



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

“EVALUACIÓN DE LA CUARTA ROTACIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO EN
CALLEJONES DE *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL EL PADMI”.

Tesis de Grado previo a la
Obtención del Título de
Ingeniero forestal

AUTOR:

Juan Carlos Carrión González

DIRECTOR:

Ing. Héctor Maza, Mg. Sc

ASESOR:

Ing. Víctor Hugo Eras, Mg. Sc

Loja – Ecuador

2013

APROBACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

TESIS

**EVALUACIÓN DE LA CUARTA ROTACIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO EN
CALLEJONES DE *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL EL PADMI".**

Presentada al tribunal calificador como requisito básico para obtener el título de

Ingeniero Forestal.



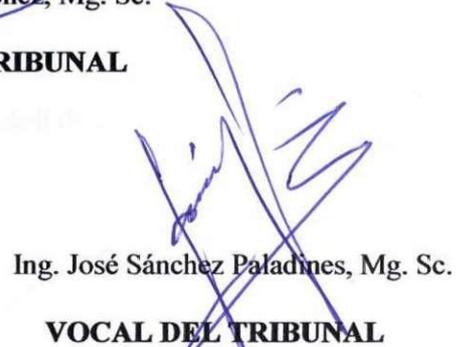
Ing. Honias Cartuche Ordoñez, Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Luis Sinche Fernandez, Mg. Sc.

VOCAL DEL TRIBUNAL



Ing. José Sánchez Paladines, Mg. Sc.

VOCAL DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

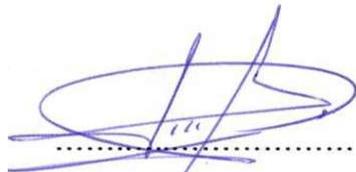
Ing. Héctor Maza, Mg. Se., Director de Tesis Ing.

Víctor Hugo Eras, Mg. Se., Asesor de Tesis.

Certifica:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "EVALUACIÓN DE LA CUARTA ROTACIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO EN CALLEJONES DE *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL EL PADMI", de la autoría del señor egresado Juan Carlos Carrión González; ha concluido y autorizo se continúe con el trámite de graduación.

Loja, 24 de abril de 2013



Ing. Héctor Maza, Mg. Se.,



Ing. Víctor Hugo Eras, Mg. Se.

AUTORIA

Yo, Juan Carlos Carrion González declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Juan Carlos Carrion González



Firma:

Cédula: 1104587587

Fecha: 17 de Junio de 2013

DEDICATORIA

A mis queridos padres **Rosa** y **Aniceto** por su tierno amor, su comprensión, su confianza y por su permanente apoyo, que en mi vida ha sido indispensable. A mis hermanos por sus hermosos detalles, y por sus consejos. A mi esposa e hijo, quién en mi vida han sido alegría, ternura, apoyo y sobre todo ese gentil palpito de amor espontáneo para mi corazón. Destaco que todos ustedes ahora y siempre, formarán una parte esencial en mi desarrollo personal y profesional.

Los quiero mucho.

Juan Carlos Carrión.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento para todos quienes hicieron posible la culminación de la presente investigación:

Agradezco de manera personal al ing. Héctor Maza, Mg. Sc. quien con su experiencia me guió a través del desarrollo de la fase de campo, análisis de información, dirección y revisión del presente trabajo. Quiero dejar constancia de mi gentil consideración de gratitud hacia el Ing. Víctor Hugo Eras, Mg. Sc., por su valiosa contribución técnica en el desarrollo de ésta investigación.

A la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, mediante la Carrera de Ingeniería Forestal, donde adquirimos los conocimientos teórico-técnicos puestos en práctica en este trabajo y base fundamental para nuestra vida profesional.

Al Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonia - CEDAMAZ y a la Estación Experimental el Padmi, por el apoyo técnico y logístico para la realización de este trabajo. Al Laboratorio de Suelos, Aguas y Bromatología del Área Agropecuaria de la Universidad Nacional de Loja por la realización de los análisis de suelos de todos los tratamientos de la tesis.

A los miembros del tribunal calificador de la tesis: Ing. Honias Cartuche, Mg. Sc., Ing. Luis Sinche, Mg. Sc. e Ing. José Sánchez, Mg. Sc. por sus valiosos comentarios y sugerencias encaminadas a la correcta culminación del presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRELIMINARES	PAG.
APROBACIÒN.....	II
CERTIFICACIÒN.....	III
AUTORIÀ.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
CONTENIDOS	VII
FIGURAS.....	XV
CUADROS.....	XV
APÈNDICE.....	XVIII
RESUMEN.....	XXII
SUMMARY.....	XXIV
1. INTRODUCCIÒN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Especificos.....	3
3. REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1 SISTEMAS AGROFORESTALES.....	4

3.1.1	Concepto.....	4
3.1.2	Clasificación de los Sistemas Agroforestales	4
3.1.2.1	Sistemas Agroforestales Secuenciales.....	4
3.1.2.2	Sistemas Agroforestales Simultáneos.....	5
3.1.2.3	Sistemas Agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos.....	5
3.1.2.4	Sistemas Agroforestales en multiestratos.....	5
3.1.2.5	Sistemas Agroforestales diversificados.....	5
3.2	SISTEMAS DE CULTIVOS EN CALLEJONES.....	6
3.2.1	Concepto.....	6
3.2.2	Funciones del Sistema de Cultivos en callejones.....	6
3.2.3	Ventajas y Desventajas del Sistema de Cultivo en callejones	6
3.2.4	Características de la Especie <i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.)Kunthex Walp.....	7
3.2.5	Características de la Yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz).....	8
3.3	CARACTERISTICAS DEL SUELO EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DEL TRÒPICO HÙMEDO	10
3.4	LA MATERIA ORGÀNICA EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DEL TRÒPICO HÙMEDO.....	11
3.5	ENMIENDAS AL SUELO.....	12
3.5.1	El Mulch o Abono Verde	12
3.5.2	La Fertilización Fosfatada.....	13
3.6	FIJACIÓN DEL NITRÓGENO AL SUELO.....	14
3.7	PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES.....	15
3.8	CONTROL DE MALEZAS EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES	16

3.9	PLAGAS Y EMFERMEDADES EN SISTEMAS AGROFORESTALES.....	17
3.10	PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD.....	18
3.10.1	Rendimiento de LA Yuca en el Trópico.....	18
3.10.2	Rendimiento de Cultivo en Callejones.....	19
3.10.3	Rentabilidad Financiera de Cultivo en Callejones.....	19
3.11	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	20
3.11.1	Para Realizar el análisis marginal.....	20
3.11.2	El Presupuesto parcial.....	20
3.11.3	El Precio de campo o de producción	20
3.11.4	El Costo de campo.....	20
3.11.5	Los Costos totales que varían.....	20
3.11.6	Los rendimientos ajustados de cada tratamiento.....	21
3.11.7	Los precios de campo de producto.....	21
3.11.8	El beneficio bruto de campo de cada tratamiento.....	21
3.11.9	El análisis marginal.....	21
3.11.10	El análisis de dominancia.....	21
3.11.11	La tasa de retorno marginal.....	21
3.11.12	La relación (B/C).....	21
3.11.13	Índice de rentabilidad.....	22
3.12	COMPORTAMIENTO DE FERTILIDAD DEL UELO Y DEL SISTEMA D CULTIVO EN CALLEJONES DE LA ESTACION EL PADMI EN LA PRIMERA Y SEGUNDA ROTACIÓN.....	23
3.12.1	Primera y Segunda Rotación de Cultivos.....	23

