo.

Las plantas de *I. edulis* Mart. con dimensiones 0.16 m de altura, la siembra se realizó por hoyos con distanciamiento de 2.5 m a profundidad de 0.05 m.

3.8.5. Guiado

Para el caso del *P. volubilis* Linneo fue necesario colocar el guiado para cada planta utilizando estacas de cerco vivo de 2.00 m de largo.

3.8.6. Control de malezas

Durante los primeros 4 meses después de la instalación del experimento los deshierbos fueron semanales para evitar competencia de las malezas, posteriormente fueron cada mes.

3.9. Datos registrados

Durante la ejecución del experimento se registraron las siguientes observaciones:

3.9.1. Fecha de siembra

Se registró la fecha de siembra en campo definitivo, siendo el 09 de febrero del 2009 para todos los tratamientos.

3.9.2. Altura y diámetro de las plantas a evaluar

Se registró cuando las plántulas tenían un tamaño promedio y número de hojas funcionales completamente extendidas, empezando las evaluaciones en el mes de abril.

3.9.3. Fecha de emisión de guías

Para el caso de *P. volubilis* Linneo se registró cuando las plantas inician la búsqueda de un soporte o tendal para su mejor desarrollo.

3.9.4. Inicio de floración

El inicio de floración de *P. volubilis* Linneo se consideró cuando se observó un 10% de plantas por parcela con aparición de los primordios florales evaluadas, considerándose la floración el mes julio.

3.9.5. Inicio de fructificación

El inicio de fructificación del *P. volubilis* Linneo se consideró cuando se observó un 10% de plantas evaluadas por parcela inician la formación de frutos. Empezando en el mes de octubre.

3.9.6. Maduración

Para el *P. volubilis* Linneo se consideró cuando los frutos de color verde empiezan a tornarse de un color negruzco, que finalmente se convierte en marrón oscuro o negro cenizo.

3.9.7. Inicio de cosecha

Para el caso del *P. volubilis* Linneo se consideró que las plantas evaluadas llegaron a la madurez de cosecha, cuando los frutos toman el color marrón oscuro o negro cenizo.

Se inició la cosecha en el mes de enero del 2010.

3.10. Variables evaluadas

3.10.1. Altura de plantas

Se realizó la evaluación de altura de plantas para frijol palo (*Cajanus cajan* Linneo), guaba (*Inga edulis* Mart.) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) cada 30 días.

Para el frijol palo (*Cajanus cajan* Linneo) y sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) durante 6 meses y para la guaba (*Inga edulis* Mart.) durante 10 meses en la parcela neta (15 plantas) de cada tratamiento en su respectivo bloque debidamente identificado.

3.10.2. Diámetro de plantas

Se realizó la evaluación de diámetro de planta para la guaba (*Inga edulis* Mart.) y el sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) cada 30 días.

Para el sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) durante 6 meses y para la guaba (*Inga edulis* Mart.) durante 10 meses en la parcela neta (15 plantas) de cada tratamiento en su respectivo bloque debidamente identificado.

3.10.3. Número de cápsulas cosechadas

Se realizó el conteo de cápsulas cada 30 días durante 3 meses en la parcela neta (5 plantas) de cada tratamiento en su respectivo bloque debidamente identificado.

3.10.4. Peso de cápsulas cosechadas

Para este parámetro se utilizó una balanza pesándose las cápsulas cosechadas de las plantas en la parcela neta (5 plantas) de cada tratamiento, en su respectivo bloque debidamente identificado.

3.10.5. Peso de semillas

Se determinó pesando en una balanza las semillas de las cápsulas cosechadas de las plantas cada 30 días durante 3 meses en la parcela neta (5 plantas) de cada tratamiento, en su respectivo bloque.

3.10.6. Rendimiento por planta

El rendimiento por planta fue considerado como el peso de los rendimientos individuales (5 plantas) de las semillas cosechadas de las plantas cada 30 días durante 3 meses por parcela neta.

3.10.7. Rendimiento por hectárea

El rendimiento por hectárea se estimó transformando el número de plantas de la parcela experimental a hectárea.

3.10.8. Determinación de los parámetros físicos y químicos del suelo

El primer muestreo se realizó antes de sembrar todos los tratamientos como se muestra en el (Cuadro 4) esto se efectuó bajo la modalidad de zig zag; el segundo muestreo se realizó a nueve meses de la incorporación de los tratamientos, estas muestras fueron sacadas para cada tratamiento en sus respectivos bloques.

Para los resultados finales de los análisis de suelo se consideró un tratamiento testigo T01 (macorrilla y rabo de zorro), para comparar con los demás tratamientos T1, T2, T3, T4 y T0.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, los parámetros y métodos a utilizar para determinar la fertilidad se indican en el (Cuadro 5).

Cuadro 5. Parámetros para determinar la fertilidad del suelo.

Parámetro	Símbolo	Unidad	Método
Materia orgánica	M.O	%	Walkley y Black
Nitrógeno total	N	%	% m.o x 0.045
Fósforo disponible	P	ppm	Olsen modificado
Potasio disponible	K	Kg/ha	Ácido sulfúrico 6N
Reacción del suelo	pH	---	Potenciómetro

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNAS - Tingo María (2009).

3.10.9. Toma de muestras para la cobertura

Porcentaje de cobertura

Para la evaluación del porcentaje de cobertura se utilizó el método del metro cuadrado propuesto por Toledo (1982), citado por RUIZ (2009); esto consistió en anotar el porcentaje de cobertura en un cuadrado de 01 m de lado dividido en cuadrículas de 10 x 10 cm. Luego se determinó el porcentaje de cobertura de cada tratamiento, ésta evaluación se realizó en la floración, fructificación y cosecha.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

4.1.1. Crecimiento de altura de planta de guaba (*Inga edulis* Mart.)

En el Cuadro 6 del ANVA, se observa que en la fuente de bloques y los tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas para la variable altura de planta de guaba (*Inga edulis* Mart.), en las evaluaciones de los meses de octubre 2009 y enero 2010.

Cuadro 6. Análisis de varianza del crecimiento de altura de planta de guaba (*Inga edulis* Mart.).

F V	GL	Octubre 2009		Enero 2010	
		CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	2	1854.41	NS	6423.31	NS
Tratamientos	1	64.68	NS	272.03	NS
EE	2	164.72		522.02	
Promedio		105.85		165.07	
CV	(%)	12.13		13.84	

NS = No significativo.

En el Cuadro 7 y Figura 1 se muestran la prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para las evaluaciones de los meses de octubre 2009 y enero 2010, los resultados nos indican que los tratamientos para la altura de planta de guaba (*Inga edulis* Mart.) no muestran diferencias y son corroborados con el análisis de variancia del Cuadro 6.

Cuadro 7. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias para el crecimiento de altura (cm) de planta de guaba (*Inga edulis* Mart.).

OM	Tratamiento	Octubre 2009		Enero 2010	
		Altura de guaba	Sig.	Altura de guaba	Sig.
1	T1	109.13	a	171.8	a
2	T3	102.57	a	158.33	a

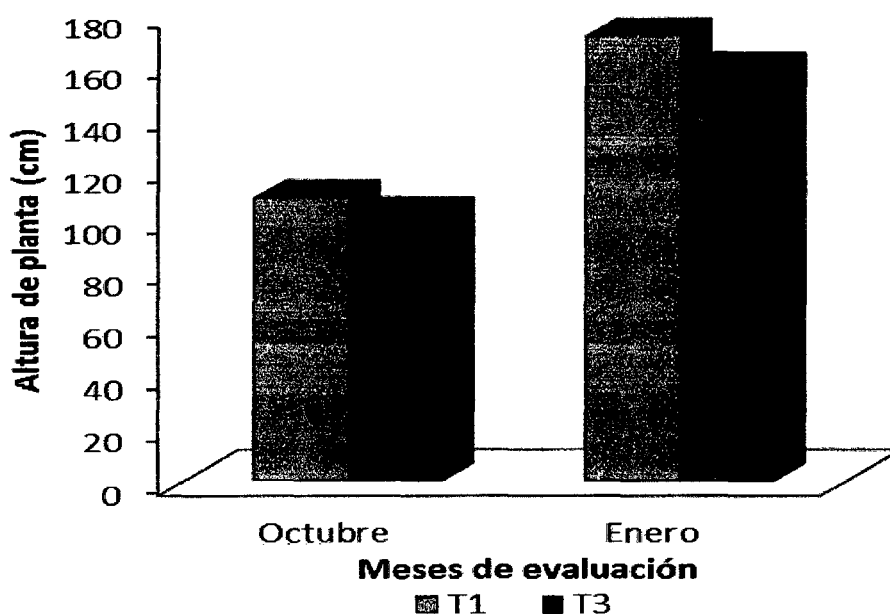


Figura 1. Comparación de promedios para la variable altura de planta de guaba (*Inga edulis* Mart.) para los meses de octubre 2009 y enero 2010.

4.1.2. Crecimiento de altura de planta de frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo)

En el Cuadro 8 del ANVA, se observa que en la fuente de bloques y los tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas para la variable altura de planta de frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo) para las evaluaciones de los meses de abril 2009 y setiembre 2009, para el mes de julio 2009 se observa que no presenta una significación estadística entre bloques, pero sí significación estadística entre tratamientos al 5%.

Cuadro 8. Análisis de varianza del crecimiento de altura de planta de frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo).

F V	GL	Abril 2009		Julio 2009		Setiembre 2009	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	2	30.81	NS	2099.21	*	2248.88	NS
Tratamiento	1	0.88	NS	103.34	NS	487.80	NS
EE	2	4.00		107.66		199.23	
Promedio		27.32		95.52		119.75	
CV	(%)	7.32		10.86		11.79	

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$.

NS = No significativo.

En el Cuadro 9 y Figura 2, se muestran la prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para las evaluaciones de los meses de abril 2009, julio 2009 y setiembre 2009, los resultados nos indican que los tratamientos para altura de planta del

frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo) no muestran diferencias y son corroborados con el análisis de varianza del Cuadro 8.

Cuadro 9. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias para el crecimiento de altura (cm) de frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo).

OM	Trat	Abril 2009		Julio 2009		Setiembre 2009		
		Frijol de palo	Sig.	Frijol de palo	Sig.	Frijol de palo	Sig.	
1	T2	27.7	a	T4	99.67	a	128.77	a
2	T4	26.93	a	T2	91.37	a	110.73	a

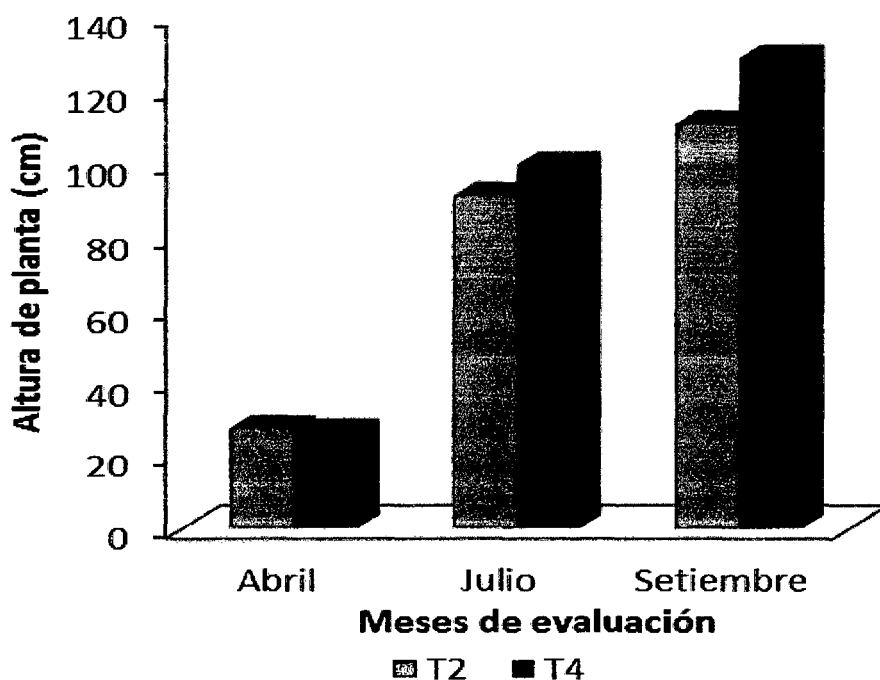


Figura 2. Comparación de promedios para la variable altura de planta de *Cajanus cajan* Linneo para los meses de abril, julio y setiembre.

Los coeficientes de variabilidad para los meses de abril 2009, julio 2009 y setiembre 2009 fueron 7.32%, 10.86% y 11.79%, respectivamente.

4.1.3. Crecimiento de altura de guaba (*Inga edulis* Mart.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo)

En el Cuadro 10 del ANVA, se observa que para el mes de abril 2009, se encontró diferencias significativas al 5% entre bloques y una alta significación estadística entre tratamientos al 1%, con respecto a la variable altura de planta de guaba (*Inga edulis* Mart.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo). Para los meses de julio 2009 y setiembre 2009, se encontró una alta significación estadística entre bloques al 1% con respecto a la variable altura de planta de guaba (*Inga edulis* Mart.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo), mientras que entre los tratamientos se observa que no presenta una significancia estadística.

Cuadro 10. Análisis de varianza del crecimiento de altura de guaba (*Inga edulis* Mart.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo).

F V	GL	Abril 2009		Julio 2009		Setiembre 2009	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloq.	2	245.94	*	2636.04	**	3071.41	**
Trat.	3	526.10	**	308.64	NS	816.38	NS
EE	6	24.65		160.97		247.27	
Promedio		38.71		87.25		107.02	
CV	(%)	12.83		14.54		14.69	

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$

** = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.01$

NS = No significativo

Los coeficientes de variabilidad para los meses de abril 2009, julio 2009 y setiembre 2009 fueron 12.83%, 14.54% y 14.69%, respectivamente considerándose según CALZADA (1996) como "Muy Bueno".

En el Cuadro 11 y Figura 3, se muestra en la prueba Duncan ($\alpha=0.05$) para las características de altura de guaba (*Inga edulis* Mart.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo); se observa que el T3 presentó mayor promedio para el mes de abril 2009, para los meses julio 2009 y setiembre 2009 esto varía siendo el T4 el de mayor promedio.

Cuadro 11. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias para el crecimiento de altura (cm) de guaba (*Inga edulis* Mart.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo).

OM	Tr	Abril 2009		Tr	Julio 2009		Setiembre 2009	
		Altura Gua/frij	Sig.		Altura Gua/frij	Sig.	Altura Gua/frij	Sig.
1	T3	51.93	a	T4	99.67	a	128.77	a
2	T1	48.27	a	T2	91.37	a	110.73	ab
3	T2	27.70	b	T1	79.63	a	95.90	b
4	T4	26.93	b	T3	78.33	a	92.67	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

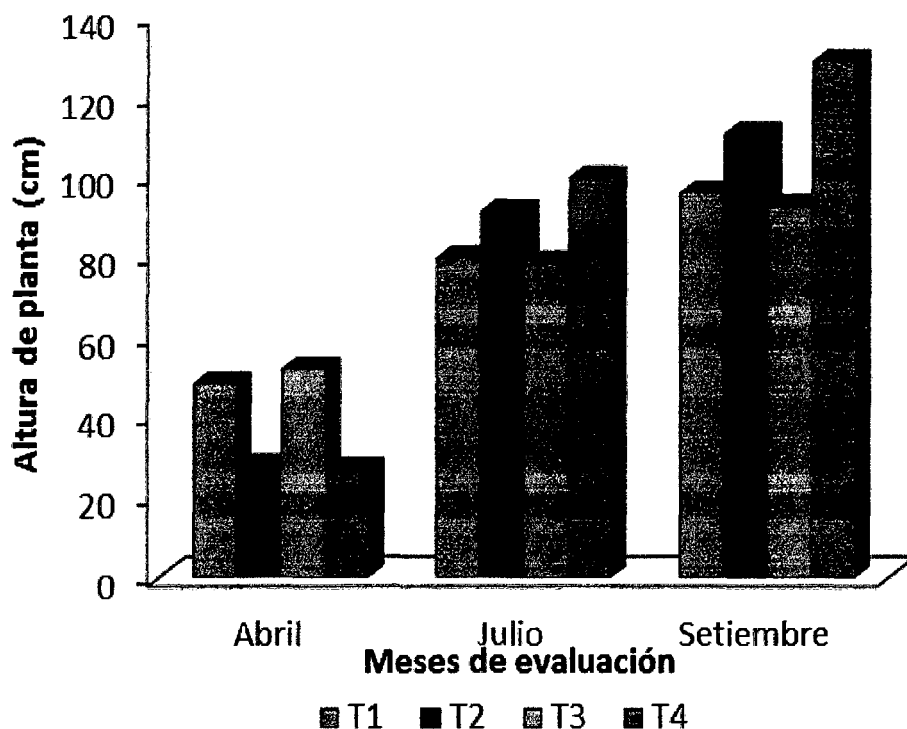


Figura 3. Comparación de promedios para la variable altura de guaba (*Inga edulis* Mart.) y del frijol de palo (*Cajanus cajan* Linneo) para los meses de abril, julio y setiembre.

4.1.4. Crecimiento de altura de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)

En el Cuadro 12 del análisis de varianza (ANVA), se observa que en la fuente de bloques y los tratamientos no se encontraron diferencias significativas para la variable altura de planta del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) para las evaluaciones de los meses de abril 2009, julio 2009 y setiembre 2009.

En la Figura 4, se puede observar que en mes de abril 2009 el que obtuvo mayor altura son los tratamientos T2 (36.60 cm) y T3 (33.13 cm), pero

para los meses de julio 2009 T1 (193.27 cm) y T3 (228.13 cm) y setiembre 2009 T1 (248.47 cm) y T3 (281.13 cm) estos valores cambian, siendo el T3 y T1 los que obtienen mayores alturas de planta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo).

Los coeficientes de variabilidad para los meses de abril 2009, julio 2009 y setiembre 2009 fueron de 48.10%, 39.39% y 35.10% respectivamente.

Cuadro 12. Análisis de varianza del crecimiento de altura de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo).

F V	GL	Abril 2009		Julio 2009		Setiembre 2009	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloq.	2	498.61	NS	5707.78	NS	20422.32	NS
Trat.	4	87.68	NS	4562.02	NS	2006.06	NS
Factor	3	116.47	NS	2294.11	NS	1187.51	NS
A	1	115.32	NS	1132.96	NS	1447.60	NS
B	1	22.41	NS	5034.80	NS	1771.47	NS
A*B	1	211.68	NS	714.56	NS	343.47	NS
Fac x Tes	1	1.29	NS	11365.76	NS	4461.71	NS
Error	8	219.66		4832.03		7335.58	
Promedio		30.81		176.45		244.03	
CV	(%)	48.10		39.39		35.10	

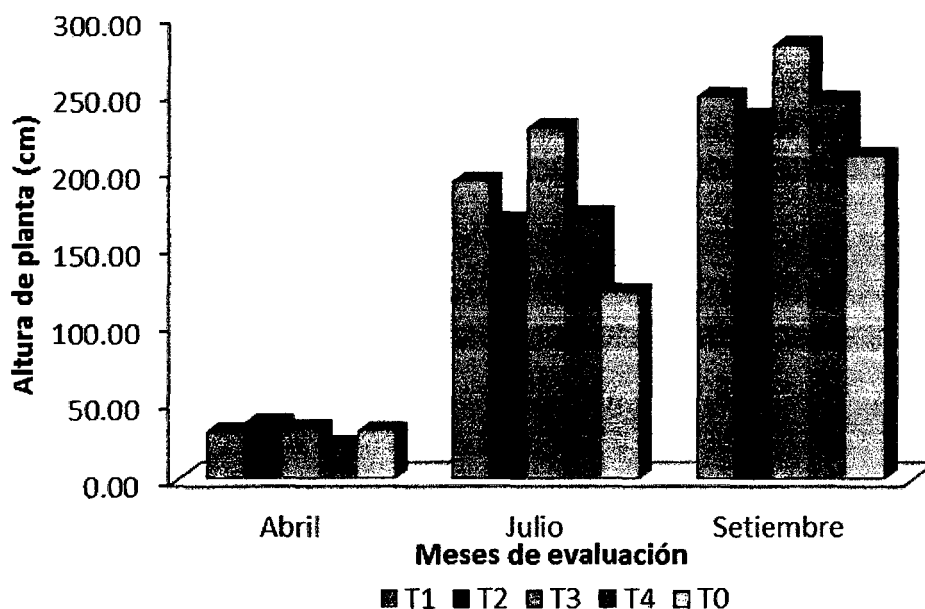


Figura 4. Comparación de promedios para la variable altura de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) para los meses de abril, julio y setiembre.

4.2. Diámetro de planta

4.2.1. Crecimiento de diámetro de guaba (*Inga edulis* Mart.)

En el Cuadro 13 del ANVA, se observa que para los meses de abril 2009, julio 2009 y octubre 2009 se encontró diferencias significativas al 5% entre bloques con respecto a la variable diámetro de planta de la guaba (*Inga edulis* Mart.) mientras que entre los tratamientos se observa que no presentan una significación estadística. Para el mes de enero 2010 se observa que en la fuente de bloques y tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas, con respecto a la variable diámetro de planta de la guaba (*Inga edulis* Mart.).

Los coeficientes de variabilidad para los meses de abril 2009, julio 2009, octubre 2009 y enero 2010 fueron 4.42%, 4.41%, 5.50% y 14.24% respectivamente. Considerándose según CALZADA (1996) entre “Bueno” y “Muy bueno”.

Cuadro 13. Análisis de varianza del crecimiento de diámetro guaba (*Inga edulis* Mart.).

F V	GL	Abril 2009		Julio 2009		Octubre 2009		Enero 2010	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloq.	2	6.60	*	28.19	*	113.16	*	252.68	NS
Trat.	1	0.99	NS	0.02	NS	0.21	NS	47.04	NS
EE	2	0.10		0.33		1.34		20.89	
Promedio		7.22		12.96		17.06		32.10	
CV	(%)	4.42		4.41		5.50		14.24	

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$.
NS = No significativo.

En el Cuadro 14 y Figura 5, se muestra en la prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para las características de diámetro de planta de la guaba (*Inga edulis* Mart.); se observa que no presentan una significación estadística, los tratamientos son similares para los meses de abril 2009, julio 2009, octubre 2009 y enero 2010, es decir que ningún tratamiento tuvo un comportamiento diferente ni superior frente a otro tratamiento en cuanto a este carácter a pesar de mostrar diferencias numéricas.

Cuadro 14. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias para el crecimiento de diámetro (cm) de guaba (*Inga edulis* Mart.).

OM	Tr	Abril 2009		Tr	Julio 2009		Octubre 2009		Enero 2010	
		Diám Guaba	Sig.		Diám Guaba	Sig	Diám Guaba	Sig	Diám Guaba	Sig
1	T3	7.63	a	T1	13.03	a	21.19	a	34.90	a
2	T1	6.81	a	T3	12.92	a	20.81	a	29.30	a

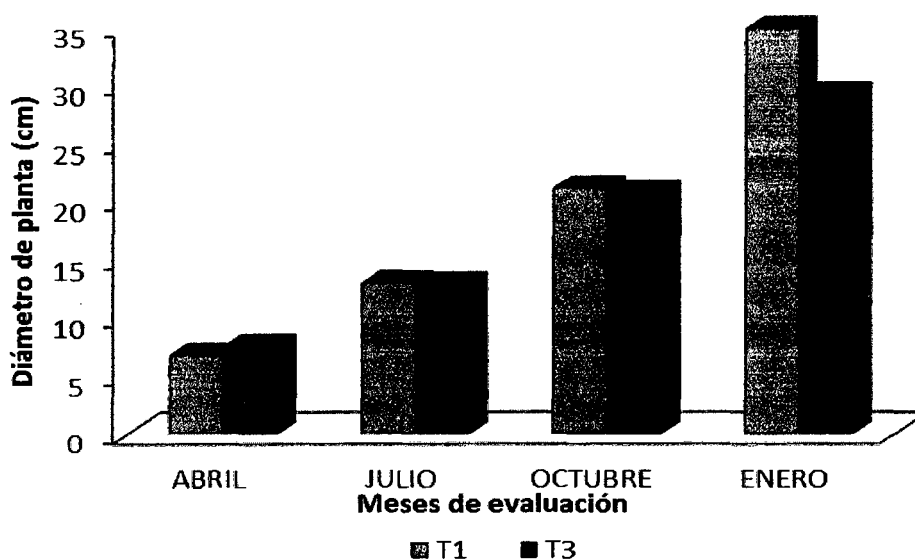


Figura 5. Comparación de promedios para la variable diámetro de guaba (*Inga edulis* Mart.) para los meses de abril, julio, octubre y enero.

4.2.2. Crecimiento de diámetro de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)

En el Cuadro 15 del ANVA, se observa que en la fuente de bloques y los tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas, para

la variable diámetro de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo), para las evaluaciones de los meses de abril 2009 y julio 2009.

Para el mes de enero 2010 se encontró diferencias significativas al 5% entre bloques con respecto a la variable diámetro de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo), mientras que entre los tratamientos se observa que no presentan una significación estadística.

Cuadro 15. Análisis de varianza del crecimiento de diámetro de sachá inchi (*Plukenetia volubili* Linneo).

F V	GL	Abril 2009		Julio 2009		Setiembre 2009	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloque	2	1.2106	NS	3.36	NS	18.66	*
Trata	4	0.0590	NS	0.75	NS	2.25	NS
Factor	3	0.0787	NS	0.67	NS	1.63	NS
A	1	0.0560	NS	0.40	NS	0.08	NS
B	1	0.0120	NS	0.15	NS	0.90	NS
A*B	1	0.1680	NS	1.44	NS	3.90	NS
Fa x Te	1	0.0001	NS	1.01	NS	4.14	NS
Error	8	0.328		1.01		2.85	
Promedio		3.16		6.30		8.85	
CV	(%)	18.15		15.93		19.09	

NS = No significativo

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$.

En la Figura 6, se puede observar que para los meses de abril 2009 T1 (3.37 cm) y T4 (3.17 cm), julio 2009 T1 (6.48 cm) y T4 (7.07 cm), y setiembre 2009 T1 (10.04 cm) y T4 (9.33 cm), obtuvieron los mayores diámetros de *P. volubilis* Linneo, esto quiere decir que los mejores diámetros se obtuvieron con la combinación de *I. edulis* Mart., mientras que el *P. phaseoloides* y el *A. pintoii* favorecieron al desarrollo del *P. volubilis* Linneo, asimismo todas las combinaciones de los tratamientos (T1, T1, T3, y T4) obtuvieron mejores resultados que el tratamiento testigo (T0).

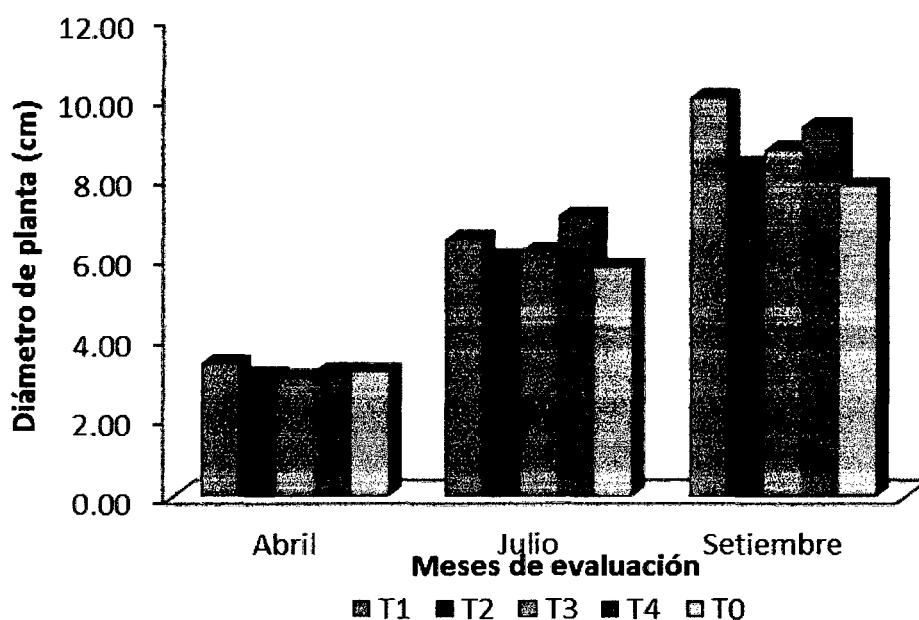


Figura 6. Comparación de promedios para la variable diámetro de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) para los meses de abril, julio y setiembre.

4.3. Características de rendimiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)

4.3.1. Número de frutos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)

En el Cuadro 16 del ANVA, se observa que no se encontró diferencias significativas entre bloques en estudio con respecto a la variable de número de frutos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo), para los meses de enero 2010 y marzo 2010, pero entre tratamientos se encontró diferencias altamente significativas al 1% para el mes de enero 2010 y diferencias significativas al 5% para el mes de marzo 2010.

Asimismo para el factor A y para el factor B existe diferencias altamente significativas al 1% en el mes de enero 2010; mientras que para el mes de marzo 2010 existe diferencias significativas al 5%.

Para la interacción entre el factor A y factor B existe diferencias significativas al 5% para el mes de enero 2010 y para el mes marzo 2010 no existe diferencia significativa.

En cuanto al factor versus el testigo no se encontró diferencias significativas para el mes de enero 2010 mientras que para el mes de marzo 2010 se encontró diferencia significativa al 5%. Los coeficientes de variabilidad para los meses de enero 2010 y marzo 2010 fueron de 38.14% y 41.89% respectivamente considerándose según CALZADA (1996) como "Malo".

Cuadro 16. Análisis de varianza del número de frutos por planta cosechado del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo).

F V	GL	Enero 2010		Marzo 2010	
		CM	Sig.	CM	Sig.
Bloque	2	2.04	NS	17.10	NS
Trata	4	20.20	**	95.98	*
Factor	3	24.49	**	72.77	*
A	1	24.11	**	80.91	*
B	1	32.24	**	107.88	*
A*B	1	17.11	*	29.52	NS
Fac x Tes	1	7.34	NS	165.60	*
Error	8	1.68		17.46	
Promedio		3.40		9.98	
CV	(%)	38.14		41.89	

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$.

** = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.01$.

NS = no significativo.

En el Cuadro 17 y Figura 7, para las características de número de frutos por planta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo); se observa para los meses de enero y marzo del 2010 que el T1 presentó mayor promedio (8.00 - 18.80) respectivamente.

Cuadro 17. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias del número de frutos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo).

OM	Tr	Enero 2010		Tr	Marzo 2010	
		Número de frutos	Sig.		Número de frutos	Sig.
1	T1	8.00	a	T1	18.80	a
2	T3	2.78	b	T3	10.47	b
3	T2	2.33	b	T2	9.67	b
4	T0	2.00	b	T4	7.61	b
5	T4	1.89	b	T0	3.33	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

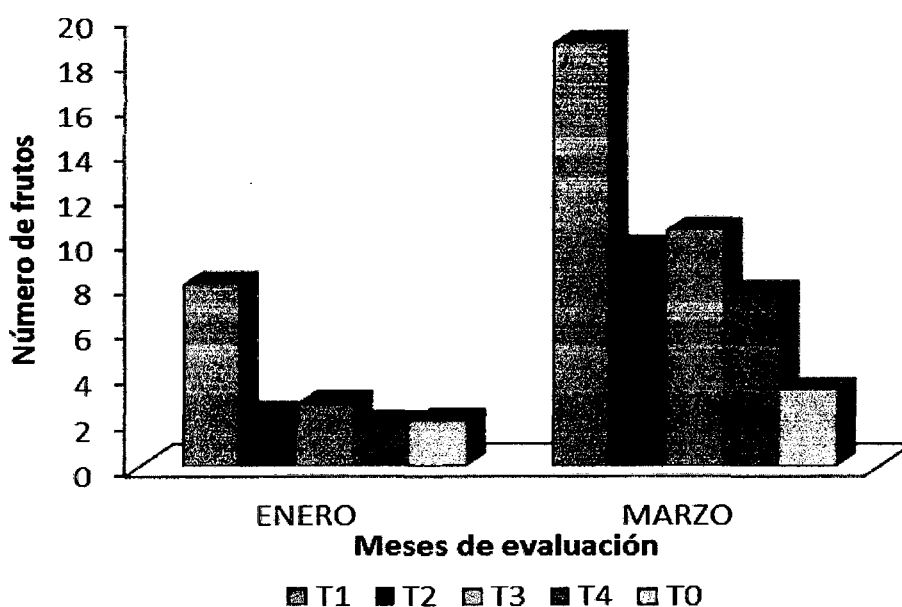


Figura 7. Comparación de promedios para la variable número de frutos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) para Enero y Marzo.

4.3.2. Peso de cápsulas por planta (g) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)

En el Cuadro 18 del ANVA, se observa que no se encontró diferencias significativas entre bloques en estudio con respecto a la variable peso de cápsulas por planta (g) del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo), para los meses de enero 2010 y marzo 2010, pero entre tratamientos se encontró diferencias altamente significativas al 1% para el mes de enero 2010 y diferencias significativas al 5% para el mes de marzo 2010.

Asimismo para el factor A y para el factor B existe diferencias altamente significativas al 1% en el mes de enero 2010; mientras que para el mes de marzo 2010 no existe diferencias significativas. Para la interacción entre el factor A y factor B no existe diferencias significativas para el mes de enero 2010 y marzo 2010. En cuanto al factor versus el testigo no se encontró diferencias significativas para el mes de enero 2010 mientras que para el mes de marzo 2010 se encontró diferencia significativa al 5% (Cuadro 18).

En el Cuadro 19 y Figura 8, se muestra la prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para las características de peso de cápsulas por planta (g) del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo); se observa que el T1 (63.75 g) enero 2010 y T1 (155.53 g) marzo 2010 presentaron mayor promedio.

Para el mes de enero 2010 el T1 (63.75 g) tiene un comportamiento diferente a los demás tratamientos T3 (25.39 g), T2 (23.01 g), T0 (22.35 g) y T4 (14.16 g), asimismo estos tratamientos T3 (25.39 g), T2

(23.01 g), T0 (22.35 g) y T4 (14.16 g) no tiene comportamiento diferente entre ellos, pero numéricamente son diferentes, mostrándose que el tratamiento T4 (14.16 g) obtuvo menor peso de cápsulas.

Cuadro 18. Análisis de varianza del peso de cápsulas por planta (g) cosechados de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo).

F V	GL	Enero 2010		Marzo 2010	
		CM	Sig.	CM	Sig.
Bloque	2	102.003	NS	1124.90	NS
Trata	4	1138.59	**	6525.66	*
Factor	3	1450.03	**	4627.07	NS
A	1	1671.59	**	4264.62	NS
B	1	2025.66	**	6932.17	NS
A*B	1	652.84	NS	2684.42	NS
Fac x Tes	1	204.28	NS	12221.4	*
Error	8	127.85		1615.90	
Promedio		29.73		83.41	
CV	(%)	38.03		48.19	

*= significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$

** = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.01$

NS = no significativo.