3.12.2	Reacción del Suelo.....	23
3.12.3	Materia Orgánica.....	24
3.12.4	Nitrógeno y Fósforo aprovechable.....	24
3.12.5	Potasio aprovechable.....	25
3.12.6	Calcio aprovechable.....	25
3.12.7	Magnesio y Zinc aprovechable.....	25
3.12.8	Cobre aprovechable.....	25
3.12.9	Hierro aprovechable.....	26
3.12.10	Manganeso aprovechable.....	26
3.12.11	Rendimiento de los Cultivos.....	26
3.12.12	Rendimiento de la Biomasa forrajera.....	26
3.13	HIPOTESIS DE ESTUDIO.....	27
4	MATERIALES Y METODOS.....	28
4.1	UBICACIÓN.....	28
4.1.1	Ubicación Política.....	28
4.1.2	Ubicación Geográfica.....	28
4.1.3	Características Ecológicas.....	28
4.1.3.1	Clima y zona de vida.....	28
4.2	AREA DE ESTUDIO.....	30
4.2.1	Localización.....	30
4.2.2	Geología.....	30
4.2.3	Fisiografía y forma del Terreno.....	30
4.2.4	Suelo.....	30
4.3	METODOLOGIA.....	31

4.3.1	Diseño Experimental para evaluar los objetivos de la presente investigación.....	31
4.3.2	Especificaciones del Ensayo.....	32
4.3.3	Modelo aditivo lineal.....	32
4.3.4	Análisis de datos para los objetivos de investigación.....	33
4.3.5	Variables de análisis e indicadores para los objetivos uno, dos y tres de la presente investigación.....	34
4.3.6	Metodología para evaluar el comportamiento de la fertilidad del suelo en respuesta a la aplicación de biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> y el efecto residual de la cal y la roca fosfórica.....	35
4.3.6.1	Muestreo de suelos e interpretación de datos.....	35
4.3.7	Metodología para determinar el comportamiento y rendimiento de la yuca en el sistema de cultivo en callejones en la cuarta rotación.....	35
4.3.7.1	Siembra de cultivo de yuca.....	35
4.3.7.2	Prendimiento de la yuca.....	36
4.3.7.3	Manejo del Cultivo.....	36
4.3.7.4	Registro de plagas y enfermedades.....	36
4.3.7.5	Rendimiento del cultivo.....	36
4.3.7.6	AnálisisEconómico.....	37
4.3.8	Metodología para evaluar la producción de biomasa de la <i>Gliricidia sepium</i> en el sistema agroforestal de cultivo en callejones con podas a los dos y cuatro meses.....	37
4.3.8.1	Poda de <i>Gliricidia sepium</i>	37
4.3.8.2	Rendimiento de biomas.....	37
4.3.9	Metodología para difundir los resultados en la zona de influencia.....	38

4.3.9.1	Difusión de resultados en la zona de influencia.....	38
5	RESULTADOS.....	39
5.1	COMPORTAMIENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL HORIZONTE ORGÁNICO.....	39
5.1.1	pH en agua (H ₂ O) del horizonte orgánico.....	39
5.1.2	Materia orgánica del horizonte orgánico.....	40
5.1.3	Fósforo aprovechable del horizonte orgánico.....	40
5.1.4	Potasio aprovechable del horizonte orgánico.....	41
5.1.5	Calcio aprovechable del horizonte orgánico.....	42
5.1.6	Magnesio aprovechable del horizonte orgánico.....	42
5.1.7	Acidez cambiable (Al + H) del horizonte orgánico.....	43
5.1.8	Aluminio intercambiable.....	43
5.1.9	Nitrógeno aprovechable.....	44
5.2	COMPORTAMIENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL HORIZONTE MINERAL (00 a 24 cm)	45
5.2.1	pH en agua (H ₂ O)del horizonte mineral.....	45
5.2.2	Materia orgánica del horizonte mineral.....	46
5.2.3	Fósforo aprovechable del horizonte mineral.....	46
5.2.4	Potasio aprovechable del horizonte mineral.....	47
5.2.5	Calcio aprovechable del horizonte mineral.....	48
5.2.6	Magnesio aprovechable del horizonte mineral.....	48
5.2.7	Acidez cambiable (Al +H) del horizonte mineral.....	49
5.2.8	Aluminio intercambiable del horizonte mineral.....	50
5.2.9	Nitrógeno aprovechable del horizonte mineral.....	50

5.3	COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA YUCA EN SISTEMAS DE CULTIVOS EN CALLEJONES.....	51
5.3.1	Prendimiento de las estacas de yuca.....	51
5.3.2	Producción de Yuca.....	52
5.3.3	Incidencias de Plagas y Enfermedades.....	53
5.3.3.1	Pudrición de la raíz causada por <i>Fusarium sp.</i>	53
5.3.3.2	Mancha de la hoja por <i>Cercospora sp.</i>	54
5.3.4	Análisis económico.....	54
5.3.4.1	Presupuesto parcial.....	54
5.3.4.2	Análisis marginal.....	55
5.3.4.3	Relación Beneficio / Costo e Índice de Rentabilidad.....	57
5.3.5	RENDIMIENTO DE BIOMASA DE LA <i>Gliricidia sepium</i> EN EL SISTEMA AGROFORESTAL DE CULTIVO EN CALLEJONES.....	58
5.3.6	DIFUSIÓN DE RESULTADOS Y METODOLOGIA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA ESTACION EXPERIMENTAL EL PADMI.....	59
6	DISCUSIÓN.....	60
6.1	COMPORTAMIENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL HORIZONTE ORGÁNICO.....	60
6.1.1	pH en agua (H ₂ O).....	60
6.1.2	Materia Orgánica y Nitrógeno aprovechable.....	61
6.1.3	Fósforo aprovechable.....	62
6.1.4	Calcio, Magnesio y Potasio aprovechables.....	63
6.1.5	Acidez Cambiable.....	64
6.1.6	Aluminio Intercambiable.....	64

6.2	COMPORTAMIENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL HORIZONTE MINERAL (00 a 24cm)	65
6.2.1	El pH en agua.....	63
6.2.2	Materia Orgánica y Nitrógeno aprovechable.....	63
6.2.3	Fósforo aprovechable.....	67
6.2.4	Calcio, Magnesio y Potasio aprovechables.....	68
6.2.5	Acidez Cambiable.....	69
6.2.6	Aluminio Intercambiable.....	70
6.3	COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA YUCA EN SISTEMA DE CULTIVO EN CALLEJONES.....	71
6.3.1	Prendimiento de las Estacas de Yuca.....	71
6.3.2	Producción de yuca.....	71
6.4	INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	72
6.4.1	Pudrición de la raíz causada por <i>Fusarium sp</i>	72
6.4.2	Mancha de la hoja por <i>Cercospora sp</i>	73
6.5	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	74
6.6	RENDIMIENTO DE BIOMASA DE <i>Gliricidia sepium</i> EN EL SISTEMA AGROFORESTAL DE CULTIVOS EN CALLEJONES.....	74
6	CONCLUSIONES.....	77
7	RECOMENDACIONES.....	79
8	BIBLIOGRAFÍA.....	80
9	APÉNDICE.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