Cuadro 19. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias de peso de cápsulas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo).

OM	Tr	Enero 2010		Tr	Marzo 2010	
		Peso de cápsulas	Sig.		Peso de cápsulas	Sig.
1	T1	63.75	a	T1	155.53	a
2	T3	25.39	b	T3	87.91	ab
3	T2	23.01	b	T2	77.55	ab
4	T0	22.35	b	T4	69.76	b
5	T4	14.16	b	T0	26.33	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

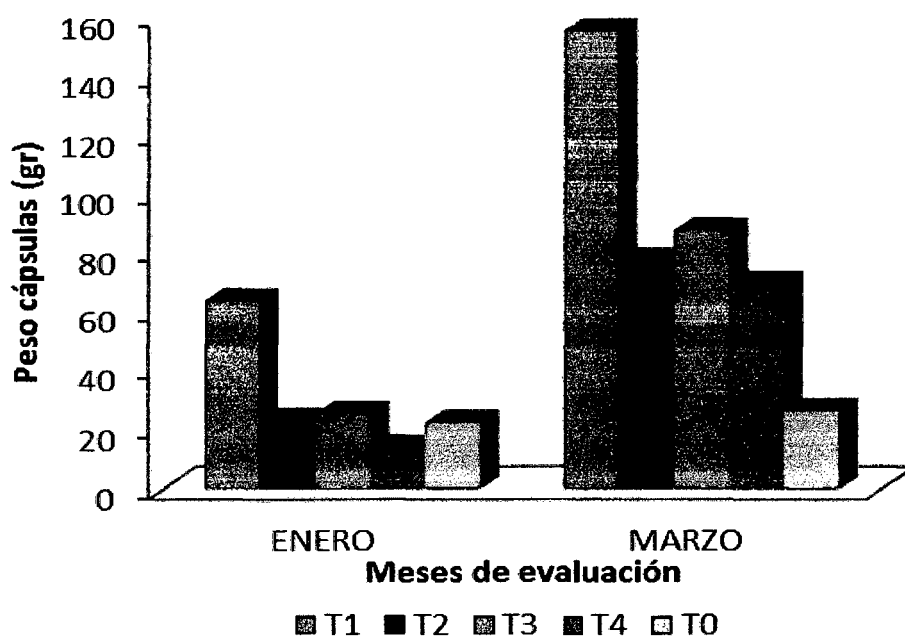


Figura 8. Comparación de promedios para la variable peso de cápsulas por planta (g) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) para los meses de enero y marzo.

4.3.3. Peso de semilla por planta (g) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)

En el Cuadro 20 del ANVA, se observa que no se encontró diferencias significativas entre bloques en estudio con respecto a la variable peso de semillas por planta (g) del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo), para los meses de enero 2010 y marzo 2010, pero entre tratamientos se encontró diferencias altamente significativas al 1% para el mes de enero 2010 y diferencias significativas al 5% para el mes de marzo 2010.

Asimismo para el factor A y para el factor B existe diferencias altamente significativas al 1% en el mes de enero 2010; mientras que para el mes de marzo 2010 no existe diferencias significativas. Para la interacción entre el factor A y factor B existe diferencias significativas al 5% para el mes de enero 2010 y para el mes marzo 2010 no existe diferencias significativas.

En cuanto al factor versus el testigo no se encontró diferencias significativas para el mes de enero 2010 mientras que para el mes de marzo 2010 se encontró diferencia significativa al 5%. Los coeficientes de variabilidad para los meses de enero 2010 y marzo 2010 fueron de 42.01% y 48.37% respectivamente considerándose según CALZADA (1996) como "Malo".

En el Cuadro 21 y Figura 9, se muestra la prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para las características de peso de semillas por planta (g) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo); se observa que el T1 (32.18 g) enero 2010 y T1 (77.90 g) marzo 2010 presentaron mayor promedio. Para el mes de enero 2010

el T1 (32.18 g) tiene un comportamiento diferente a los demás tratamientos T3 (11.90 g), T0 (11.21 g), T2 (10.76 g) y T4 (7.08 g), asimismo estos tratamientos T3 (11.90 g), T0 (11.21 g), T2 (10.76 g) y T4 (7.08 g) no tiene comportamiento diferente entre ellos, pero numéricamente son diferentes, mostrándose que el tratamiento T4 (7.08 g) obtuvo menor peso de semillas.

Cuadro 20. Análisis de varianza del peso de semillas (g) por planta cosechado de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo).

F V	GL	Enero 2010		Marzo 2010	
		CM	Sig.	CM	Sig.
Bloque	2	37.34	NS	285.79	NS
Trata	4	299.29	**	1637.30	*
Factor	3	384.46	**	1171.07	NS
A	1	430.56	**	1069.36	NS
B	1	516.14	**	1754.98	NS
A*B	1	206.67	*	688.87	NS
Fac x Tes	1	43.79	NS	3035.97	*
Error	8	37.76		406.40	
Promedio		14.63		41.67	
CV	(%)	42.01		48.37	

*= significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$

** = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.01$

NS = no significativo.

Cuadro 21. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias de peso de semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo).

OM	Tr	Enero 2010		Tr	Marzo 2010	
		Peso de semillas	Sig.		Peso de semillas	Sig.
1	T1	32.18	a	T1	77.90	a
2	T3	11.90	b	T3	43.86	ab
3	T0	11.21	b	T2	38.56	ab
4	T2	10.76	b	T4	34.83	b
5	T4	7.08	b	T0	13.22	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

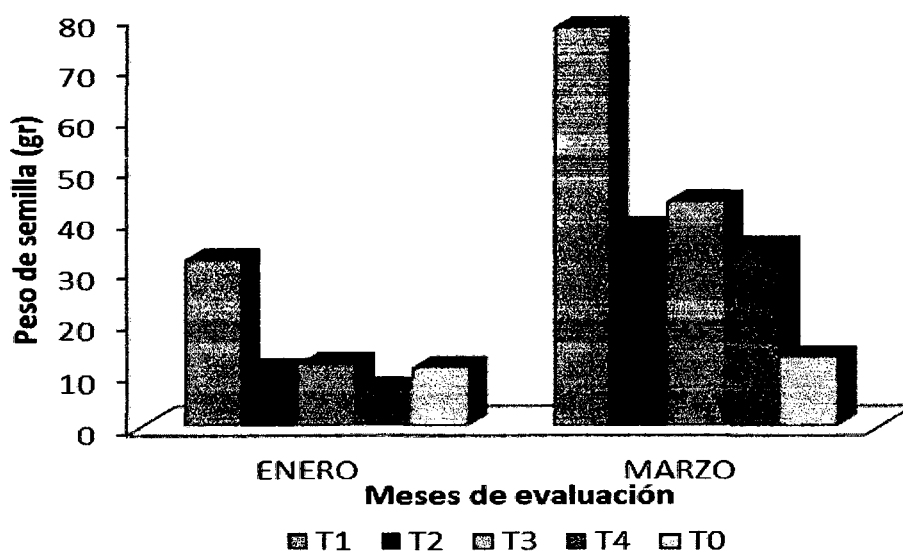


Figura 9. Comparación de promedios para la variable peso de semillas por planta (g) de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) para los meses de enero y marzo.

4.3.4. Rendimiento por planta cosechados de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)

En el Cuadro 22 del ANVA, se observa que no se encontró diferencias significativas entre bloques en estudio con respecto a la variable rendimiento por planta (kg/planta) del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo), para los meses de enero 2010 y marzo 2010, pero entre tratamientos se encontró diferencias altamente significativas al 1% para el mes de enero 2010 y no se encontró diferencias significativas para el mes de marzo 2010.

Asimismo para el factor A existe diferencia significativa al 5% para el mes de enero 2010, mientras para el mes de marzo 2010 no se encontró diferencias significativas; para el factor B existe diferencias altamente significativas al 1% en el mes de enero 2010; mientras que para el mes de marzo 2010 no existe diferencias significativas.

Para la interacción entre el factor A y factor B no existe diferencias significativas para el mes de enero 2010 y marzo 2010. En cuanto al factor versus el testigo no se encontró diferencias significativas para el mes de enero 2010 mientras que para el mes de marzo 2010 se encontró diferencia significativa al 5%.

Los coeficientes de variabilidad para los meses de enero 2010 y marzo 2010 fueron de 40.38% y 50.36% respectivamente.

Cuadro 22. Análisis de varianza del rendimiento por planta (kg/planta) cosechados de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo).

F V	GL	Enero 2010		Marzo 2010	
		CM	Sig.	CM	Sig.
Bloque	2	0.00005	NS	0.00029	NS
Trata	4	0.0003	**	0.0016	NS
Factor	3	0.0004	**	0.001	NS
A	1	0.0003	*	0.0008	NS
B	1	0.0008	**	0.0016	NS
A*B	1	0.0001	NS	0.0005	NS
Fac x Tes	1	0.0001	NS	0.0032	*
Error	8	0.00004		0.00046	
Promedio		0.015		0.043	
CV	(%)	40.38		50.36	

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$

** = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.01$

NS = no significativo.

En el Cuadro 23 y Figura 10, se muestra la prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para las características de rendimiento por planta (kg/planta) del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo); se observa que el T1 (0.0333 kg) enero 2010 y T1 (0.077 kg) marzo 2010 presentaron mayor promedio. Para el

mes de enero 2010 el T1 (0.033 kg) tiene un comportamiento diferente a los demás tratamientos T3 (0.0167 kg), T0 (0.0100 kg), T2 (0.0100 kg) y T4 (0.0067 kg), asimismo estos tratamientos T3 (0.0167 kg), T0 (0.0100 kg), T2 (0.0100 kg) y T4 (0.0067 kg) no tiene comportamiento diferente entre ellos, pero numéricamente son diferentes, mostrándose que el tratamiento T4 (0.0067 kg) obtuvo menor peso de semillas. Para el mes de marzo 2010 el T1 (0.077 kg) tiene un comportamiento diferente al tratamiento T0 (0.013 kg), mostrándose que el T0 (0.013 kg) obtuvo menor rendimiento por planta; asimismo los tratamientos T1 (0.077 kg), T3 (0.047 kg), T2 (0.040 kg) y T4 (0.037 kg) presentan un comportamiento similar, pero numéricamente el tratamiento T1 (0.077 kg) es superior a los otros tratamientos.

Cuadro 23. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias del rendimiento por planta de *Plukenetia volubilis* Linneo.

OM	Tr	Enero 2010		Tr	Marzo 2010	
		Rendimiento/ planta	Sig.		Rendimiento/ planta	Sig.
1	T1	0.0333	a	T1	0.077	a
2	T3	0.0167	b	T3	0.047	ab
3	T0	0.0100	b	T2	0.040	ab
4	T2	0.0100	b	T4	0.037	ab
5	T4	0.0067	b	T0	0.013	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

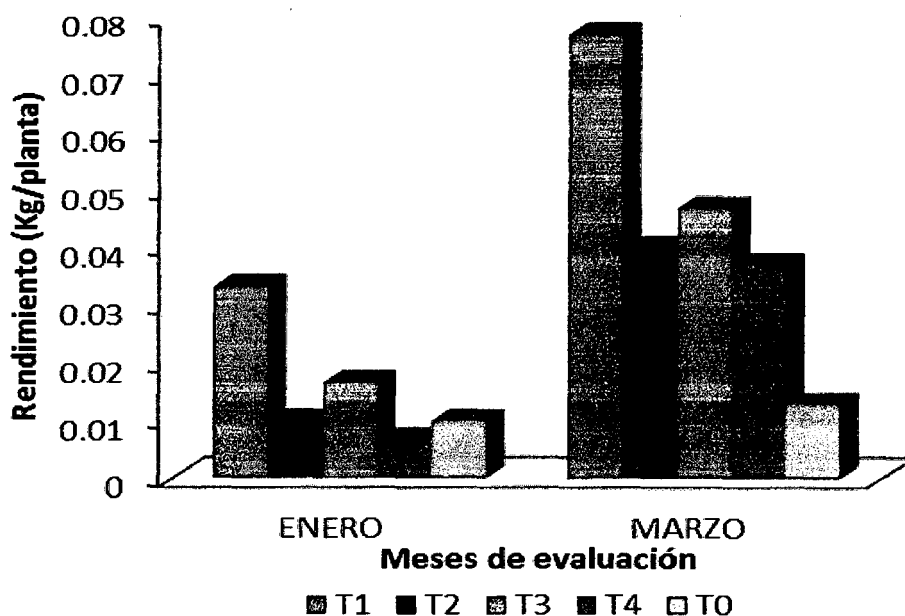


Figura 10. Comparación de promedios para la variable rendimiento por planta (kg/planta) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) para los meses de enero y marzo.

4.3.5. Rendimiento por hectárea de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo)

En el Cuadro 24 del ANVA, se observa que no se encontró diferencias significativas entre bloques en estudio con respecto a la variable rendimiento por hectárea (kg/ha) del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo), para los meses de enero 2010 y marzo 2010, pero entre tratamientos se encontró diferencias altamente significativas al 1% para el mes de enero 2010 y diferencias significativas al 5% para el mes de marzo 2010.

Asimismo para el factor A existe diferencias altamente significativas al 1% para el mes de enero 2010 y para el mes de marzo 2010 no existe

diferencia significativa; para el factor B existe diferencias altamente significativas al 1% en el mes de enero 2010; mientras que para el mes de marzo 2010 existe diferencias significativas al 5%.

Cuadro 24. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea (kg/ha) cosechados del cultivo de *Plukenetia volubilis* Linneo.

F V	GL	Enero 2010		Marzo 2010	
		CM	Sig.	CM	Sig.
Bloque	2	5.23	NS	121.83	NS
Trata	4	148.24	**	1240.98	*
Factor	3	173.57	**	1211.02	*
A	1	164.95	**	744.19	NS
B	1	223.69	**	1735.21	*
A*B	1	132.07	**	1153.66	NS
Fac x Tes	1	72.27	*	1330.86	NS
Error	8	6.64		289.69	
Promedio		6.22		25.34	
CV	(%)	41.44		67.18	

*= significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$

** = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.01$

NS = no significativo.

Para la interacción entre el factor A y factor B existe diferencias altamente significativas al 1% para el mes de enero 2010 y para el mes marzo 2010 no existe diferencias significativas. En cuanto al factor versus el testigo se encontró diferencia significativa al 5% para el mes de enero 2010 mientras que para el mes de marzo 2010 no existe diferencias significativas. Los coeficientes de variabilidad para los meses de enero 2010 marzo 2010 fueron de 41.44% y 67.18% respectivamente (Cuadro 24).

En el Cuadro 25 y Figura 11, se muestra la prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para las características de rendimiento por hectárea (kg/planta) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo); se observa que el T1 (18.66 kg) enero 2010 y T1 (59.75 kg) marzo 2010 presentaron mayor promedio.

Cuadro 25. Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias del rendimiento por hectárea de *Plukenetia volubilis* Linneo.

OM	Tr	Enero 2010		Tr	Marzo 2010	
		Rendimiento/ Ha	Sig.		Rendimiento/ Ha	Sig.
1	T1	18.66	a	T1	59.75	a
2	T3	4.61	b	T3	24.39	b
3	T2	3.39	b	T4	19.95	b
4	T4	2.61	b	T2	16.09	b
5	T0	1.83	b	T0	6.5	b

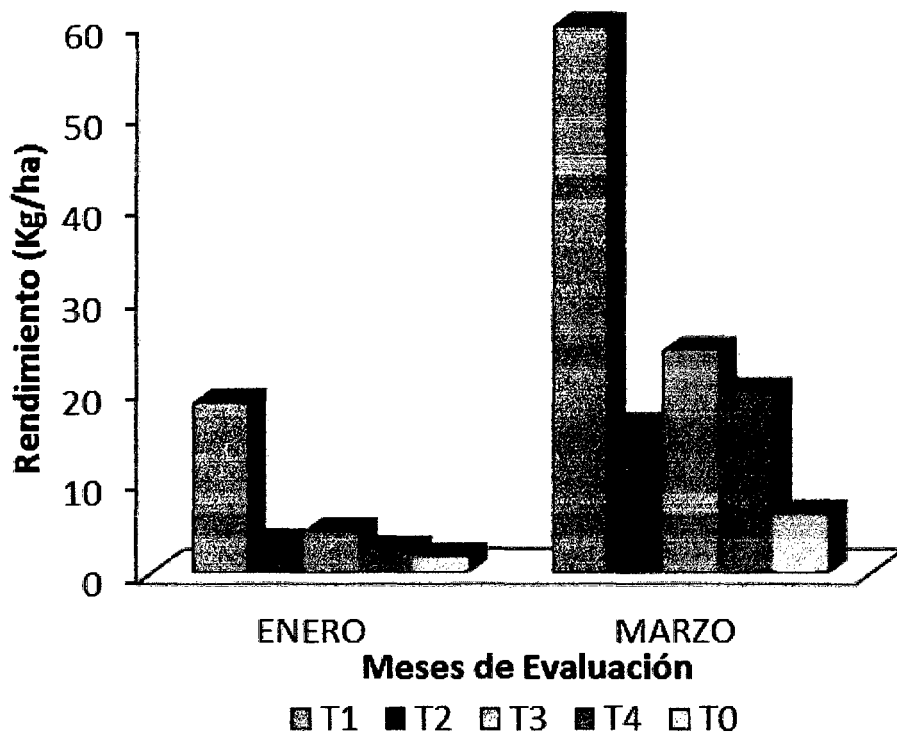


Figura 11. Comparación de promedios para la variable rendimiento por hectárea (kg/ha) de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) para los meses de enero y marzo.

Para el mes de marzo 2010 el T1 (59.75 kg) tiene un comportamiento diferente a los demás tratamientos T3 (24.39 kg), T4 (19.95 kg), T2 (16.09 kg) y T0 (6.5 kg), asimismo estos tratamientos T3 (24.39 kg), T4 (19.95 kg), T2 (16.09 kg) y T0 (6.5 kg), no tiene comportamiento diferente entre ellos, pero numéricamente son diferentes, mostrándose que el tratamiento T0 (6.5 kg), obtuvo menor rendimiento por hectárea.

4.4. Fertilidad del suelo

En el Cuadro 26 del ANVA, se observa que en la fuente de bloques y los tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas para

las variables de: pH, N, P y K₂O; en cuanto a la variable MO existe diferencia significativa al 5% entre bloque y los tratamientos.

Los coeficientes de variabilidad para las variables pH, MO, N, P, y K₂O fueron de: 2.42%, 13.86%, 15.04%, 29.20% y 16.18% respectivamente.

Cuadro 26. Análisis de varianza para el análisis del suelo luego de la incorporación de los tratamientos.

F V	GL	pH		MO		N		P		K ₂ O	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloq.	2	0.010	NS	0.42	*	0.0006	NS	16.47	NS	7754.06	NS
Trat.	5	0.025	NS	0.24	*	0.0005	NS	6.91	NS	4691.16	NS
EE	10	0.011		0.07		0.0002		15.54		3187.19	
Promed.		4.51		1.9		0.085		13.5		348.89	
CV	(%)	2.42		13.86		15.04		29.20		16.18	

* = significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$.

NS = No significativo.

En el Cuadro 27 y 28, se muestra la prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) para las características de análisis de suelo; se observa que en cuanto al pH el T3 (4.63) presenta mayor promedio, asimismo presenta un comportamiento diferente al T0 (4.4) y T01 (4.4), Los tratamientos T3 (4.63), T2 (4.57), T4 (4.53) y T1 (4.5) tiene un comportamiento similar pero numéricamente el T3 (4.63) es superior a los demás tratamientos.

Cuadro 27. Prueba de Duncan para la comparación de medias del análisis del suelo luego de la incorporación de los tratamientos.

OM	Tr	Acidez del suelo		Tr	MO		N	
		pH	Sig.		%	Sig.	%	Sig.
1	T3	4.6	a	T4	2.3	a	0.1	a
2	T2	4.6	ab	T0	2.1	a	0.1	a
3	T4	4.5	ab	T1	1.9	ab	0.1	ab
4	T1	4.5	ab	T3	1.8	ab	0.1	ab
5	T0	4.4	b	T2	1.8	ab	0.1	ab
6	T01	4.4	b	T01	1.5	b	0.1	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

Cuadro 28. Prueba de Duncan para la comparación de medias del análisis del suelo luego de la incorporación de los tratamientos.

OM	Tr	P		Tr	K ₂ O	
		ppm	Sig.		Kg/ha	Sig.
1	T01	16.24	a	T1	396	a
2	T2	13.97	a	T01	372	a
3	T3	13.49	a	T4	362.33	a
4	T0	12.7	a	T0	359.33	a
5	T4	12.68	a	T3	315	a
6	T1	11.92	a	T2	288.67	a

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

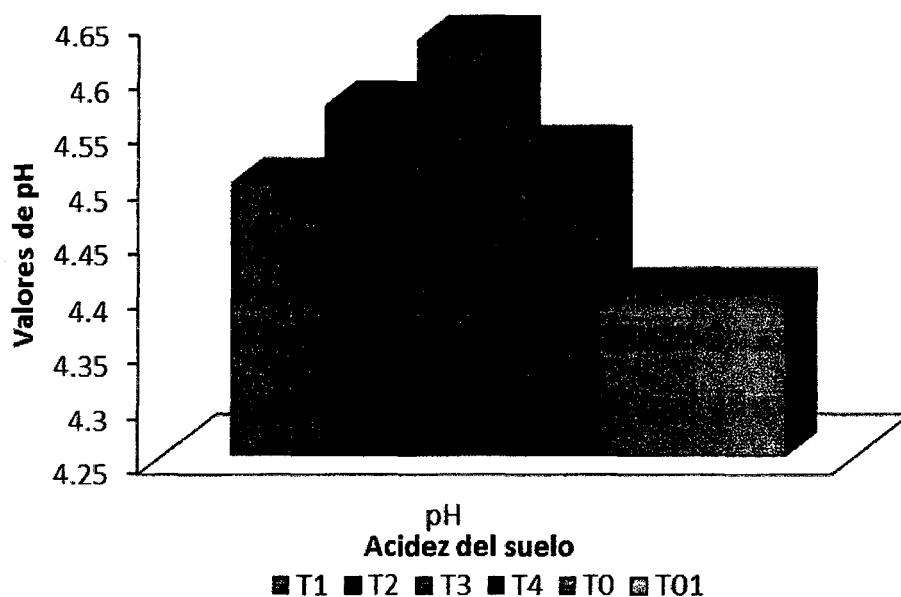


Figura 12. Comparación de promedios de los valores del pH para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.

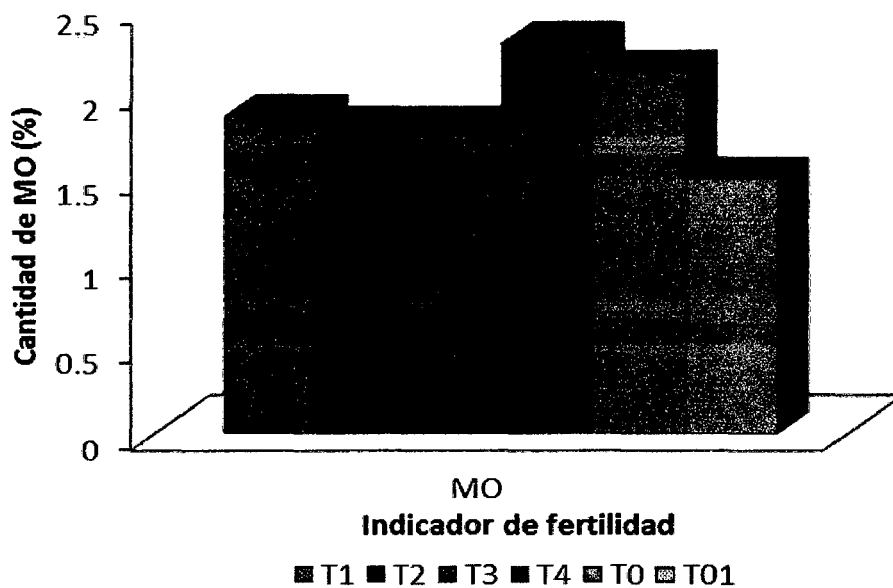


Figura 13. Comparación de promedios de los valores de MO para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.

De la Figura 12, se observa que T4, T3, T2, T1, T0 y T01 con valores de 4.63, 4.57, 4.53, 4.5, 4.4 y 4.4 respectivamente, que mostraron al final del estudio un nivel de acidez de muy ácido (Anexo 3), el cual es característico de los suelos tropicales degradados, producto de la lixiviación y percolación de cationes de baja adsorción.

En la Figura 13, se observa que los tratamientos T4 (2.3%) y T0 (2.13%) mostraron al final del estudio un nivel de materia orgánica medio (Anexo 3, Cuadro 43), los demás tratamientos T1 (1.87%), T3 (1.8%), T2 (1.8%) y T01 (1.5%) obtuvieron un nivel de MO bajo.

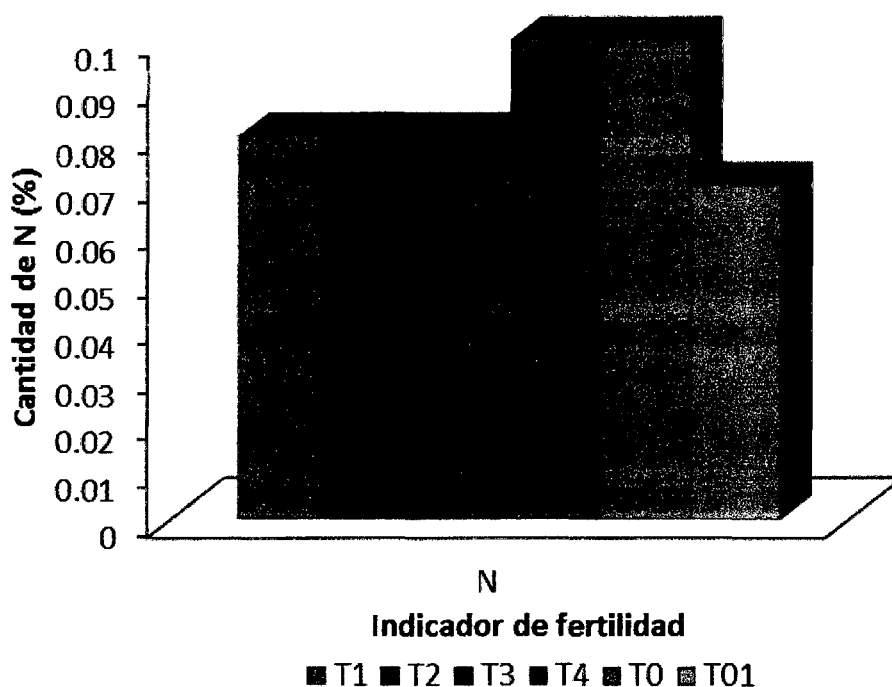


Figura 14. Comparación de promedios de los valores de N para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.

En la Figura 14, se observa que los tratamientos T4 (0.1%) y T0 (0.1%), mostraron al final del estudio un nivel de nitrógeno medio (Anexo 3, Cuadro 43).

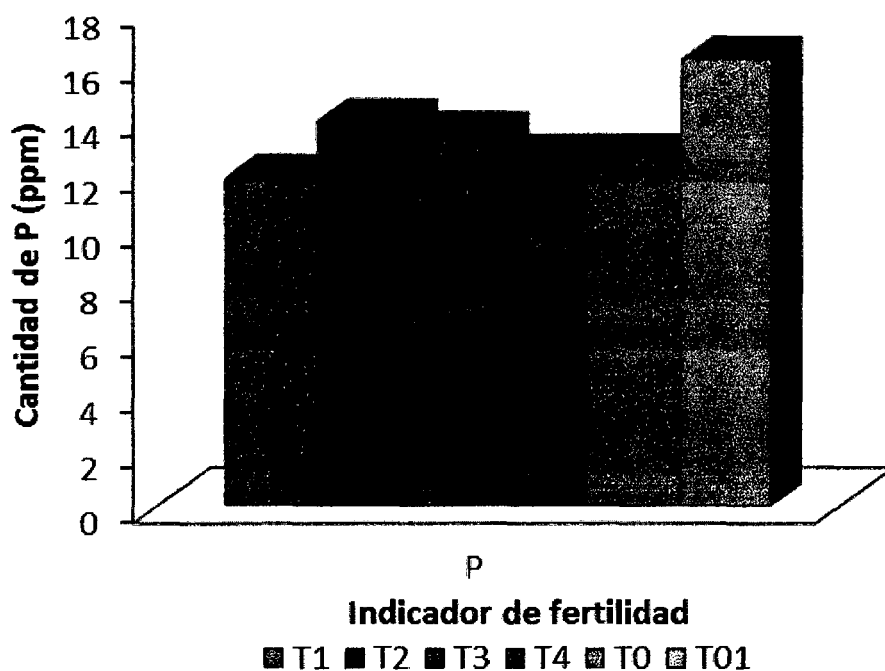


Figura 15. Comparación de promedios de los valores de P para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.

En la Figura 15, se observa que el tratamiento T01 (16.24 ppm), presenta un nivel de fósforo alto y los demás tratamientos T2 (13.97 ppm), T3 (13.49 ppm), T0 (12.7 ppm), T4 (12.68 ppm) y T1 (11.92 ppm) mostraron al final del estudio un nivel de fósforo medio (Anexo 3, Cuadro 43).

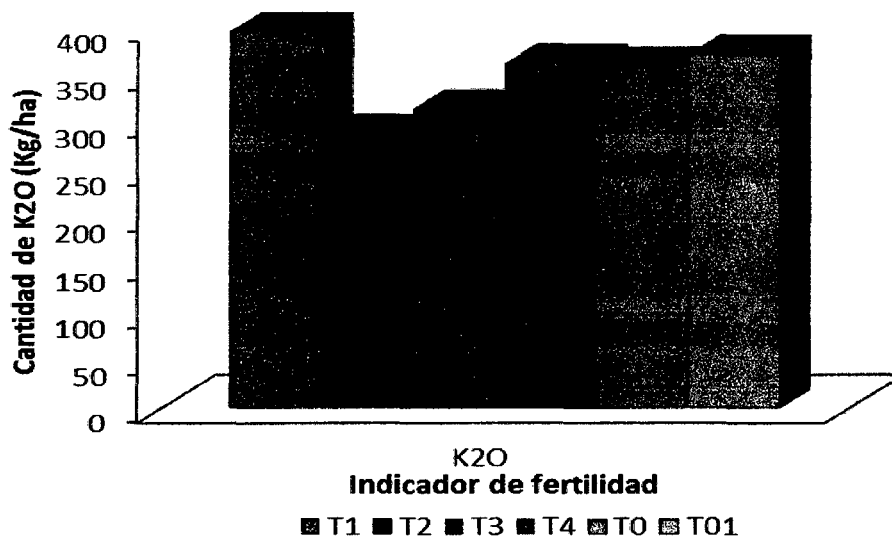


Figura 16. Comparación de promedios de los valores de K₂O para cada tratamiento después de la incorporación de los tratamientos a un suelo degradado.

En la Figura 16, se observa que el tratamiento T1 (396 kg/ha), T01 (372 kg/ha), T4 (362.33 kg/ha), T0 (359.33 kg/ha), T3 (315 kg/ha) mostraron al final del estudio un nivel de K₂O medio, mientras que el T2 (288.67 Kg/ha) mostro al final del estudio un nivel de K₂O bajo (Anexo 3, cuadro 43).

4.5. Porcentaje de coberturas

En el Cuadro 29 del ANVA, se observa que para la cobertura inicial, cobertura durante la fructificación y la cobertura durante la cosecha, se encontró diferencias altamente significativas al 1% entre bloques y una diferencia significativa entre tratamientos al 5%. Los coeficientes de variabilidad para la cobertura inicial, cobertura durante la fructificación y cobertura durante la cosecha fueron de: 15.05%, 21.08% y 23.61%, respectivamente.

Cuadro 29. Análisis de varianza para el porcentaje de coberturas realizadas al inicio, fructificación y cosecha en cada uno de los tratamientos.

FV	GL	Cobertura Inicial		Cobertura Fructificación		Cobertura Cosecha	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloq.	2	52.88	**	643.23	**	572.06	**
Trat.	5	17.42	*	228.25	*	228.05	*
EE	10	2.20		643.23		37.89	
Prom.		9.85		23.77		26.07	
CV	(%)	15.05		21.08		23.61	

*= significancia estadística a un nivel de $\alpha = 0.05$

Cuadro 30. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para la comparación de medias del porcentaje de coberturas realizadas al inicio, fructificación y cosecha.

OM	Tr	Cobertura inicial		Cobertura fructificación		Cobertura cosecha	
		(%)	Sig.	(%)	Sig.	(%)	Sig.
1	T4	12.77	a	34.44	a	36.71	a
2	T3	10.86	ab	27.17	ab	29.47	ab
3	T1	8.04	bc	18.07	bc	20.62	b
4	T2	7.71	c	15.38	c	17.49	b

Letras distintas presentan significancia estadística para ($p \leq 0.05$).

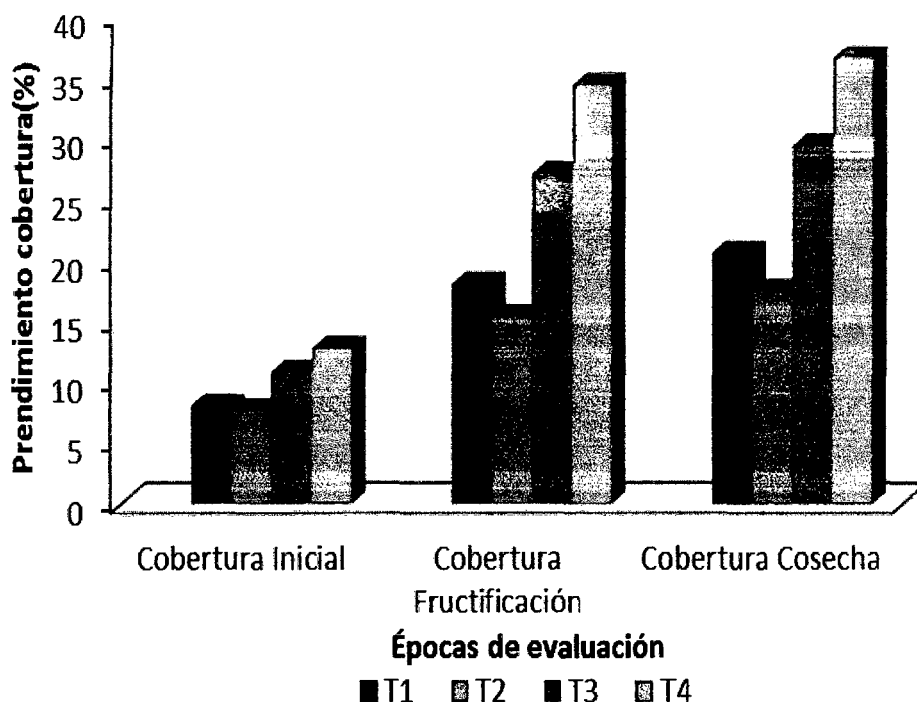


Figura 17. Comparación de promedios del porcentaje de coberturas para cada tratamiento al inicio, en la fructificación y en la cosecha.