Figura 1.	Ubicación espacial del área de estudio.....	29
-----------	---------------------------------------------	----

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDOS

Cuadro 1.	Definición de los tratamientos del ensayo.....	31
Cuadro 2.	Esquema del análisis de varianza para el Diseño Bloque Dividido con dos factores.....	33
Cuadro 3.	Variables e indicadores en la presente investigación.....	34
Cuadro 4.	pH (H ₂ O) del horizonte orgánico en la segunda y cuarta fase del experimento.....	39
Cuadro 5.	Contenido de materia orgánica (%) del horizonte orgánico en la segunda y cuarta fase del experimento.....	40
Cuadro 6.	Contenido de fósforo aprovechable del horizonte orgánico en la segunda y cuarta fase del experimento	41
Cuadro 7.	Contenido de potasio aprovechable del horizonte orgánico.....	41
Cuadro 8.	Contenido de calcio aprovechable del horizonte orgánico.....	42
Cuadro 9.	Contenido de magnesio del horizonte orgánico.....	42

Cuadro 10.	Contenido de acidez cambiabile del horizonte orgánico.....	43
Cuadro 11.	Contenido de Aluminio intercambiable del horizonte orgánico.....	44
Cuadro 12.	Contenido de Nitrógeno aprovechable del horizonte orgánico.....	44
Cuadro 13.	pH en (H ₂ O) del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta fase del experimento.....	45
Cuadro 14.	Contenido de materia orgánica (%) del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta del experimento.....	46
Cuadro 15.	Contenido de fósforo del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta del experimento.....	47
Cuadro 16.	Contenido de potasio aprovechable del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta del experimento.....	47
Cuadro 17.	Contenido de potasio aprovechable del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta del experimento.....	48
Cuadro 18.	Contenido de magnesio aprovechable del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta del experimento.....	49
Cuadro 19.	Contenido de acidez cambiabile del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta del experimento.....	49
Cuadro 20.	Contenido de aluminio intercambiable del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta del experimento.....	50

Cuadro21.	Contenido de nitrógeno aprovechable del horizonte mineral en l primera, segunda y cuarta del experimento.....	51
Cuadro22.	Porcentaje de prendimiento de estaca de yuca en los diferentes tratamiento a los 28 y 30 días de la primera, segunda y cuarta fase del experimento.....	52
Cuadro 23.	Se presenta el rendimiento promedio de la yuca en los diferentes tratamientos en la segunda y cuarta fase del experimento.....	52
Cuadro 24.	Incidencias del <i>Fusarium sp</i> (%). En la yuca en los diferentes tratamientos en la segunda y cuarta fase del experimento.....	53
Cuadro 25.	Incidencias de <i>Cercospora sp</i> (%). En la yuca en los diferentes tratamientos en la segunda y cuarta fase del experimento.....	54
Cuadro 26.	Costos totales que varían y beneficios netos de los rendimientos de yuca bajo el sistema de cultivos en callejones. El Padmi Zamora Chinchipe 2011.....	55
Cuadro 27.	Análisis de dominancia del rendimiento de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones en la segunda y cuarta fase del experimento.....	55
Cuadro 28.	Análisis marginal del rendimiento de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones. El Padmi Zamora Chinchipe 2011.....	56
Cuadro 29.	Relación Beneficio/Costo e Índice de Rentabilidad de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones en la segunda y cuarta fase del experimento.....	57

Cuadro 30.	Rendimiento total de biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> con podas a los 2 y 4 meses (kg/ha/año).....	58
Cuadro 31.	Rendimiento total de biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> en la primera, segunda y cuarta del experimento (kg/ha/año).....	59

APÉNDICE

CONTENIDOS

Apéndice 1.	Análisis de varianza del pH en agua (H ₂ O) en el horizonte orgánico.....	87
Apéndice2.	Análisis de varianza del contenido de materia orgánica (MO%) en el horizonte orgánico.....	88
Apéndice3.	Análisis de varianza del contenido de fósforo (P ₂ O ₅) en el horizonte orgánico.....	89
Apéndice4.	Análisis de varianza del contenido de potasio (K) en el horizonte orgánico.....	90
Apéndice5.	Análisis de varianza del contenido de Calcio (Ca) en el horizonte orgánico.....	91
Apéndice6.	Análisis de varianza del contenido de Magnesio (Mg) en el horizonte orgánico.....	92
Apéndice7.	Análisis de varianza del contenido de Acidez cambiante (Al+H) en el horizonte orgánico.....	93

Apéndice8.	Análisis de varianza del contenido de Aluminio Intercambiable (Al) en el horizonte orgánico.....	94
Apéndice9.	Análisis de varianza del contenido de Nitrógeno Aprovechable (N) en el horizonte orgánico.....	95
Apéndice 10.	Análisis de varianza del pH en agua (H ₂ O) en el horizonte mineral.....	96
Apéndice11.	Análisis de varianza del contenido de materia orgánica (MO%) en el horizonte mineral.....	97
Apéndice 12.	Análisis de varianza del contenido de fósforo aprovechable (P ₂ O ₅) en el horizonte mineral.....	98
Apéndice13.	Análisis de varianza del contenido de Potasio (K) en el horizonte mineral.....	99
Apéndice14.	Análisis de varianza del contenido de Calcio (Ca) en el horizonte mineral.....	100
Apéndice15.	Análisis de varianza del contenido de Magnesio (Mg) en el horizonte mineral.....	101
Apéndice16.	Análisis de varianza del contenido de Acidez cambiante (Al+H) en el horizonte mineral.....	102
Apéndice17.	Análisis de varianza del contenido de Aluminio Intercambiable (Al) en el horizonte mineral.....	103

Apéndice18. Análisis de varianza del contenido de Nitrógeno aprovechable (N) en el horizonte mineral.....	104
Apéndice 19. Análisis de varianza del prendimiento total de las estacas de yuca.....	105
Apéndice 20. Análisis de varianza del rendimiento de la yuca.....	106
Apéndice21. Análisis de varianza de la incidencia del <i>fusarium sp</i> en yuca.....	107
Apéndice 22. Análisis de varianza de la incidencia de la <i>Cercospora sp</i> en yuca.....	108
Apéndice 23. Análisis de varianza del rendimiento de biomasa de <i>Gliricidia sepium</i>	109
Apéndice 24. Costos de producción de los tratamientos.....	110
Apéndice25. Modelo: Libro de campo.....	122
Apéndice 26. Datos de campo: Fertilidad del Horizonte orgánico.....	123
Apéndice27. Datos de campo: Fertilidad del Horizonte mineral.....	124
Apéndice 28. Datos de campo: Porcentajes de prendimiento de las estacas de yuca.....	125
Apéndice29. Datos de campo: Rendimiento de yuca.....	115
Apéndice30. Datos de campo: Muestreo de la pudrición de la yuca por <i>Fusarium sp</i>	126