En el Cuadro 30 y Figura 17, se muestra en la prueba Duncan ($\alpha=0.05$) para las características de porcentaje de coberturas; se observa que el T4 (12.77%) para la cobertura inicial, el T4 (34.4%) para la cobertura durante la fructificación y el T4 (36.71%) para la cobertura durante la cosecha presentaron mayor promedio. Para la cobertura inicial el T4 (12.77%) tiene un comportamiento diferente a los tratamientos T1 (8.04%) y T2 (7.72%), asimismo el T4 (12.77%) con el T3 (10.86%) tienen un comportamiento similar pero numéricamente son diferentes, mostrándose que el tratamiento T4 (12.77%) obtuvo un mayor porcentaje, los tratamientos T3 (10.86%) y T1 (8.04%) no presentaron diferencias significativas. Para la cobertura durante la fructificación T4 (34.44%) tiene un comportamiento diferente a los tratamientos

T1 (18.07%) y T2 (15.38%), asimismo el T4 (34.44%) con el T3 (27.17%) tienen un comportamiento similar pero numéricamente son diferentes, mostrándose que el tratamiento T4 (34.44%) obtuvo un mayor porcentaje, los tratamientos T3 (27.17%) y T1 (18.07%) no presentaron diferencias significativas. Para la cobertura durante la cosecha, se observa que el T4 (36.71%) tiene un comportamiento diferente al T1 (20.62%) y T2 (17.49%), mientras que el T4 (36.71%) presenta un comportamiento similar al T3 (29.47%) pero numéricamente el T4 (36.71%) es superior al T3 (29.47%).

V. DISCUSIÓN

5.1. Altura de planta

5.1.1. Crecimiento de altura de planta de *Inga edulis* Mart.

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 7) para el mes de octubre 2009 fue 12.13%, mientras que para enero 2010 fue 13.84% considerándose según CALZADA (1996) como “Bueno”. Estos resultados obtenidos durante las evaluaciones nos indican comportamientos similares para la variable indicada.

Los resultados obtenidos muestran que el mayor crecimiento en altura de planta de *I.edulis* Mart. se presentó en el tratamiento T1 (*P. phaseoloides* + *I.edulis* Mart. + *P.volubilis* Linneo), seguido del tratamiento T3 (*A. pintoii* + *I.edulis* Mart. + *P.volubilis* Linneo), esta tendencia se mantiene para los meses de octubre 2009 y enero 2010. A los nueve meses de terminada la evaluación se obtuvo alturas para el T1 (171.8 cm) y para el T3 (158.33 cm), estos resultados obtenidos son similares a los encontrados por el proyecto Cultivar en callejones donde a los siete meses de evaluación las plantas de *I.edulis* Mart. alcanzaron alturas que fluctuaban entre 69 a 142 cm (RAINFOREST SABER, 2009).

Los resultados de la altura de planta obtenidos pueden haber sido influenciados por la precipitación (Cuadro 1) donde se tiene un promedio de precipitación de 305.81 mm por año, que según ENCISO (2008) la *I. edulis* Mart. necesita un promedio máximo de precipitación total por año de 3,419 mm y promedio mínimo de 936 mm. Por lo que se hubiesen obtenido mejores resultados con más altas precipitaciones.

Asimismo se concuerda lo señalado por FERRARI y WALL (2004) que la *I. edulis* Mart. crece bien en suelos ácidos como en suelos más fértiles, pero igualmente responde a la fertilización, ya que se obtuvo pH (Anexo 3) para T1 (4.5) y para T3 (4.63) lo cual indican que los suelos tienen pH muy ácidos.

5.1.2. Crecimiento de altura de planta de *Cajanus cajan* Linneo

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 8) para los meses de abril, julio y setiembre del 2009 fueron 7.32%, 10.86% y 11.79%, respectivamente. Variando según CALZADA (1996) de “Bueno” a “Excelente”.

A los siete meses de terminada la evaluación se obtuvo alturas para el T4 (128.77 cm) y para el T2 (110.73 cm), estos resultados obtenidos difieren a los encontrados por NUÑEZ (2010) que obtuvo resultados de altura de planta del *C. cajan* Linneo a los tres meses de evaluación después de la siembra, promedios de 70 cm a 110 cm en suelos con pH de 5.5, siendo el pH (Anexo 3) uno de los factores que influenciaron en el crecimiento de la altura de planta, si bien es cierto es una planta con poca exigencia en cuanto a la fertilidad con pH menos ácido hubiese logrado un mejor crecimiento de altura.

Otro de los factores que influenciaron en el crecimiento de altura fue la competencia con las malezas (CAMPO AGROPECUARIO, 2009) ya que el terreno durante los primeros meses el crecimiento de malezas eran constantes lo que produjo un mal desarrollo del *C. cajan* Linneo bajo sombra, posteriormente se pudo controlar las malezas.

5.1.3. Crecimiento de altura de *Inga edulis* Mart. y *Cajanus cajan* Linneo

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 10) para los mes de abril 2009, julio 2009 y setiembre 2009 fueron 12.83%, 14.54% y 14.69%, respectivamente considerándose según CALZADA (1996) como "Muy Bueno".

Los resultados obtenidos (Cuadro 10) muestran que el mayor crecimiento en altura de planta para el mes de abril 2009 fue para los tratamientos T3 (*A.pintoi* + *I. edulis* Mart. + *P.volubilis* Linneo) y T1 (*P. phaseoloides* + *I. edulis* Mart. + *P. volubilis* Linneo), donde la *I. edulis* Mart. obtuvo mayores alturas que el *C. cajan* Linneo debido a la competencia con las malezas (CAMPO AGROPECUARIO, 2009) ya que el terreno durante los primeros meses el crecimiento de malezas eran constantes lo que produjo un mal desarrollo del *C. cajan* Linneo bajo sombra, posteriormente se pudo controlar las malezas.

Es por eso que en los meses de julio 2009 y setiembre 2009 los tratamientos T4 (*A.pintoi* + *C. cajan* Linneo + *P.volubilis* Linneo) y T2 (*P.*

phaseoloides + *C. cajan* Linneo + *P.volubilis* Linneo) obtuvieron mejores crecimiento en la planta.

Asimismo los resultados de altura de la *I. edulis* Martius (T1 y T3) para los meses de julio 2009 y setiembre 2009 obtenidos pueden haber sido influenciados por la precipitación (Cuadro 1) donde se tiene un promedio de precipitación de 305.81mm por año, al respecto ENCISO (2008) señala que la *I. edulis* Mart. para su desarrollo normal necesita un promedio máximo de precipitación total por año de 3419 mm y promedio mínimo de 936 mm.

5.1.4. Crecimiento de altura de *Plukenetia volubilis* Linneo

Las mejores alturas se obtuvieron con la combinación de la guaba (Cuadro 12), en cuanto a las coberturas tanto el *P. phaseoloides* como el *A.pintoi* favorecieron al desarrollo del *P. volubilis* Linneo, asimismo todos las combinaciones de los tratamientos (T1, T1, T3, y T4) obtuvieron mejores resultados que el tratamiento testigo (T0).

De lo anterior, según lo señalado por ARÉVALO (1995) al iniciar una plantación de *P. volubilis* Linneo, es posible realizar la siembra en asociación de cultivos herbáceos como, caupí, maní, algodón y maíz, asimismo con sistemas agroforestales, teniendo en cuenta los distanciamientos de manera que no dificulten las labores de campo, permitiendo asimismo el libre ingreso de luz solar y evitar la competencia por los nutrientes del suelo, el uso de cultivos de cobertura, de crecimiento rápido, es una práctica útil tanto para

conservación del suelo, el control de malezas y para el aporte de nutrientes al cultivo.

Los coeficientes de variabilidad para los meses de abril 2009 (Cuadro 12), julio 2009 y setiembre 2009 fueron de 48.10%, 39.39% y 35.10% considerándose según CALZADA (1996) como "Malo".

5.2. Diámetro de planta

5.2.1. Crecimiento de diámetro de *Inga edulis* Mart.

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 13) para los meses de abril, julio, octubre del 2009 y enero 2010 fueron 4.42%, 4.41%, 5.50% y 14.24% respectivamente. Considerándose según CALZADA (1996) entre "Bueno" y "Muy bueno".

Los resultados obtenidos muestran que el mayor crecimiento de diámetro de planta de la *I. edulis* Mart. para el mes de abril 2009 lo tuvo el tratamiento T3 seguido del T1, esto varía para los meses de julio, octubre del 2009 y enero 2010 donde los tratamientos T1 (*P. phaseoloides*+ *I. edulis* Mart. + *P. volubilis* Linneo), obtuvieron mejores resultados que el T3 (*A. pinto*i + *I. edulis* Mart. + *P. volubilis* Linneo).

A los nueve meses de terminada la evaluación se obtuvo diámetro para el T1 (34.90 cm) y para el T3 (29.30 cm), estos resultados obtenidos son similares a los encontrados por el proyecto cultivar en callejones donde a los

siete meses de evaluación las plantas de *I. edulis* Mart. alcanzaron diámetros que fluctuaban entre 15 y 28 cm (RAINFOREST SABER, 2009).

5.2.2. Crecimiento de diámetro de *Plukenetia volubilis* Linneo

Para el mes de enero 2010 se no encontró diferencias entre los tratamientos, los coeficientes de variabilidad (Cuadro 15) para los meses de abril, julio y setiembre del 2009 fueron de 18.15%, 15.93% y 19.09% respectivamente considerándose según CALZADA (1996) como “Bueno”.

Respecto al comportamiento de la variable diámetro del *P. volubilis* Linneo (Figura 6), ARÉVALO (1995) menciona que al iniciar una plantación de esta especie, es posible realizar la siembra en asociación de cultivos herbáceos como, maní, algodón y maíz, asimismo con sistemas agroforestales, teniendo en cuenta los distanciamientos de manera que no dificulten las labores de campo, permitiendo asimismo el libre ingreso de luz solar y evitar la competencia por los nutrientes del suelo, el uso de cultivos de cobertura, de crecimiento rápido, es una práctica útil tanto para conservación del suelo, el control de malezas y para el aporte de nutrientes al cultivo.

5.3. Características de rendimiento de *Plukenetia volubilis* Linneo

5.3.1. Número de frutos de *Plukenetia volubilis* Linneo

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 16) para los meses de enero 2010 y marzo 2010 fue considerado por CALZADA (1996) como Malo.

Al respecto, en un trabajo de investigación, RUÍZ (2006) reportó de 35 a 40 número de frutos cosechados para los meses de marzo 2006 y abril 2006, estos valores son mayores a los obtenidos en este trabajo debido a que este carácter está influenciado por el factor genético, (hay plantas muy productivas), edafoclimáticas; el balance de nutrientes en especial fósforo y potasio para la formación de mayor número de frutos y el desarrollo de los mismos.

Así también el manejo de la parcela es importante como: el control de malezas a tiempo para evitar la competencia por nutrientes que favorecen el menor número de frutos (MANCO, 2006).

Según ARÉVALO (1995) en Tarapoto en los meses de verano, el número de cápsulas de *P. volubilis* Linneo se incrementa, bajando en los meses de invierno; observando los datos climatológicos de precipitación (Cuadro 3) para Tingo María, existe un aumento de la precipitación en los meses antes de la cosecha y en la cosecha disminuyendo los números de frutos.

5.3.2. Peso de cápsulas por planta (g) de *Plukenetia volubilis* Linneo

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 18) para los meses de enero 2010 y marzo 2010 fueron calificado según CALZADA (1996) de "Malo".

En un trabajo de investigación, RUIZ (2006) reportó de 200.42 g a 574.13 g de peso de cápsulas por planta para los meses de marzo 2006 y abril 2006, estos valores son mayores a los obtenidos en este trabajo debido a que este carácter está influenciado por el factor genético, (hay plantas muy productivas), edafoclimáticas; el balance de nutrientes en especial fósforo y potasio para la formación de mayor número de frutos y el desarrollo de los mismos. Así también el manejo de la parcela es importante como: el control de malezas a tiempo para evitar la competencia por nutrientes que favorecen el menor número de frutos (MANCO, 2006).

El bajo peso de las cápsulas se debe a un menor número de cápsulas, por lo que está relacionada al número de frutos cosechados.

5.3.3. Peso de semilla por planta (g) de *Plukenetia volubilis* Linneo

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 20) para los meses de enero 2010 y marzo 2010 fueron de 42.01% y 48.37% respectivamente considerándose según CALZADA (1996) como "Malo".

Según los resultados obtenidos durante los meses de enero 2010 T1 (32.18 g) y T3 (11.90 g) y para marzo 2010 T1 (77.90 g) y T3 (10.47 g) estos tratamientos obtuvieron el mayor peso de semillas por plantas del *P. volubilis* Linneo, asimismo todas las combinaciones de los tratamientos (T1, T2, T3, y T4) obtuvieron mejores resultados que el tratamiento testigo (T0), estos resultados están relacionados con el número de frutos cosechados así

tendremos que a menor peso, se debe al menor números de frutos cosechados.

5.3.4. Rendimiento por planta cosechados de *Plukenetia volubilis* Linneo

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 22) para los meses de enero 2010 y marzo 2010 fueron de 40.38% y 50.36% respectivamente considerándose según CALZADA (1996) como "Malo".

Según los resultados obtenidos (Cuadro 23) durante los meses de enero 2010 T1 (0.033 kg/planta) y T3 (0.0167 kg/planta) y para marzo 2010 T1 (0.077 kg/planta) y T3 (0.047 kg/planta) estos tratamientos obtuvieron el mayor rendimiento por plantas de *P. volubilis* Linneo, asimismo todos las combinaciones de los tratamientos (T1, T2, T3, y T4) obtuvieron mejores resultados que el tratamiento testigo (T0), estos resultados están relacionados con el número de frutos cosechados y del peso de semillas.

En un trabajo de investigación realizado por RUIZ (2006) reportó de (0.094 kg/planta a 0.319 kg/planta) para los meses de marzo 2006 y abril 2006, estos valores son mayores a los obtenidos en este trabajo debido posiblemente al poco tiempo de instalado del sistema agroforestal ya que para recuperar un suelo se necesita de un periodo mínimo de tres años para ver los efectos benéficos del sistema agroforestal sobre la fertilidad de los suelos, pueden ser tanto la mejora de la estructura del suelo como incrementos en la disponibilidad de nutrimentos asimismo pueden influir sobre el pH, materia orgánica,

contenido y disponibilidad de nitrógeno y fósforo del suelo (VARGAS y VALDIVIA, 2005).

5.3.5. Rendimiento por hectárea de *Plukenetia volubilis* Linneo

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 24) para los meses de enero 2010 marzo 2010 fueron de 41.44% y 67.18% respectivamente considerándose según CALZADA (1996) como "Malo".

Los rendimientos del *P. volubilis* Linneo fluctúa desde 500 - 2000 kg/ha, 1800 kg/ha, 2400 - 2500 kg/ha; reportados por MANCO (2006), Saavedra (1995), citado por RUIZ (2009) y JUAREZ (2007) respectivamente, estos valores son diferentes a los encontrados en este trabajo ya que estos valores están relacionados con el número de frutos cosechados, asimismo tienen relación directa con el peso de semillas por planta.

5.4. Fertilidad del suelo

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 26) para las variables pH, MO, N, P, y K₂O fueron de: 2.42%, 13.86%, 15.04%, 29.20% y 16.18% respectivamente considerándose según (CALZADA, 1996) entre "Excelente", "Muy bueno" y "Bueno". Los tratamientos T4, T3, T2, T1 superaron al testigo, el cual está relaciona con la aplicación de coberturas vivas y muertas, lo cual indica que el pH sufrió una ligera variación (DÁVILA, 1992).

El pH, como consecuencia de la descomposición de los restos vegetales de las leguminosas, que tienen una relación C/N cerca de 14 (VARGAS y VALDIVIA, 2005).

Comparando los tratamientos T4, T3, T2, T1 tuvieron un ligero incremento con respecto al del análisis de suelo realizado antes de ejecutar el trabajo de investigación (Cuadro 4), se partió con un rango de muy ácido (4.5), luego de instalar los tratamientos se obtuvo incremento para el T3 (4.63), pero manteniéndose en el mismo nivel.

Los tratamientos T3 y T2 obtuvieron mayor incremento de pH el uso de coberturas vivas de leguminosas representa amplios beneficios en aspectos físicos, químicos y biológicos, para la salud del suelo en comparación con un suelo en condiciones de barbecho natural o de manejo convencional (ZWART *et al.*, 2005).

La utilización de microorganismos fijadores de nitrógeno en forma individual o en asociación aplicados al cultivo de leguminosas, permitirán la recuperación de suelos degradados (CAVERO, 1998).

En la Figura 13, se observa que los tratamientos T4 (2.3%) y T0 (2.13%) mostraron al final del estudio un nivel de materia orgánica medio (Anexo 3, Cuadro 43), los demás tratamientos T1 (1.87%), T3 (1.8%), T2 (1.8%) y T01 (1.5%) obtuvieron un nivel de MO bajo.