Apéndice31. Datos de campo: Muestreo de la mancha de la hoja causada por <i>Cercospora</i> <i>sp</i>	127
Apéndice32. Datos de campo: Rendimiento de biomasa de <i>Gliricidia sepium</i>	128
Apéndice33. Datos de campo: Localización del experimento (Lotes 18 y 19).....	132
Apéndice34. Disposición de los arboles de <i>Gliricidia sepium en el campo</i>	133
Apéndice35. Distribución de los tratamientos aplicados en el campo.....	134
Apéndice36. Niveles para la interpretación de análisis de suelos.....	135
Apéndice37. Umbral de daño económico de plagas y enfermedades en yuca.....	136
Apéndice38. Tríptico del día de campo.....	137
Apéndice39. Fotografías del día de campo en la cuarta fase del experimento de la yuca encallejones.....	140

RESUMEN

La presente investigación se realizó como parte de la cuarta fase del sistema agroforestal de cultivo en callejones con *Gliricidia sepium*, instalado en el 2003, en los suelos aluviones recientes de la Estación Experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada a 5 km de la población Los Encuentros, cantón Yanzatza, provincia de Zamora Chinchipe. Los objetivos fueron:

Objetivo General. Contribuir al bienestar de la población asentada en el corredor de la red fluvial Zamora-Nangaritza y a la gestión sostenible de los recursos naturales renovables, mediante la generación de conocimientos, pautas y referentes, sobre sistemas agro-silvícolas en la Estación El “Padmi”, como alternativa productiva social, económica y ambientalmente viable.

Objetivos específicos. 1) Evaluar el comportamiento de la fertilidad del suelo, en respuesta a la aplicación de biomasa de *Gliricidia sepium* y al efecto residual de la cal y la roca fosfórica. 2) Determinar el comportamiento y rendimiento de la yuca en el sistema de cultivo en callejones en la cuarta rotación. 3) determinar la producción de biomasa de la *Gliricidia sepium* en el sistema agroforestal de cultivos en callejones con podas a los dos y cuatro meses. Para la corrección de la acidez del suelo se aplicò el equivalente de 3711kg/ha de carbonato de calcio (CaCO_3), al 95% de pureza con la corrección de cal. Además, se aplicò el equivalente a 266kg/ha de roca fosfórica (P_2O_5) al 30%, en bandas laterales de 5cm de profundidad Villamagua, 2003. Se empleò un diseño en bloques divididos con dos factores (2P X 3F), para evaluar dos tipos de podas (P) y tres niveles de fertilización (F); dispuestos en un diseño experimental en bloques divididos completamente al azar (BDCA) con seis tratamientos y tres repeticiones.

En el horizonte orgánico el $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ se ubicó en el rango de 4,8 y 5,9 (muy fuertemente ácido), en tanto que, en los tratamientos en calados fue 5,1 y 5,5 (fuertemente ácido); y un contenido

de materia orgánica muy alto (7,3 y 10,0%). En el horizonte mineral (00-24cm), el pH_{H_2O} fue de 5,1 y 5,5; y los que no recibieron el encalado fue 5,1, los contenidos de materia orgánica se ubican en los rangos de medio a alto (3,6 a 5,6%). En los dos horizontes la disponibilidad de nutrientes fueron muy bajos para fósforo; bajo para potasio y magnesio; muy alto para calcio y medio para nitrógeno a excepción del horizonte mineral que va de bajo a medio. La acidez cambiante y aluminio intercambiable se encuentra en el rango medio en los dos horizontes.

El mayor porcentaje de prendimiento de las estacas de yuca (90%), de las 44 estacas sembradas por tratamiento prendieron 40, se obtuvo con los tratamientos T3 (con cal más poda a los dos meses), T5 (con cal y fósforo más poda a los dos meses) y T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses). El mayor rendimiento de yuca (37 570 kg/ha), se obtuvo con el tratamiento T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses), no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ni en la interacción (niveles de fertilización y niveles de podas). La mayor proliferación de *fusarium sp* (10,5% de incidencia), se alcanzó con los tratamientos T3 y T5, siendo más notoria en los tratamientos que recibieron cal y cal más fósforo; más poda a los dos meses. La mayor incidencia de *Cercospora sp* (90%), se registró con los tratamientos T3 y T4. La mayor tasa de retorno marginal (460%) se obtuvo al comparar el tratamiento T2 (sin cal ni fósforo más poda a los cuatro meses) con el tratamiento T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses), con un beneficio neto marginal de 871 USD/ha y una relación Beneficio/Costo (B/C) de 1.50, con una ganancia por dólar invertido de 50 centavos.

El mayor rendimiento de biomasa de *Gliricidia sepium* se obtuvo con el tratamiento T5 (con cal y fósforo más poda a los dos meses), con 39 600 Kg/ha/año de materia verde.

SUMMARY

This research was conducted as part of the fourth phase of agroforestry alley cropping with *Gliricidia sepium*, installed in 2003, in recent alluvial soils Experimental Station "The Padmi" National University of Loja, located 5 km from the town of Los Encuentros, Yanzatza Canton province of Zamora Chinchipe. The objectives were:

General Purpose. Contributing to the welfare of the population living in the corridor of the river network and Zamora-Nangaritza sustainable management of renewable natural resources by generating knowledge, guidelines and references on agro-forestry systems in the station's "Padmi" productive alternative social, economic and environmentally viable.

Specific objectives. 1) To assess the behavior of soil fertility in response to the application of *Gliricidia sepium* biomass and residual effect of lime and phosphate rock. 2) Determine the behavior and performance of cassava in alley cropping system in the fourth rotation. 3) to determine the biomass production of *Gliricidia sepium* in agroforestry systems alley cropping with pruning at two and four months. For correcting soil acidity equivalent was applied 3711 kg/ha of calcium carbonate (CaCO_3), to 95% purity with the correction of lime. Additionally, we applied the equivalent of 266 kg/ha of rock phosphate (P_2O_5) 30%, in sidebands 5cm deep Villamagua, 2003. We used a split block design with two factors (2P x 3F) to evaluate two types of pruning (P) and three levels of fertilization (F), arranged in a split block design completely randomized (BDCA) with six treatments and three replications.

In the organic horizon $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ stood in the range of 4.8 to 5.9 (strongly acidic), while in the limed treatments was 5.1 to 5.5 (strongly acidic), and a content high organic matter (7.3 and 10.0%). In the mineral horizon (00-24cm), the $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ was 5.1 and 5.5, and those who did not receive the whitewash was 5.1, organic matter content ranges are located in medium to high (3.6 to 5.6%). In both horizons nutrient availability were very low for phosphorus to potassium and low magnesium high for calcium and nitrogen means except mineral horizon

ranging from low to medium. The exchangeable acidity and exchangeable aluminum is in the middle range in the two horizons.