Con estos resultados se tiene que el T4 (*A. pintoj* + *C. cajan* Linneo + *P. volubilis* Linneo) aportó más MO que los demás tratamientos, incluso se obtuvo mejores resultados con respecto a los obtenidos antes de instalar los tratamientos.

El *A. pintoj*, en comparación con las demás coberturas, presentó mejores resultados en cuanto a contribución de nutrientes y producción de biomasa para la incorporación de materia orgánica, debido a su rápida regeneración (ZWART *et al.*, 2005), asimismo este autor determina que las coberturas leguminosas aportan verdaderos beneficios a la salud del suelo, contribuyendo a la fertilidad del mismo por medio de la materia orgánica producida, la cual puede facilitar la disponibilidad de nutrientes.

En la Figura 14, se observa que los tratamientos T4 (0.1%) y T0 (0.1%), mostraron al final del estudio un nivel de nitrógeno medio (Anexo 3, Cuadro 43).

Los demás tratamientos T1 (0.08%), T3 (0.08%), T2 (0.08%) y T01 (0.07%) obtuvieron un nivel de nitrógeno bajo, estos resultados son similares a los de MO, ya que los factores que influyen en el contenido de materia orgánica afectan también el contenido de nitrógeno, implicando una relación directa entre la evolución de este elemento con la materia orgánica (Sanchez, 1998; citado por RUIZ, 2009).

En la Figura 15, se observa que el tratamiento T01 (16.24 ppm), presenta un nivel de fósforo alto y los demás tratamientos T2 (13.97 ppm), T3

(13.49 ppm), T0 (12.7 ppm), T4 (12.68 ppm) y T1 (11.92 ppm) mostraron al final del estudio un nivel de fósforo medio (Anexo 3, cuadro 43).

Si bien estos resultados no concuerdan con los demás índices de fertilidad, donde los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con las combinaciones de los sistemas agroforestales, al final del estudio mostraron niveles medios y altos de fósforo disponible en el suelo, incrementándose con respecto a los datos obtenidos antes de iniciarse el trabajo de investigación, como se indica en el Cuadro 4, ya que el nivel era bajo (5.40 ppm).

El incremento obtenido en los tratamientos es debido al aporte de la materia orgánica aportada por las leguminosas, que al descomponerse la estructura vegetal adicionan fósforo al suelo, estas referencias son reafirmadas por FASSBENDER y BORNEMISZA (1987).

El fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta. Además, promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces. El fósforo mejora la calidad de la fruta, hortalizas y granos y es además vital para la formación de la semilla (FERRARI y WALL, 2004).

En la Figura 16, se observa que el tratamiento T1 (396 kg/ha), T01 (372 kg/ha), T4 (362.33 kg/ha), T0 (359.33 kg/ha), T3 (315 kg/ha) mostraron al final del estudio un nivel de K_2O medio, mientras que el T2 (288.67 Kg/ha) mostro al final del estudio un nivel de K_2O bajo (Anexo 3, cuadro 43).

Al final del estudio se mostraron niveles medios de K_2O a excepción del T2 que mostro un nivel bajo, pero en todos los tratamientos los valores de K_2O se incrementó con respecto a los datos obtenidos antes de iniciarse el trabajo de investigación, como se indica en el Cuadro 4, ya que el nivel era bajo (146 kg/ha).

En cuanto a los resultados obtenidos se puede decir que el K_2O en comparación con nutrientes como N, P, Ca, Mg, etc., tiene poca dependencia de la materia orgánica como fuente de abastecimiento, ya que los minerales arcillosos son la fuente principal de K_2O en el suelo, hecho que es corroborado por CONTI (s/d) quien sostiene que el K_2O que las plantas obtienen del suelo, proviene mayormente de la meteorización de los minerales secundarios del suelo.

Asimismo es necesario mencionar las condiciones del suelo en cual se instaló los tratamientos, que corresponde a un suelo degradado con deficiencia de nutrientes debido al lavado del suelo por la lluvias, como consecuencia sufrió pérdida de nutrientes esenciales como Ca, Mg, P, N, K, etc., debido a la percolación y lixiviación aumentando la concentración de H^+ y cationes de mayor adsorción como Al, Mn y Fe, acidificantes del suelo.

5.5. Porcentaje de coberturas

Los coeficientes de variabilidad (Cuadro 29) para la cobertura inicial, cobertura durante la fructificación y cobertura durante la cosecha fueron de: 15.05%, 21.08% y 23.61%, respectivamente. Considerándose según

CALZADA (1996) entre “Bueno” y “Regular”. Ninguno de los tratamientos alcanzo el 100% de cobertura esto debido a que la fertilidad del suelo tanto las característica físicos químicos no han sido la más adecuadas para ninguno de los tratamientos en estudio, porque las especies forrajeras que se establecen en óptimas condiciones alcanzan entre 95 al 100% de cobertura citado por LEON (2010).

La combinación T4 (*A. pintoï* + *C. cajan* Linneo + *P. volubilis* Linneo) y T3 (*A. pintoï* + *I. edulis* Mart. + *P. volubilis* Linneo) fue mejor al inicio, durante la fructificación y durante la cosecha, por lo que el mayor porcentaje de coberturas se obtuvo con el maní forrajero, lo cual es similar a lo señalado por ZWART *et al.* (2005) que indica que el *A. pintoï*, en comparación con las demás coberturas, presentó mejores resultados en cuanto a contribución de nutrientes y producción de biomasa para la incorporación de materia orgánica o alimentación animal, debido a su rápida regeneración, alto aporte proteico y buena palatabilidad.

Asimismo, Kerrigge (1995), citado por RUIZ (2009) reporta que, evaluando cultivos de cobertura en café señala que hubo cierta desigualdad en el establecimiento del maní forrajero *A. pintoï*, debido a la variación de la humedad del suelo.

El tiempo que se necesita para alcanzar una cobertura uniforme y densa varía con la humedad del suelo durante el primer mes después de la siembra, tasa (densidad) de siembra y viabilidad de la semilla.

VI. CONCLUSIONES

1. El pH pasó de 4.5 a 4.63, con nivel de muy ácido; en materia orgánica de 1.9% a 2.3%, con nivel medio; el nitrógeno total de 0.09% a 0.1%, con nivel medio; el fósforo disponible de 5.40 ppm a 16.24 ppm con nivel alto; el potasio disponible de 146 kg/ha a 396 kg/ha con nivel medio
2. El porcentaje de cobertura obtenidos para los tratamientos que presentaron mayor cobertura al finalizar el proyecto (época de cosecha) fueron para el T4 con 36.71% de cobertura y menor cobertura para el tratamiento T2 que presento 17.49%.
3. En cuanto al rendimiento por planta (kg/planta) del cultivo de *P.volubilis* Linneo, alcanzó mayor rendimiento el tratamiento T1 con 0.077 (kg/planta) y el tratamiento con menor rendimiento fue el T0 con 0.013 (kg/planta).
4. En cuanto al rendimiento por ha (kg/ha) del cultivo de *P.volubilis* Linneo alcanzó mayor rendimiento el tratamiento T1 con 59.75 (kg/ha) y el tratamiento con menor rendimiento fue el T0 con 6.5 (kg/ha).

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con las evaluaciones para los diferentes características (altura, diámetro, número de frutos, peso de cápsulas, peso de semillas, análisis físico-químico, porcentaje de cobertura) hasta por lo menos el tercer año, donde se puede obtener mejores resultados en cuanto a la recuperación de suelos.
2. Continuar con las evaluaciones para la variable rendimiento, hasta por lo menos el tercer año de producción para conocer el potencial productivo de cada especie en estudio.
3. Propiciar la práctica del cultivo con coberturas para protección y conservación de suelos tomando como referencia el mayor porcentaje de cobertura (*Arachis pintoi*) del presente trabajo.

VIII. ABSTRACT

The investigation was realized in Castillo Grande – Santa Rosa village, in the period from february 2009 - march 2010. The purpose was to evaluate the behavior of *Plukenetia volubilis* Linneo associated with species recover of degraded soils as the *Inga edulis* Mart., *Cajanus cajan* Linneo, *Arachis pintoii* and *Pueraria phaseoloides*. It used the treatments T1 (*P. phaseoloides* + *I. edulis* Mart. + *P. volubilis* Linneo), T2 (*P. phaseoloides* + *C. cajan* Linneo + *P. volubilis* Linneo), T3 (*A. pintoii* + *I. edulis* Mart. + *P. volubilis* Linneo), T4 (*A. pintoii* + *C. cajan* Linneo + *P. volubilis* Linneo), T0 (treatment witness = *P. volubilis* Linneo) and To1 (witness = without plants), below a design of complete blocks at random (DBCR) and 3 repetitions. The height of plant overhang in *C. cajan* Linneo (T4), in *P. volubilis* Linneo (T3) and in *I. edulis* Mart. (T3); the diameter of plant in *P. volubilis* Linneo (T1) and in *I. edulis* Mart. (T3); The diameter of plant in *P. volubilis* Linneo (T1) and in *I. edulis* Mart. (T3); as for the number of fruits of *P. volubilis* Linneo, the weight of capsules, weight of seeds, yield of plant and yield of hectare, the T1 obtained better results; A positive effect was achieved in the soil after the incorporation of alive coverages, trees and fixing shrubs of nitrogen increasing the fertility, the pH (T3), the organic matter (T4), the total nitrogen (T4), the available phosphorus (T01), and the available potassium of the soil (T1); in the percentage of coverage it was top in the T4.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRE, J., MEZA, A., ARÉVALO, L. 2000. Establecimiento de barbechos con leguminosas. Turrialba, Costa Rica. [En línea]: CATIE, (<http://web.catie.ac.cr/informacion/rafa/rev27/comoh1-a.htm>, documentos, 06 Ene. 2010).
- ALTIERI, M. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. 2 ed. CIED. Lima, Perú. pp. 512.
- ANAYA, Y. 2005. Agroindustrias Amazónicas; Proyecto Omega. [En línea]: BCRP, (<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2008/San-Martin/EER-San-Martin-Anaya.pdf>, documentos 07 Ene. 2010).
- ARÉVALO, G. 1995. El cultivo del sachá inchi en la Amazonía. Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología. Estación Experimental El Porvenir – Tarapoto. [En línea]: FAO, (<http://www.fao.org/AG/aGL/agll/rla128/inia/inia-i5/inia-i5-02.htm>, documentos, 07 Ene. 2010).
- CALZADA, J. 1996. Métodos estadísticos para la investigación. 5 ed. Lima Perú. 640 p.

- CAMPO AGROPECUARIO. 2009. Abonos verdes reformadores de suelo. [En línea]: Sector Productivo, (<http://www.sectorproductivo.com.py/index.php?option=comcontent&view=article&id=1014:abonos-verdes-reformadores-desuelo&catid=8:abonosverdes&Itemid=30>), documentos, 07 Ene. 2010).
- CAVERO, R. 1998. Efecto comparativo y en asociación de micorriza vesiculares y rhizobium en la nodulación crecimiento y absorción del fósforo y nitrógeno en leguminosas. Universidad Nacional de San Martín. [En línea]: Congreso, (<http://www.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/Cd/unsm/unsm33/unsm33-frame.htm>), artículo, 12 Ene. 2010).
- CONTI, M. s/d. Dinámica de la liberación y fijación de potasio en el suelo Universidad de Buenos Aires. Argentina. [En línea]: IPNI, (<http://www.ipni.net/ppiweb/ltams>), artículo, 06 Ene. 2010).
- DÁVILA, B. 1992. Efecto del uso de cobertura en la protección de laderas degradadas y eficiencia de la fijación del nitrógeno por leguminosas en Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- ENCISO, N. 2008. Guaba (*Inga Edulis* Mart.). [En línea]: Radio Marañón, (http://webmail.radiomaranon.org.pe/radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/cultivo_guaba.pdf), documentos, 11 Ene. 2010).

- FASSBENDER, G., BORNEMISZA, H. 1987. Química de los suelos. Con énfasis en suelos de América Latina. IICA. Costa Rica.
- FERRARI, A.E., WALL, L.G. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. 18 p.
- FLORES, M., ALEMÁN, R. 1995. La utilización de leguminosas de cobertura en plantaciones perennes (basado en las experiencias de la plantación de palma en San Alejo). Centro Internacional de información sobre Cultivos de Cobertura.
- FORJAN, H. 2003. Producción de cultivos y exportación en la región sur Bonaerense. EEA INTA Balcarce. Buenos Aires, Argentina. [En línea]: Fertilizar, (<http://www.fertilizar.org/articulos/Importanciadelfosforoorganicodelsuelo>, artículo, 02 Ene. 2010).
- GARCÉS, M., GARCÍA, F. 2007. Cambios de la Fertilidad del Suelo y Productividad en un sistema agroforestal barbecho mejorado con *Inga edulis* en la Reserva Forestal Sipapo, Venezuela. [En línea]: CFM2009, (<http://www.cfm2009.org/es/programapost/resumenes/index.asp?offset=360>, documentos, 11 Ene. 2010).
- GARCIA, U. 2004. Propiedades físicas del suelo. [En línea]: Unex, (<http://www.unex.es/edafo/ECAP/ECAL5PFTextura.htm>, documentos, 04 Ene. 2010).

HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Traducido del inglés por H. Jiménez Saa. San José, Costa Rica. IICA. 216 p.

ICPROC (Instituto Cristiano de Promoción Campesina). 1998. Sistemas Agroforestales [En línea]: Agronet, (http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024161735_Los%20sistemas%20agroforestales.pdf, documentos, 11 Ene. 2010).

JUAREZ, N. 2007. Estudio sobre sistematización de avances de investigación y propuesta de un modelo productivo competitivo para la producción de sachá inchi en la Región San Martín [En línea]: Bisac, (<http://www.bisac.com.pe/informacion/sachainchi/tema9.doc>, documentos, 11 Ene. 2010).

LEÓN, J. 2010. Establecimiento de coberturas en suelos degradados por el cultivo de la coca en Supte – Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables - Mención Conservación de suelos y agua. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.

MANCO, C. 2006. Cultivo de sachá inchi [En línea]: Bidnetwork, (<http://www.bidnetwork.org/download?id=43108>, documentos, 06 Ene. 2013).

MANSILLA, L. 2009. Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelos. Universidad nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

- MARTÍNEZ, J., CASTELLANO, G., HIGUERA, A. 2003. Evaluación de 25 líneas de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) con fines de selección para su uso como leguminosa arbustiva forrajera. 34 p.
- MORALES, A. 1995. Influencia de la cosecha de grano verde en el rendimiento de grano seco de frijol de palo (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) de crecimiento determinado en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 124 p.
- NUÑEZ, R. 2010. Evaluación del comportamiento agronómico de cinco líneas de Frijol de palo (*Cajanus cajan* L.) en tres comunidades de Tsimane. [En línea]: Tsimane, (<http://www.tsimane.org/working%20papers/TAPS-WP-61.pdf>, documentos, 06 Ene. 2010).
- PALOMEQUE, F. 2009. Sistemas agroforestales. Huehuetán, Chiapas, México. [En línea]: Monografías, (<http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/sistemas-agroforestales/sistemas-agroforestales.pdf>, documentos, 11 Ene. 2010).
- PEÑA, E., ARIAS, F. 2001. Recuperación de suelos en el Amazonas a partir de Sistema agroforestales. [En línea]: Agronet, (http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006102416480_Recuperacion%20de%20suelos%20en%20sistemas%20agroforestales.pdf, documentos, 06 Ene. 2010).

- PROAMAZONIA. 2003. Formulación de una metodología para la recuperación de suelos degradados en zonas de cultivo de coca. Ministerio de Agricultura, Programa para el desarrollo de la Amazonia. Lima, Perú.
- RAINFOREST SABER. 2009. Cultivar en callejones en Perú [En línea]: Rain Forest Saver, (<http://www.rainforestsaver.org/es/ultimas-noticias/archivos-de-noticias-cultivar-en-callejones-en-peru/>), artículo, 11 Ene. 2013).
- RUIZ, H. 2009. Efecto de cuatro dosis de Ácido indolbutírico y tres tipos de estacas en el enraizamiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en San Martín. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 111 p.
- RUÍZ, I. 2006. Estudio de fenología y rendimiento en cuatro eco tipos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú.
- SEFO. 2007. *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. Empresa de semillas forrajeras. [En línea]: Supernet, (<http://web.supernet.com.bo/sefo/Herbaceas/Guandul.htm>), artículo, 11 Ene. 2010).
- SILVER, R. 2008. Producción de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) con la aplicación del abono orgánico (chablor) en el fundo Victoria de la empresa Agroindustrias Amazónicas - La Banda De Shilcayo. [En línea]:

- Agrochablor, (<http://www.agrochablor.com/Aplicaciondeabonochablor.pdf>, documentos, 06 Ene. 2010).
- URRELO, G. 1997. El cultivo de la coca en el Perú. [En línea]: Congreso, (<http://www.congreso.gob.pe/congresista/1995/rurrelo/coca.htm>, documentos, 11 Ene. 2010).
- VARGAS, Y., VALDIVIA, E. 2005. Recuperación, mediante leguminosas rastreras, de suelos degradados (ex cicales) en la Selva Alta del Perú [En línea]: CONCYTEC (http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-83912005000200007&lng=es&nrm=iso, documentos, 11 Ene. 2010).
- WADSWORTH, F. 2000. Producción forestal para América tropical. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), Servicio Forestal; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Washington, EE UU. 602 p.
- ZAVALETA, A. 1992. Edafología: El suelo con relación a la producción. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología - CONCYTEC. Lima, Perú. 190 p.
- ZWART, M., ROJO, J., DE LA CRUZ, R., YEOMANS, J. 2005. Coberturas y la salud del suelo. Universidad EARTH, Limón, Costa Rica. 47 p.