The largest percentage of seizure of cassava cuttings (90%) of the 44 cuttings planted per treatment set on 40, was obtained with treatments T3 (with lime more pruning than two months), T5 (with lime and phosphorus more pruning two months) and T6 (with lime and phosphorus more pruning at four months). The highest yield of cassava (37 570 kg/ha) was obtained with treatment T6 (with lime and phosphorus more pruning at four months), there was no significant difference between treatments in the interaction (fertilization levels and levels pruning). The increased proliferation of *Fusarium* sp (10.5% incidence) was achieved with treatments T3 and T5, being more evident in the treatments with lime and lime more phosphorus, more pruning than two months. The highest incidence of *Cercospora* sp (90%), was recorded with T3 and T4. The marginal return rate (460%) was obtained by comparing the T2 treatment (no lime or phosphorus more pruning at four months) with treatment T6 (with lime and phosphorus more pruning at four months), with a net profit marginal 871 USD/ha and Benefit/Cost (B/C) of 1.50, with a gain of 50 cents dollar invested.

The highest yield of *Gliricidia sepium* biomass was obtained with the treatment T5 (with lime and phosphorus more pruning than two months), with 39 600 kg/ha/year of green.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas agrícolas en la región amazónica ecuatoriana (RAE) y en particular, en la zona sur, la mayor parte son de subsistencia familiar denominados huertos caseros, en ellos se encuentra cultivos alimenticios tales como: yuca, maíz, plátano, frejol, verduras y frutales etc. La producción agrícola se ve limitada, principalmente, por la baja fertilidad de los suelos: acidez alta, toxicidad causada por los altos contenidos de aluminio y deficiencia de nitrógeno y fósforo. Adicionalmente, los suelos de esta región presentan problemas físicos de estructura no definida y con alta saturación de humedad, así como problemas de erosión, compactación y lixiviación (Valarezo, 2004). En este contexto negativo para la agricultura y pastizales donde los sistemas productivos son de baja rentabilidad, es urgente encontrar alternativas para los productores de la zona.

El sistema de cultivo en callejones, es una técnica agroforestal, por lo cual se asocian cultivos agrícolas con hileras de arbustos leguminosos resistentes a podas drásticas, cuyos materiales son incorporados al suelo en calidad de mulch, permitiendo una mejor fertilidad del suelo, mejorando sus características físico-químicas y controlando malezas

La presión creciente sobre el suelo debido a la explosión demográfica registrada en muchos lugares del trópico húmedo, puede conducir a la degradación del mismo, disminuir el rendimiento de los cultivos y a la invasión de hierbas difíciles de controlar, una de las alternativas para frenar este proceso es la explotación de la tierra a través de sistemas agroforestales o agroforestería (López, 2007). Las técnicas agroforestales son utilizadas en regiones de diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales, en regiones con suelos fértiles los sistemas agroforestales pueden ser muy productivos y sostenibles; igualmente, estas prácticas tienen un alto potencial para mantener y mejorar la productividad en áreas que presenten problemas de baja fertilidad y exceso o escasez de humedad de los suelos (Musálem, 2001).

Los sistemas agroforestales constituyen asociaciones diversas de árboles, arbustos, cultivos agrícolas, pastos y animales. Se fundamenta en principios y formas de cultivar la tierra basado en mecanismos variables y flexibles, en concordancia con objetivos y planificaciones propuestos, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos,

obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas.

Con estos antecedentes en la Estación Experimental el “Padmi”, se instaló el sistema de cultivo en callejones con *Gliricidia sepium*, y en su primera fase, se probó la rotación de maíz – caupi – maíz (Villamagua, 2006), y la segunda fase se probó con yuca como cultivo base (Robles 2008).

Este trabajo de investigación es la continuación de otra investigación que ya fué instalada y realizada en el período comprendido entre el 2003 y 2006 por Villamagua y Robles en el 2008. Consecuentemente, la presente investigación cubrió la cuarta fase del sistema agroforestal de cultivos en callejones, utilizando como especie leñosa *Gliricidia sepium* en asocio con yuca; la misma que fue realizada en el período comprendido entre junio del 2011 y abril del 2012, cuyos objetivos fueron los siguientes:

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al bienestar de la población asentada en el corredor de la red fluvial Zamora-Nangaritza y a la gestión sostenible de los recursos naturales renovables, mediante la generación de conocimientos, pautas y referentes, sobre sistemas agrosilvícolas en la estación El Padmi, como alternativa productiva social, económica y ambientalmente viable.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el comportamiento de la fertilidad del suelo, en respuesta a la aplicación de biomasa de *Gliricidia sepium* y al efecto residual de la cal y la roca fosfórica.
- Determinar el comportamiento y rendimiento de la yuca en el sistema de cultivo en callejones en la cuarta rotación.
- Determinar la producción de biomasa de la *Gliricidia sepium* en el sistema agroforestal de cultivos en callejones con podas a los dos y cuatro meses.
- Difundir los resultados y su metodología en la zona de influencia para su conocimiento y aplicación en la estación experimental “El Padmi”.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. SISTEMAS AGROFORESTALES

3.1.1. Concepto

Se entiende por sistemas agroforestales a la forma de integrar cultivos anuales con: arboles, pastos y animales, en sistemas de producción agropecuarios (Alegre et al 1999, Arcos 1994), de modo que la competencia por luz, agua, nutrientes y el daño físico sea mínimo, teniendo como resultado una producción sostenible sin degradar el medio ambiente (Alegre et al 1999).

Es el cultivo deliberado de árboles en la misma unidad de tierra que los cultivos agrícolas y/o la cría de animales, ya sea en forma de mezcla espacial o en secuencia temporal. Debe existir una interacción significativa entre los elementos arbóreos y no arbóreos del sistema, ya sea en términos ecológicos y/o económicos (Icraf, 1990 cit. por Gob. 2006). Además es una forma de uso de la tierra en donde leñosas perennes interactúan biológicamente en una área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en principio de la sostenibilidad (López, 2007).

3.1.2. Clasificación de los Sistemas Agroforestales

Algunos autores clasifican a los sistemas agroforestales de diversas maneras: según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas prevalentes (Arcos 1994). Las categorías más importantes de clasificación son dos: la primera, de acuerdo al tipo de componentes y la asociación (espacial, temporal), y la segunda de acuerdo a los objetivos de la producción (Arcos 1994, Ricse 2005).

La clasificación de acuerdo con el tipo de componentes y la asociación (espacial y temporal) se subdivide en tres categorías:

3.1.2.1. Sistemas agroforestales secuenciales

Son los que siguen una secuencia temporal, es decir que existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos que suceden en el tiempo. En esta categoría se

incluye las siguientes formas: la agricultura migratoria con la intervención o manejo de barbechos y los sistemas de *taungya*, métodos de establecimiento de plantaciones forestales en los cuales los cultivos anuales se llevan a cabo simultáneamente con plantaciones de árboles, pero solo temporalmente hasta que el follaje de los árboles se encuentre desarrollado (Arcos 1994, Villamagua 2006).

3.1.2.2. Sistemas agroforestales simultáneos

Consiste en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, arboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería; estos sistemas incluyen asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas agro-silvopastoriles (Arcos 1994).

3.1.2.3. Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos

Estos consisten en hileras de arboles que pueden delimitar a una propiedad o servir de protección para otros componentes u otros sistemas (Arcos 1994).

La clasificación de acuerdo a los objetivos de producción, se divide en dos categorías:

3.1.2.4. Sistemas agroforestales en multiestratos

Consiste en la combinación simultánea y continua de cultivos anuales o perennes (frutales) con especies forestales de diferentes tasas de crecimiento (hierbas, arbustos y arboles), para formar estratos múltiples semejantes a un bosque natural. En la práctica se denomina sistema de producción en multiestratos, principalmente para la formación de bosques con arboles de madera de importancia comercial (Riese 2005).

3.1.2.5. Sistemas agroforestales diversificados

Son sistemas de producción continua y diversificada de cultivos temporales, perennes, arboles y animales, de tal manera que entre los componentes haya armonía, mitigando la competencia por agua, nutrientes y luz. En esta clasificación se presenta las siguientes opciones: sistemas de producción continua y diversificada, sistemas agrosilvopastoriles y sistemas silvopastoriles (Riese 2005).

3.2. SISTEMAS DE CULTIVOS EN CALLEJONES

3.2.1. Concepto

El cultivo en callejones, es un sistema agroforestal binario que consiste en arreglos de arboles y/o arbustos forestales leguminosos, que son sembrados a distancias constantes formando hileras entre si; con cultivos de ciclo corto, que son sembrados entre las fajas o calles formados por líneas de arboles. Los arboles se podan frecuentemente y se distribuyen en los anchos de los callejones (mulch), para mantener la fertilidad natural del suelo mediante el reciclaje de nutrientes y controlar las malezas (Ruiz 1987, Villamagua 2006). Las especies mas conocidas con este fin son la *Gliricidia sepium*, *Calliandra calothyrsus*, *Leucaena leucocephala*, *Parkia oppositifolia* y *Erythrina spp.*, (Sánchez 2001, Ricse 2005) y entre los cultivos: el maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y caupí (*Vigna sinensis*) (Sánchez 2001).

3.2.2. Funciones del Sistema de Cultivos en Callejones

El sistema de cultivos en callejones tiene las siguientes funciones: (ECORAE, citado por Villamagua 2006):

- Mantener la productividad de los suelos.
- Lograr un mayor periodo de cultivo y un uso más intensivo de la tierra.
- Diversificar los cultivos agrícolas y especies forestales de uso múltiple.
- Aumentar la producción agrícola por unidad de superficie.
- Aumentar la diversidad biológica y la limitación de los ciclos minerales biogeoquímicos.

3.2.3. Ventajas y Desventajas del Sistema de Cultivo en Callejones

Ricse (2005), afirma que el cultivo en callejones tiene las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas

- Contribuye con la rehabilitación de los suelos degradados.
- Incorpora e incrementa el nitrógeno al suelo.

- Incrementa el rendimiento de los cultivos.
- Controla la erosión y escorrentía en suelos con pendientes.

Desventajas

- Reduce el área efectiva del cultivo.
- Mayor uso de herramientas (para podas).
- Se requiere incorporar fósforo para mejorar los cultivos.
- Produce sombra al cultivo.

3.2.4. Características de la Especie *Gliricidia sepium* (Jacq.)KunthexWalp

La especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp., pertenece a la familia Fabaceae, comúnmente conocida como “mata ratón” es arbusto caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 20 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) entre 25 y 60 cm, de copa irregular, amplia cobertura del follaje, hojas compuestas, alternas e imparipinadas. Las flores son blancas o rosadas y se agrupan en racimos densos de 10 a 20 cm de largo, situados en las axilas de las hojas caídas. Su fruto es una vaina lineal y dehiscente a lo largo de 2 suturas, aplanadas, de 10 a 20 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho, agudas, péndulas, con nervadura fina, verde limón o pardo claras cuando son jóvenes y oscuras al madurar. Presenta una particularidad a nivel de la raíz. En plantas provenientes de semillas el sistema radical es fuerte y profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal. En las plantas provenientes de estacas, las raíces son superficiales. Se extiende naturalmente desde el sur de México, por toda América Central hasta Colombia, Venezuela y las Guayanas. Se ha introducido y naturalizado con éxito en muchas zonas tropicales: en el norte de América del sur hasta Brasil, en el Caribe, oeste de África y sureste de Asia. (Repertorium Botanices Systematicae).

Es un árbol originario de Meso-América. Ha sido utilizado desde miles de años atrás como un árbol multipropósito por los Mayas. Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm. Crece igualmente en suelos derivados de material calcáreo, ígneo o volcánico. Tolera una gran variedad de suelos, menos aquellos que tengan deficiencias serias de drenaje interno; se adapta tanto a suelos húmedos como a suelos secos; ha sido cultivado en suelos desde arcillosos hasta franco-arenosos. Tolera un pH entre 5,5 y 7, también se ha reportado que soporta suelos ácidos de pH entre 4 y 5 (Villamagua 2006).

Fisiológicamente, presenta nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces. Simbionte: *Rhizobium* y/o *Bradyrhizobium*. El establecimiento y la formación de nódulos en estacas recién plantadas se inician entre el segundo y tercer año de plantadas. Especie de fácil adaptación. Las plántulas son muy sensibles a la competencia. Se debe practicar un control de malezas hasta que los individuos estén bien establecidos (Repertorium Botanices Systematicae). Es una especie de muy rápido crecimiento y desarrollo de la superficie foliar, alcanza la proyección de copa al año una superficie de 6 m². El crecimiento en altura muestra un incremento medio anual de 0,7 a 3,3 m. su hoja se descompone muy rápido en el suelo y no se ve una acumulación de hojarasca bajo el árbol, es buena productora de abono verde. Puede ser cosechada a intervalos de cuatro meses para maximizar su producción de follaje. Se reportan producciones de 10 400 kg/ha/año de follaje seco (Villamagua 2006).

3.2.5. Características de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz)

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), pertenece a la división Magnoliophyta, a la clase Magnoliopsida, a la subclase Rosidae; al orden Euphorbiales y la familia Euphorbiaceae (Merino y Aguirre 2000). Ha sido empleada en Sudamérica desde mucho antes de la colonia, como parte importante en la alimentación de las tribus, se cree que es originaria de Brasil. Es una raíz de forma elongada cubierta por una cascara áspera de color rosado café; su densa y fibrosa pulpa es de color blanco (PROEXANT 2006).