ANEXOS

Anexo 1. Datos obtenidos en campo del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Cuadro 31. Promedios de altura de planta del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

Trat	Abr. 2009	Jul. 2009	Set. 2009
	Altura (cm.)	Altura (cm.)	Altura (cm.)
T1	30.93	193.27	248.47
T2	36.60	167.73	234.84
T3	33.13	228.13	281.13
T4	22.00	171.73	246.13
T0	31.4	121.4	209.53

Cuadro 32. Promedios de diámetro de planta del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

Trat	Abr. 2009	Jul. 2009	Set. 2009
	Diámetro (cm)	Diámetro (cm)	Diámetro (cm)
T1	3.37	6.48	10.04
T2	3.07	6.01	8.35
T3	3.00	6.15	8.73
T4	3.17	7.07	9.33
T0	3.16	5.78	7.80

Cuadro 33. Datos mensuales para rendimiento por planta (kg/planta) obtenidos en campo del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

Blo	Trat	14/01/2010	14/02/2010	14/03/2010
		Rend/planta (kg/planta)	Rend/planta (kg/planta)	Rend/planta (kg/planta)
I	T1			
I	T2	0.003		
I	T3	0.005	0.017	0.025
I	T4	0.006		0.010
I	T0			
II	T1	0.036	0.029	0.063
II	T2	0.005	0.029	0.019
II	T3	0.016	0.021	0.075
II	T4	0.011	0.035	0.057
II	T0			0.017
III	T1	0.029	0.082	0.093
III	T2	0.024	0.036	0.058
III	T3	0.015	0.022	0.032
III	T4	0.004		0.037
III	T0	0.011	0.008	0.009

Cuadro 34. Datos mensuales para rendimiento por hectárea (kg/ha) obtenidos en campo del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

Blo	Trat	14/01/2010	14/02/2010	14/03/2010
		Rend/planta (kg/ha)	Rend/planta (kg/ha)	Rend/planta (kg/ha)
I	T1			
I	T2	0.50		
I	T3	3.32	5.66	12.51
I	T4	1.00		3.34
I	T0			
II	T1	18.0	19.32	42.0
II	T2	1.67	9.66	3.17
II	T3	8.01	7.00	50.0
II	T4	5.49	23.32	38.0
II	T0			8.49
III	T1	19.32	54.68	77.5
III	T2	8.00	18.0	29.01
III	T3	2.50	3.67	10.66
III	T4	1.34		18.51
III	T0	1.83	2.66	4.50

Cuadro 35. Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelo.

Nivel crítico	Cantidad en el suelo			
	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (Kg/ha K ₂ O)
Bajo	< 2	< 0.1	< 7	< 300
Medio	2 - 4	0.1 - 0.2	7 - 14	300 - 600
Alto	> 4	> 0.2	> 14	> 600

Fuente: MANSILLA (2009).

Cuadro 36. Niveles críticos de pH del suelo.

pH	Calificativo	Observaciones
Menores de 5.5	Muy ácido	Problemas de disponibilidad de P
5.5 - 6.5	Ácido	
6.6 - 7.3	Neutro	Alta disponibilidad de nutrientes
7.4 - 8.4	Básico	
Mayores de 8.5	Muy básico	Problemas de sodicidad

FUENTE: MANSILLA (2009).

Cuadro 37. Análisis de varianza para la altura de la guaba (*Inga edulis* Mart.).

FV	GL	Oct. 2009			Nov. 2009			Dic. 2009			Ene. 2010			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	1854.41	NS	11.26	3149.56	NS	9.57	4485.82	NS	9.93	6423.31	NS	12.3	19	99
Trata	1	64.68	NS	0.39	301.04	NS	0.91	336.002	NS	0.74	272.03	NS	0.52	18.51	98.49
Error	2	164.72			329.18			451.9			522.02				
Total	5														
CV (%)		12.13			14.41			14.69			13.84				

Cuadro 38. Análisis de varianza para la altura del frijol de palo (*Cajanus cajan* L.).

FV	GL	Abr. 2009			May. 2009			Jun. 2009			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	30.81	NS	7.7	239.58	NS	8.06	836.28	*	28.3	19	99
Trata	1	0.88	NS	0.22	0.96	NS	0.03	117.93	NS	3.99	18.51	98.5
Error	2	4			29.72			29.58				
Total	5											
CV (%)			7.32			12.07			7.34			

Cuadro 39. Análisis de varianza para la altura del frijol de palo (*Cajanus cajan* L.).

FV	GL	Jul. 2009			Ago. 2009			Sep. 2009			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	2099.2	*	19.5	2170.6	NS	16.2	2248.9	NS	11.3	19	99
Trata	1	103.34	NS	0.96	158.17	NS	1.18	487.8	NS	2.45	18.51	98.5
Error	2	107.66			133.71			199.23				
Total	5											
CV (%)		10.86			10.85			11.79				

Cuadro 40. Análisis de varianza de la altura de la guaba (*Inga edulis* Mart.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* L.).

FV	GL	Abr. 2009			May. 2009			Jun. 2009			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	245.94	*	9.98	596.94	**	23.8	1271.4	**	33	5.14	10.92
Trata	3	526.1	**	21.34	219.9	*	8.76	82.72	NS	2.15	4.76	9.78
Error	6	24.65			25.11			38.49				
Total	11											
CV (%)			12.83			9.55			8.72			

Cuadro 41. Análisis de varianza de la altura de la guaba (*Inga edulis* Mart.) y frijol de palo (*Cajanus cajan* L.).

FV	GL	Jul. 2009			Ago. 2009			Sep. 2009			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	2636.04	**	16.4	2661.6	**	11.4	3071.4	**	12.4	5.14	10.92
Trata	3	308.6	NS	1.92	594.76	NS	2.55	816.38	NS	3.3	4.76	9.78
Error	6	160.97			233.08			247.27				
Total	11											
CV (%)		14.54			16.06			14.69				

Cuadro 42. Análisis de varianza para la altura del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

FV	GL	Abr. 2009			May. 2009			Jun. 2009			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	498.61	NS	2.27	1608.49	NS	2.62	2236.7	NS	0.64	4.46	8.65
Trata	4	87.68	NS	0.4	1359.58	NS	2.21	2997.5	NS	0.85	3.84	7.01
Factor	3	116.47	NS	0.53	895.21	NS	1.46	1695.1	NS	0.48	4.07	7.59
A	1	115.32	NS	0.53	476.28	NS	0.78	1975.1	NS	0.56	5.32	11.26
B	1	22.41	NS	0.1	2144.01	NS	3.49	399.63	NS	0.11	5.32	11.26
A*B	1	211.68	NS	0.96	65.33	NS	0.11	2710.5	NS	0.77	5.32	11.26
Fa x Te	1	1.29	NS	0.01	2752.64	NS	4.48	6904.8	NS	1.97	5.32	11.26
Error	8	219.66			614.45			3507.9				
Total	14											
CV (%)		48.1			33.67			43.15				

Cuadro 43. Análisis de varianza para la altura del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

Fuente de Variación	GL	Jul. 2009			Ago. 2009			Sep. 2009			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	5707.78	NS	1.18	8809.21	NS	1.62	20422	NS	2.78	4.46	8.65
Trata	4	4562.02	NS	0.94	4100.16	NS	0.76	2006.1	NS	0.27	3.84	7.01
Factor	3	2294.11	NS	0.47	2213.92	NS	0.41	1187.5	NS	0.16	4.07	7.59
A	1	1132.96	NS	0.23	1015.68	NS	0.19	1447.6	NS	0.2	5.32	11.26
B	1	5034.8	NS	1.04	4945.08	NS	0.91	1771.5	NS	0.24	5.32	11.26
A*B	1	714.56	NS	0.15	681.01	NS	0.13	343.47	NS	0.05	5.32	11.26
Fa x Te	1	11365.8	NS	2.35	9758.85	NS	1.8	4461.7	NS	0.61	5.32	11.26
Error	8	4832.03			5429.7			7335.6				
Total	14											
CV (%)		39.39			37.35			35.1				

Cuadro 44. Análisis de varianza para el diámetro de la guaba (*Inga edulis* Mart.).

FV	GL	Abr. 2009			May. 2009			Jun. 2009			Jul. 2009			Ago. 2009			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	6.596	*	64.62	8.239	**	422	18.356	**	881.8	28.1942	*	86.1	38.484	**	931.4	19.0	99.0
Trata	1	0.992	NS	9.72	0.728	*	37.3	0.3267	*	15.69	0.016	NS	0.05	0.2481	NS	6	18.51	98.49
Error	2	0.102			0.02			0.0208			0.3275			0.0413				
Total	5																	
CV (%)		4.42			1.65			1.27			4.41			1.40				

Cuadro 45. Análisis de varianza para el diámetro de la guaba (*Inga edulis* Mart.).

FV	GL	Sep. 2009			Oct. 2009			Nov. 2009			Dic. 2009			Ene. 2010			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	60.11	**	850.9	113.2	*	84.7	164.92	*	21.16	229.368	NS	17.4	252.68	NS	12.1	19	99
Trata	1	0.101	NS	1.44	0.213	NS	0.16	7.0417	NS	0.9	23.9201	NS	1.81	47.04	NS	2.25	18.51	98.49
Error	2	0.071			1.336			7.7953			13.196			20.887				
Total	5																	
CV (%)		1.56			5.50			11.10			12.60			14.24				

Cuadro 46. Análisis de varianza para el diámetro del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

FV	GL	Abr.2009			May. 2009			Jun. 2009			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	1.2106	NS	3.6909	1.28	NS	2.71	2.24	NS	1.94	4.46	8.65
Trata	4	0.059	NS	0.1799	0.18	NS	0.38	0.72	NS	0.62	3.84	7.01
Factor	3	0.0787	NS	0.2399	0.23	NS	0.48	0.69	NS	0.6	4.07	7.59
A	1	0.056	NS	0.1707	0.002	NS	0.005	0.3	NS	0.26	5.32	11.3
B	1	0.012	NS	0.0366	0.003	NS	0.007	0.26	NS	0.23	5.32	11.3
A*B	1	0.168	NS	0.5122	0.67	NS	1.421	1.52	NS	1.31	5.32	11.3
Fa x Te	1	0.0001	NS	0.0003	0.039	NS	0.081	0.79	NS	0.68	5.32	11.3
Error	8	0.328			0.47			1.16				
Total	14											
CV (%)			18.15			16.71			20.00			

Cuadro 47. Análisis de varianza para el diámetro del sachu inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

FV	GL	Jul. 2009			Ago. 2009			Sep. 2009			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	3.36	NS	3.339	6.33	*	5.452	18.66	*	6.54	4.46	8.65
Trata	4	0.75	NS	0.748	0.92	NS	0.795	2.25	NS	0.79	3.84	7.01
Factor	3	0.67	NS	0.662	0.58	NS	0.502	1.63	NS	0.57	4.07	7.59
A	1	0.4	NS	0.401	0.5	NS	0.428	0.08	NS	0.03	5.32	11.3
B	1	0.15	NS	0.153	0.02	NS	0.019	0.9	NS	0.31	5.32	11.3
A*B	1	1.44	NS	1.432	1.23	NS	1.059	3.9	NS	1.37	5.32	11.3
Fa x Te	1	1.01	NS	1.007	1.94	NS	1.675	4.14	NS	1.45	5.32	11.3
Error	8	1.01			1.16			2.85				
Total	14											
CV (%)			15.93			15.06			19.09			

Cuadro 48. Análisis de varianza para el número de frutos del sachá inchi
(*Plukenetia volubilis* L.).

GL	Ene. 2010			Mar. 2010			F tabulado	
	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
2	2.04	NS	1.21	17.1	NS	0.98	4.46	8.65
4	20.2	**	12.02	95.98	*	5.5	3.84	7.01
3	24.49	**	14.57	72.77	*	4.17	4.07	7.59
1	24.11	**	14.35	80.91	*	4.63	5.32	11.26
1	32.24	**	19.18	107.88	*	6.18	5.32	11.26
1	17.11	*	10.18	29.52	NS	1.69	5.32	11.26
1	7.34	NS	4.37	165.6	*	9.48	5.32	11.26
8	1.68			17.46				
14	7.0237			39.844				
	38.14			41.89				

Cuadro 49. Análisis de varianza para el peso de cápsulas del sachá inchi
(*Plukenetia volubilis* L.).

F V	GL	Ene. 2010			Mar. 2010			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	102.003	NS	0.80	1124.90	NS	0.70	4.46	8.65
Trata	4	1138.59	**	8.91	6525.66	*	4.04	3.84	7.01
Factor	3	1450.03	**	11.34	4627.07	NS	2.86	4.07	7.59
A	1	1671.59	**	13.07	4264.62	NS	2.64	5.32	11.26
B	1	2025.66	**	15.84	6932.17	NS	4.29	5.32	11.26
A*B	1	652.84	NS	5.11	2684.42	NS	1.66	5.32	11.26
Fact x Tes	1	204.28	NS	1.60	12221.4	*	7.56	5.32	11.26
Error	8	127.85			1615.90				
Total	14	412.94			2948.55				
CV (%)			38.03			48.19			

Cuadro 50. Análisis de varianza para el peso de semillas del sachá inchi
(*Plukenetia volubilis* L.).

F V	GL	Ene. 2010			Mar. 2010			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	37.34	NS	0.99	285.79	NS	0.70	4.46	8.65
Trata	4	299.29	**	7.93	1637.30	*	4.03	3.84	7.01
Factor	3	384.46	**	10.18	1171.07	NS	2.88	4.07	7.59
A	1	430.56	**	11.40	1069.36	NS	2.63	5.32	11.26
B	1	516.14	**	13.67	1754.98	NS	4.32	5.32	11.26
A*B	1	206.67	*	5.47	688.87	NS	1.70	5.32	11.26
Fact x Tes	1	43.79	NS	1.16	3035.97	*	7.47	5.32	11.26
Error	8	37.76			406.40				
Total	14	112.43			740.85				
CV (%)			42.01			48.37			

Cuadro 51. Análisis de varianza para el rendimiento por planta (kg/planta) del
sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

F V	GL	Ene. 2010			Mar. 2010			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	0.00005	NS	1.217	0.00029	NS	0.621	4.46	8.65
Trata	4	0.0003	**	8.956	0.0016	NS	3.372	3.84	7.01
Factor	3	0.0004	**	11.014	0.001	NS	2.166	4.07	7.59
A	1	0.0003	*	7.826	0.0008	NS	1.805	5.32	11.26
B	1	0.0008	**	21.739	0.0016	NS	3.538	5.32	11.26
A*B	1	0.0001	NS	3.478	0.0005	NS	1.155	5.32	11.26
Fact x Tes	1	0.0001	NS	2.782	0.0032	*	6.989	5.32	11.26
Error	8	0.00004			0.00046				
Total	14	0.0001			0.0007				
CV (%)			40.38			50.36			

Cuadro 52. Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea (kg/ha) del
sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.).

F V	GL	Ene. 2010			Mar. 2010			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	5.23	NS	0.79	121.83	NS	0.42	4.46	8.65
Trata	4	148.24	**	22.31	1240.98	*	4.28	3.84	7.01
Factor	3	173.57	**	26.13	1211.02	*	4.18	4.07	7.59
A	1	164.95	**	24.83	744.19	NS	2.57	5.32	11.26
B	1	223.69	**	33.67	1735.21	*	5.99	5.32	11.26
A*B	1	132.07	**	19.88	1153.66	NS	3.98	5.32	11.26
Fact x Tes	1	72.27	*	10.88	1330.86	NS	4.59	5.32	11.26
Error	8	6.64			289.69				
Total	14	46.90			537.51				
CV (%)			41.44			67.18			

Cuadro 53. Análisis de varianza para el porcentaje de coberturas realizadas al inicio, fructificación y cosecha en cada uno de los tratamientos.

F V	GL	Cobertura Inicial			Cobertura Fructificación			Cobertura Cosecha			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	52.88	**	24.08	643.23	**	25.64	572.06	**	15.10	5.14	10.9
Trata	5	17.42	*	7.935	228.25	*	9.10	228.05	*	6.02	4.76	9.78
Error	10	2.20			643.23			37.89				
Total	17											
CV (%)			15.05			21.08			23.61			

Cuadro 54. Análisis de varianza de los indicadores de fertilidad del suelo luego de la incorporación de los tratamientos.

F V	GL	pH			MO			N			P			K ₂ O			F tabulado	
		CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	CM	Sig.	Fcal	0.05	0.01
Bloque	2	0.010	NS	0.89	0.42	*	6.058	0.0006	NS	3.776	16.47	NS	1.059	7754.06	NS	2.43	4.1	7.56
Trata	5	0.025	NS	2.18	0.24	*	3.423	0.0005	NS	3.163	6.91	NS	0.444	4691.16	NS	1.47	3.33	5.64
Error	10	0.011			0.07			0.0002						3187.19				
Total	17																	
CV (%)			2.42		13.86		15.04		29.20		16.18							

Anexo 2. Panel fotográfico.



Figura 18. Condiciones del campo antes de realizar el trabajo de investigación.