En relación al suelo, éstos deben ser sueltos, porosos y friables, con ciertas cantidades de MO, con un pH que oscila entre 6 y 7. Se adapta muy bien en suelos que corresponden a los órdenes Oxisoles, Ultisoles y Entisoles (Montaldo 1979a, 1996b). La yuca no debe ser cultivada en suelos con excesos de agua, por lo que deben ser bien drenados (Montaldo 1979). La yuca ha demostrado ser tolerante a la acidez en los suelos del trópico, soportan un pH de 4.3, puede resistir niveles muy altos de aluminio (Al) y manganeso (Mn), superiores al 80% sin disminuir su producción (Montaldo 1979, Domínguez 1971). La conservación del suelo en el cultivo de la yuca, va íntimamente ligada con la fertilidad natural del mismo. En todo su proceso vegetativo, la yuca puede extraer grandes cantidades de N (506 kg/ha en suelos aluvio-fluviales (SAFs), baja cantidad de fósforo (56 kg/ha SAFs) y una cantidad alta de potasio (500 kg/ha SAFs). Porque se hace necesario fertilizar para que no se produzca un descenso en la producción (Montaldo 1979).

La yuca necesita un fotoperiodo de 10 a 12 horas, una pluviosidad de 800 a 1 800 mm anuales, con una temperatura media anual de 30°C, pero no puede bajar menos de 16°C, estudios realizados en Venezuela, sobre la influencia en el rendimiento de la yuca, señala que se logran mayores rendimientos, cuando la temperatura se encuentra entre 25 y 27°C, siempre y cuando haya suficiente humedad. El viento es perjudicial cuando las plantas se encuentran desarrollándose (Montaldo 1979, PROEXANT 2006).

La propagación de la yuca es mediante estacas gruesas de tallos maduro y sano, existen tres tipos de esquejes para la propagación (básales, medios y apicales), con seis u ocho yemas, de las cuales cuatro se entierran, la estaca se siembra inclinada para facilitar su brotación. Normalmente la densidad de siembra es: 1 m entre hileras y 0,6 m entre plantas, la orientación de las estacas pueden ser: en forma horizontal, oblicua y vertical (Montaldo 1979, PROEXANT 2006). Fairlie: estudió en el Perú el efecto de la ubicación de la estaca en el tallo de la yuca en el porcentaje de brotación y en el rendimiento de las raíces. Encontró que las estacas básicas tienen una mejor brotación que las medias y apicales. Huerta: estudió en Filipinas, sobre el rendimiento y brotación en el cultivo de yuca, encontró altos rendimientos y mejor grado de brotación en esquejes básicos, comparados con medios y apicales (Montaldo 1979).

La yuca en Ecuador, es un cultivo tradicional que se cultiva en la costa, la amazonia, en los valles interandinos (Catamayo y El Chota) y en Manabí. El mayor porcentaje de los productores está constituido por pequeños agricultores de escasos recursos, que la siembran generalmente como cultivo de subsistencia en superficies de 0.25 a 5.0 hectáreas, sin utilizar tecnologías mejoradas y de preferencia intercalada con maíz; de tal suerte que, para optimizar los rendimientos, debe hacerse mediante técnicas sencillas, baratas y de fácil aplicación, considerando además que la siembra se la hace en áreas de baja fertilidad y poca precipitación. A nivel intensivo se siembran variedades desarrolladas o recomendadas por el INIAP (Portoviejo 650 y "tres meses" para el trópico, Escancela y Morada para el subtrópico), (PROEXANT 2006).

3.3. CARACTERISTICAS DEL SUELO EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DEL TRÓPICO HÚMEDO

El suelo es la parte más superficial de la corteza terrestre, donde se desarrollan las plantas (Fuentes 2002). Es el resultante de la interacción de las otras esferas como: biosfera, hidrosfera, litosfera, las cuales a través del tiempo son influenciados por los factores antrópicos (hombre); esta es la razón por la cual todo cambio ambiental que se haya asociado con la biosfera influirá sobre las propiedades del suelo (Goytendia 1994). Los suelos en el trópico húmedo se forman por la meteorización ferralítica, con una profunda alteración de los materiales primarios (Valarezo 2004).

Los factores edáficos limitantes en estos suelos son mas de orden químico, siendo ellos: la deficiencia de fòsforo, toxicidad de aluminio, bajos niveles de potasio, magnesio y otros nutrientes; a estas limitaciones le siguen otras de orden físico: el drenaje y peligro de inundación, alta erosión y topografía escarpada (Goytendia 1994).

La razón principal de que los sistemas agroforestales constituyen una de las opciones más recomendables para el manejo y conservación del suelo en el trópico húmedo, es que sirven para controlar los procesos erosivos y lograr el uso sostenible de la tierra y por ende elevar la productividad (Alegre 1992). Las prácticas más importantes para la conservación de los suelos son: la siembra de cultivos adaptados al medio, la siembra de cultivos de contorno en laderas, cultivos de coberturas, cultivos en callejones, barreras vivas, cortinas rompevientos, sistemas agrosilvoculturales, entre otras (Guerrero 2000, Eras et al 2004). Los cultivos en callejones son plantados con árboles leguminosos, este sistema es el más promisorio para rehabilitar los suelos en el trópico húmedo. Según investigaciones de Kass (1997), donde explica que para tener éxito en el sistema de cultivo en callejones, con fines de conservación del suelo en pendiente, hay que sembrar los arboles siguiendo las curvas de nivel a distancias determinadas, en vez de línea recta.

Alegre et al (1999), estudio el sistema de cultivo en callejones con fines de protección al suelo, después de cinco años de Investigación concluyó: que el sistema es muy importante, porque evita que se agoten las reservas de nutrimentos y la acidificación del suelo, además lo protege contra la esorrentía y la erosión eólica. A las mismas aseveraciones llego Ruiz

(1987) en Yurimaguas - Perú, al afirmar que el sistema de cultivo en callejones con la especie *Inga edulis* protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia y por ende mejora la densidad aparente mediante la producción de biomasa que es de lenta descomposición y no apta para este sistema. De todas las investigaciones realizadas en diversos lugares del mundo, se dice que el cultivo en callejones, cumple con las siguientes funciones: controla la pérdida de suelos a través del efecto de cobertura por las podas que se depositan sobre la superficie entre las hileras de los cultivos, reduce la escorrentía al aumentar la infiltración y la pérdida del suelo por las barreras de los arboles, mantiene y mejora la fertilidad del suelo a través de la descomposición de las podas y los residuos de las raíces. Permite el desarrollo progresivo de terrazas a través de la acumulación de suelo en la parte baja de las pendientes de los callejones y la estabilización de los bordes de las terrazas por medio de los tallos y raíces de las plantas Alegre (1991).

3.4. LA MATERIA ORGÁNICA EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DEL TRÓPICO HÚMEDO

El origen de la materia orgánica en el suelo (MOS), se deriva de los residuos vegetales, también forma parte de ella los restos de la macro y micro fauna del suelo (Iñiguez 1999). La materia orgánica ejerce una acción favorable en el suelo, mejora las propiedades físicas, lo cual permite la circulación del agua, del aire y de las raíces, aumenta la capacidad de retención del agua, incrementa la permeabilidad, estimula y regula la nutrición vegetal. En los suelos del trópico húmedo la materia orgánica es la fuente principal de nitrógeno (N) para un buen desarrollo de las plantas, debido a que forma parte de las proteínas (Iñiguez 1999, Valarezo 2004).