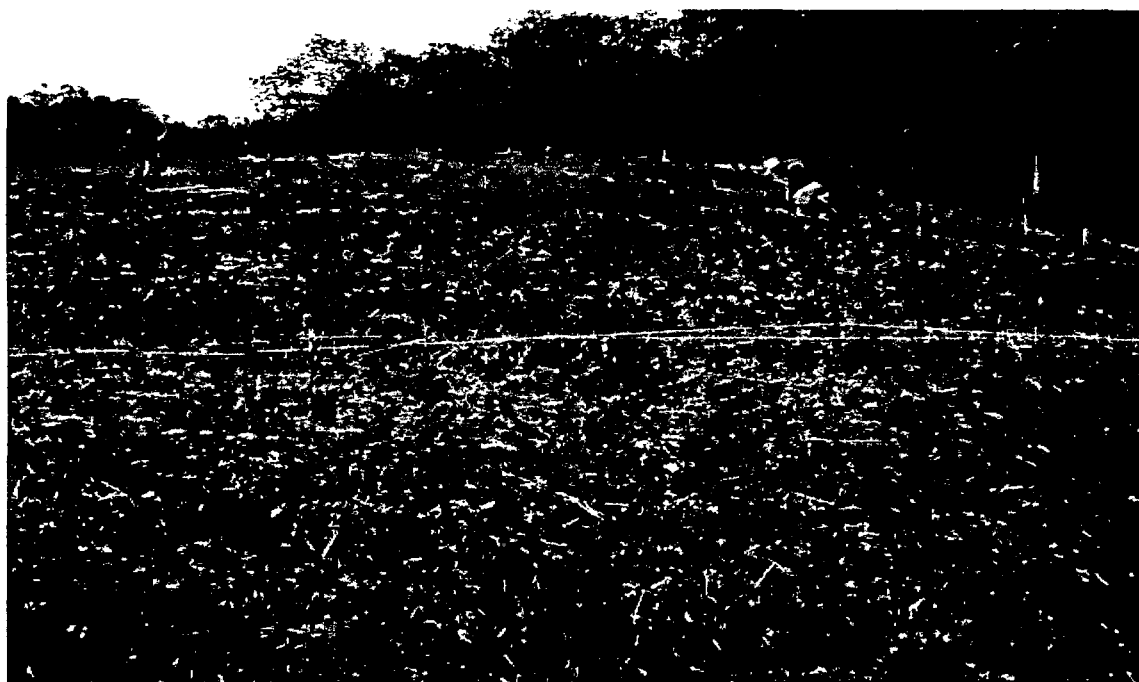


Figura 19. Preparación del terreno antes de incorporar los tratamientos.



Figura 20. Plántula de sachá inchi y Esquejes de maní forrajero.



Figura 21. Parcela con los tratamientos instalados.

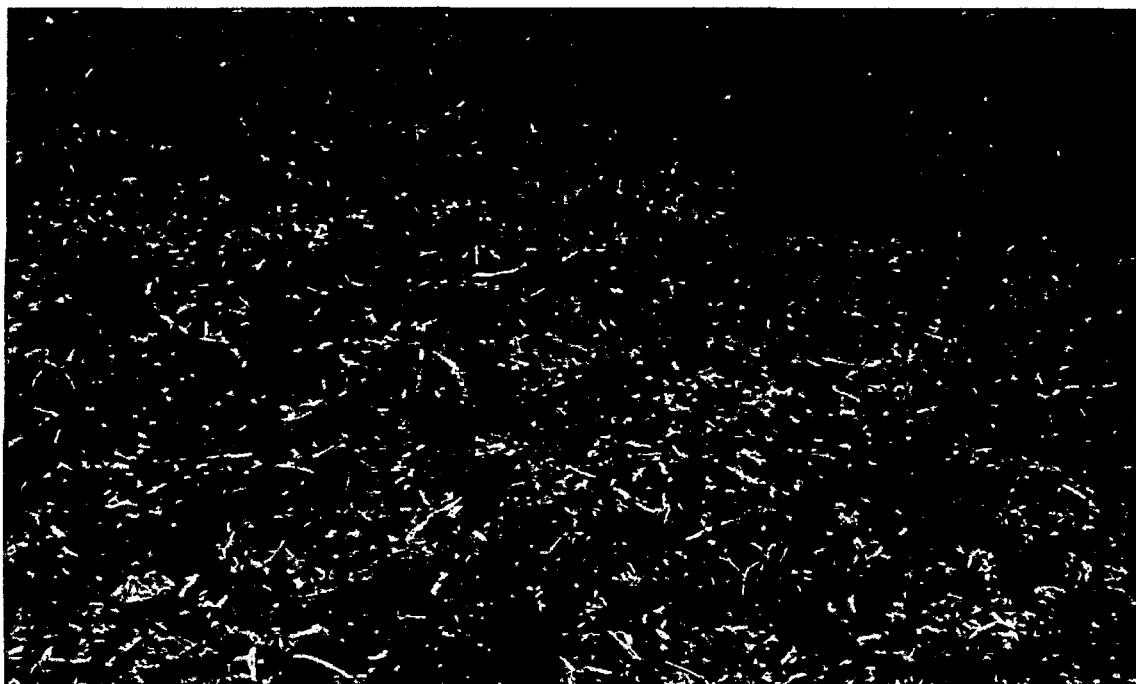


Figura 22. Esquejes de maní forrajero ya instalados en la parcela.



Figura 23. Medición del diámetro y recolección de frutos de sachá inchi.



Figura 24. Muestra de las plantas y frutos de sachá inchi.



Figura 25. Condiciones de la parcela al término del trabajo de investigación.

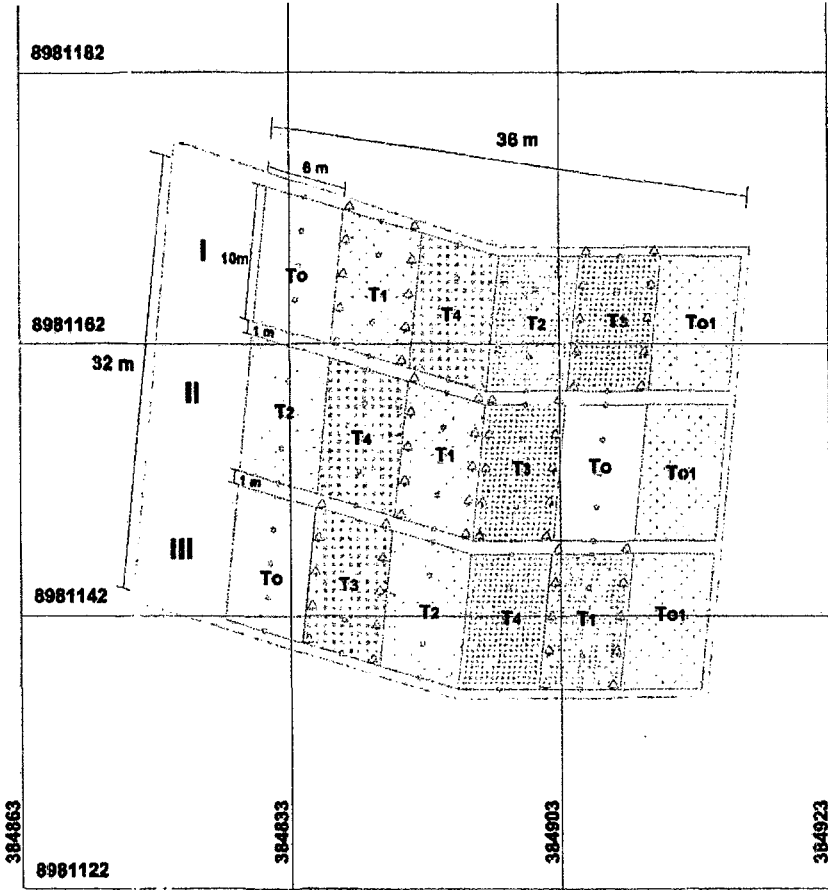


Figura 26. Condiciones del porcentaje de prendimiento de la cobertura.



Figura 27. Parcela experimental a casi un año de instalación de los tratamientos.

Anexo 3. Mapas



LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
Parcela	[Symbol]
Tratamientos	[Symbol]
Limite D	[Symbol]
Terreno	[Symbol]

T1 : Cobertura de kudzu con guaba + sacha inchi
 Cultivo de kudzu
 Cultivo de sacha inchi
 Cultivo de guaba

T2 : Cobertura de kudzu con frijol de palo + sacha inchi
 Cultivo de kudzu
 Cultivo de sacha inchi
 Cultivo de frijol de palo

T3 : Cobertura de mani forrajero con guaba + sacha inchi
 Cultivo de mani forrajero
 Cultivo de sacha inchi
 Cultivo de guaba

T4 : Cobertura de mani forrajero con frijol palo + sacha inchi
 Cultivo de mani forrajero
 Cultivo de sacha inchi
 Cultivo de frijol de palo

To : Sacha Inchi
 Cultivo De Sacha Inchi

To1 : Macorilla + rabo de zorro

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE SELVA

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA SIERRA NEBLINOSA (INTEC) - CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRICULTURA Y ZOOTECNIA - CATEDRA DE SISTEMAS AGROPECUARIOS PARA LA SEGURIDAD DE ALIMENTOS Y NUTRICIÓN - CASTLE OFICE

PU-01
 FOLIO 01-01

TÍTULO: DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS Y TRATAMIENTOS

RESPONSABLE: **DR. ANA ROSA CUNDELA ROSA**

COORDINADOR: **ING. ANA ROSA CUNDELA ROSA**

FECHA: **NOVIEMBRE 2010**

ESCALA: **1 : 500**

UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

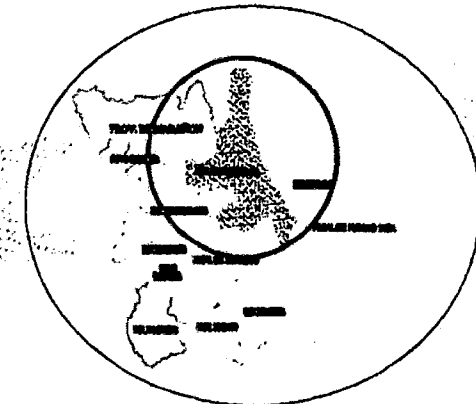
ESCALA: 1/100000



REPUBLICA DEL PERU



REGION HUANUCO Y PROVINCIA DE LEONCIO PRADO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE SELVA



El establecimiento de Selva Agraria mediante el cual se crea un sistema agropecuario para la explotación de suelos fértiles, limos, o arenos.

TÍTULO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

SECCIÓN: SELVA AGRICOLA, CIRCULAR GENERAL

PLAZA DE ESTUDIOS: BACHILLER EN INGENIERIA EN RELACIONES NATURALES RENOVABLES

LIBRO: PU-01
Número consecutivo: 01-01

FECHA DE ELABORACION: 2010

SECTOR: AGRICOLA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
 Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562342 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto. 156



ANALISIS DE SUELOS

Procedencia:..... Tingo Maria Santa Rosa Castillo Grande

Solicitante: Chanta Diaz Brendy
 RNR

Número de Muestra		CE	ANALISIS MECANICO				pH	CO ₂ Ca	M.O.	N	P	K ₂ O	CAMBIABLES me/100 g									
Laborat.	Campo	mmh/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	1:1	%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CIce	%	%
																					Bas.Camb	Ac.Camb
M86-09	MA		36	26	38.0	Fo.Ar.	4.5		1.9	0.09	5.40	146		1.20	0.40			3.10	1.40	6.10	26.23	73.77
M87-09	MB		35	29	36.0	Fo.Ar.	4.6		2.0	0.09	5.20	155		1.10	0.20			3.00	1.50	5.80	22.41	77.59

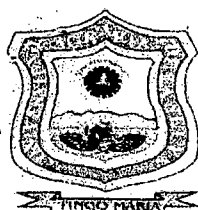
Para: % Bases Cambiables= Ca+Mg+K+Na/CICt X 100

Para: % Acides Cambiables= Al+H/CIce X 100

Observaciones : Muestras proporcionadas por el interesado

Fecha: Tingo Maria, 08 de Mayo del 2009

Ing° M.Sc. Hugo Huamani Yupanqui
 JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

Av. Universitaria s/n Telef. (064) 562342 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto. 156



ANALISIS DE SUELOS

Procedencia: Castillo- Tingo Maria

Solicitante: Brendy M Chanta Diaz

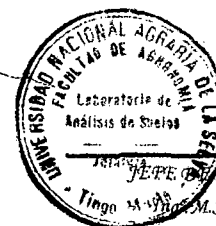
Número de Muestra	CE	ANALISIS MECANICO					pH	CO ₂ Ca	M.O.	N	P	K ₂ O	CAMBIABLES Cmol(+)/kg										
		Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	1:1							%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al
Laborat.	Campo	mmh/cm																			Bas.Can	Ac.Camb	Sat. Al
M791-2010	M1	70	21	50	29	Fo Ar	4,4		1,2	0,05	16,67	398		4,00	0,10			3,80	0,95	8,85	46,33	53,67	42,94
M792-2010	M2	50	19	50	31	FoArLo	4,4		1,9	0,09	17,04	341		2,00	3,50			3,40	0,10	9,00	61,11	38,89	37,78
M793-2010	M3	70	25	46	28	Fo Ar	4,5		1,5	0,07	14,16	437		1,10	0,40			6,50	0,60	8,60	17,44	82,56	75,58
M794-2010	M4	70	17	52	31	FoArLo	4,5		1,9	0,09	19,28	355		0,90	0,50			4,80	0,80	7,00	20,00	80,00	68,57
M795-2010	M5	70	19	46	35	Franco	4,9		1,8	0,08	9,94	355		1,10	0,50			3,10	0,75	5,45	29,36	70,64	56,88
M796-2010	M6	50	21	48	31	Fo Ar	4,8		1,9	0,09	13,67	348		1,00	0,70			8,10	0,10	9,90	17,17	82,83	81,82
M797-2010	M7	70	17	50	33	FoArLo	4,5		1,5	0,07	17,34	370		1,00	0,70			5,80	0,10	7,60	22,37	77,63	76,32
M798-2010	M8	70	17	50	33	FoArLo	4,4		2,2	0,10	6,75	360		1,50	0,30			6,20	0,60	8,60	20,93	79,07	72,09
M799-2010	M9	70	25	46	29	Fo Ar	4,5		1,8	0,08	14,97	360		1,80	0,10			5,20	0,10	7,20	26,39	73,61	72,22
M800-2010	M10	70	21	44	35	Fo Ar	4,8		1,2	0,05	10,75	343		1,10	0,70			6,70	0,10	8,60	20,93	79,07	77,91
M801-2010	M11	70	19	52	29	FoArLo	4,5		1,8	0,08	18,48	389		1,70	0,20			1,50	0,20	3,60	52,78	47,22	41,67
M802-2010	M12	70	23	46	31	Fo Ar	4,5		2,3	0,10	13,07	379		1,20	0,10			1,60	0,15	3,05	42,62	57,38	52,46
M803-2010	M13	70	27	44	29	Fo Ar	4,3		1,8	0,08	14,70	348		1,50	0,10			5,20	1,70	8,50	18,82	81,18	61,18
M804-2010	M14	70	19	44	37	FoArLo	4,4		2,3	0,10	14,32	377		1,20	2,30			3,20	0,30	7,00	50,00	50,00	45,71
M805-2010	M15	50	29	42	29	FoAr	4,5		2,3	0,10	6,64	391		1,40	0,50			2,30	0,05	4,25	44,71	55,29	54,12

Para: % Bases Cambiables= (Ca+Mg+K+Na)/CiCe*100

Para: % Acides Cambiables= (Al+H)/CiCe*100

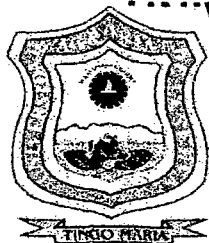
Para: % Saturacion De Aluminio= (Al/CiCe)*100

Fecha; Tingo María, 22 de Febero de 2010



Laboratorio de Análisis de Suelos
JEFE DEL LABORATORIO

M.Sc. Hugo Huamani Yupanqui



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo Maria

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

v. Universitaria s/n Telef. (064) 562342 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto. 156



ANALISIS DE SUELOS

Procedencia: Castillo- Tingo Maria

Solicitante: Brendy Maythe Chanta Diaz

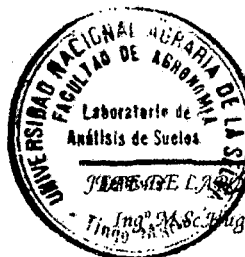
Número de Muestra		CE	ANALISIS MECANICO				pH	C	M.O.	N	P	K ₂ O	CAMBIABLES Cmol(+)/kg										
Laborat.	Campo	mmh/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	1:1	%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CiCe	%	%	%
																					Bas.Can	Ac.Camb	Sat. Al
M806.-2010	M1	7	25	46	29	Fo Ar	4,6		2,3	0,10	11,89	168		2,00	0,60			2,30	0,20	5,10	50,98	49,02	45,10
M807-2010	M2	7	31	46	23	Franco	4,5		1,8	0,08	12,05	201		1,20	0,20			3,10	0,05	4,55	30,77	69,23	68,13
M808-2010	M3	7	27	44	29	Fo Ar	4,5		2,7	0,12	11,29	360		0,70	1,10			3,60	0,20	5,60	32,14	67,86	64,29

Para: % Bases Cambiables= (Ca+Mg+K+Na)/CiCe*100

Para: % Acides Cambiables= (Al+H)/CiCe*100

Para: % Saturacion De Aluminio= (Al/CiCe)*100

Fecha: Tingo María, 22 de Feberó de 2010



Laboratorio de Análisis de Suelos

Ing. M.Sc. Hugo Huamani Yupanqui

Tingo María