Valarezo (2004), indica que la materia orgánica (MO) en el trópico húmedo se divide en dos grupos: sustancias orgánicas muertas y sustancias orgánicas vivientes. Las primeras comprenden todos los restos de los vegetales, que después del término de su ciclo vital se descomponen y se depositan en el suelo. En cambio las sustancias orgánicas vivientes son la micro flora y la micro fauna del suelo; además, afirma que en el suelo del trópico húmedo, la cantidad de MO inmovilizada por los vegetales es aproximadamente de 15 a 30 t/ha de materia seca.

Uno de los principios fundamentales de la sostenibilidad de los sistemas agroforestales, es el devolver al suelo los nutrientes que se han extraído de él con las cosechas, la escorrentía, la erosión, la lixiviación, la desnitrificación y otros medios. Se considera que la agrosilvicultura, es decir el cultivo de árboles junto a cosechas y ganado en el mismo terreno, permite mantener un reciclaje de nutrientes mas eficaz que en la agricultura normal (Sánchez y Palm 1994).

3.5. ENMIENDAS AL SUELO

3.5.1. El Mulch o Abono Verde

Los abonos verdes pueden ayudar a mantener la fertilidad del suelo y ser un factor importante para reducir costos en control de malezas, especialmente cuando son usados como mulch o mantillo (Bunch 1994). El proceso mulching, consiste en cubrir la capa arable con materiales tales como: hojas, residuos de los cultivos, paja y el material procedente de las podas de los arboles, los que se depositan en el suelo, el cual se pudre y por ende aumenta el contenido de la materia orgánica en el suelo (INFOAM 2004).

INFOAM (2004), manifiesta que las principales utilidades del mulch en el trópico son las siguientes:

- Protege al suelo de la erosión por viento y agua, pues, las partículas del suelo no pueden estar expuestas a los efectos de la erosión hídrica o eólica.
- Mejora la infiltración de agua pluvial y de riego manteniendo una buena estructura del suelo, los poros se mantienen abiertos.
- Mantiene el suelo húmedo reduciendo la evaporación, las plantas necesitan menos irrigación o usan la lluvia disponible mas eficazmente en las estaciones o áreas secas.
- Alimenta y protege a los organismos del suelo. El material orgánico del mulch es un excelente nutrimento para los organismos del suelo y provee condiciones adecuadas para su crecimiento.

- Suprime el crecimiento de las malezas. Con una suficiente capa de mulch, las malas hierbas encuentran dificultades para crecer a través del mulch.
- Impide que el terreno se caliente en exceso. El mulch provee sombra para el suelo y retiene la humedad manteniéndolo frío.
- Provee de nutrientes para los cultivos. Al descomponerse, el material orgánico del mulch continuamente libera nutrientes, así fertiliza el suelo.
- Aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo.

Cuando el material orgánico es aplicado al suelo, los microorganismos lo descomponen y se multiplican rápidamente; para su crecimiento, necesitan nutrientes especialmente nitrógeno, igual que las plantas; si el material no contiene suficiente nitrógeno (es decir tiene una relación C/N,) alta; entonces los microorganismos lo toman del suelo. Este proceso es llamado inmovilización de nitrógeno (INFOAM 2004).

3.5.2. La fertilización Fosfatada

La disminución del fósforo en la primera y segunda fase del experimento es causada por la fijación o absorción de compuestos amorfos de óxidos de hierro y aluminio provenientes de los procesos ferralitización del suelo, los cuales son muy inestables y reaccionan con la presencia de fertilizantes fosfatados se vuelven insolubles y no sean aprovechados por las plantas (Robles, 2008). El contenido de fósforo total en los suelos del trópico húmedo indica el grado de meteorización. Cuando aumenta la meteorización, el contenido de fósforo total disminuye, lo que indica que el P no es insoluble en esta clase de suelos (Valarezo, 2004). La fertilización fosfatada tiene un doble objetivo: Elevar el grado de fertilidad de los suelos deficientes y pobres en fósforo asimilable, y, mantener el grado de fertilidad deseado (Villamagua, 2006).

En los sistemas agroforestales el P tiene una importancia singular en el reciclaje de nutrientes, sin embargo este no puede proporcionar la cantidad suficiente a los cultivos. Sánchez y Palm (1994), manifiestan que el reciclaje de nutrientes en los trópicos utilizando el cultivo de yuca como indicador, determinó las entradas y salidas de P en los sistemas agroforestales. Las

entradas al sistema se debe a las cubiertas de leguminosas y los abonos verdes aplicados en una proporción de 4 t/ha, lo cual proporciona al cultivo una cantidad aproximada de 7 a 11 kg de P/ha, es decir, la mitad de las necesidades normales del P requerido por la yuca. Además, afirma que es necesario introducir P de fuentes inorgánicas en los sistemas agroforestales en suelos que carecen de este elemento, la estrategia que se debe adoptar es adicionar primero P de fuentes orgánicas disponibles, incluyendo los abonos orgánicos y después completar con el uso de fertilizantes fosfatados. En muchos sistemas agroforestales el fósforo se acumula en la biomasa y luego regresa al suelo a través de la descomposición de la hojarasca, esto es parte del ciclo y no de una aportación que viene de fuera del sistema.

Las principales salidas del P en los sistemas agroforestales se deben a las cosechas y a la erosión del suelo, la primera es un fin difícil de controlar y la segunda es más perjudicial para el medio ambiente, porque cuando la cubierta vegetal enriquecida con fósforo se erosiona puede causar eutrofización de las aguas superficiales. En estos suelos se debe aplicar los sistemas agroforestales, es decir el sistema de cultivo en callejones para que el suelo este cubierto de especies vegetales y así evitar la erosión del suelo.

3.6. FIJACIÓN DEL NITRÓGENO AL SUELO

La fijación del N en el suelo en los sistemas agroforestales, lo realizan arboles y arbustos leguminosos, mediante la simbiosis con microorganismos de vida libre y por medio de aportes de biomasa de los mismos (Valarezo, 2004).

El sistema radicular de las plantas provenientes de semillas es profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal, mientras que en plantas provenientes de estacas las raíces son superficiales (CATIE, 1986). En las raíces secundarias superficiales vive en simbiosis la bacteria *Rhizobium*, que fija el nitrógeno (N) del aire y aumenta el crecimiento y valor de la *Gliricidia sepium* (Glover, 1989).

Las poblaciones microbianas, como las bacterias fijadoras de N y los hongos que forman micorrizas, han sido estudiados en forma esporádica, no se ha dado la debida importancia en el papel crucial que cumplen en el abastecimiento de nitrógeno y fósforo para las especies componentes de los sistemas agroforestales. Además las poblaciones microbianas que existen

en el suelo, son microorganismos microscópicos cuya influencia podría ser también importante para el crecimiento de las plantas (Ruiz, 1992).

Ruiz en (1992), manifiesta que los principales géneros de bacterias fijadoras de nitrógeno en forma simbiótica en los sistemas agroforestales son: *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* y *Azorhizobium*, y la cantidad de N que estos microorganismos pueden fijar en forma simbiótica es aproximadamente de 300 kg/ha; dependiendo de la planta hospedera. Igualmente el autor afirma que los microorganismos que fijan el N en forma no simbiótica corresponden a los géneros *Azospirillum lipoferum*, *Azospirillum brasillense*, *Azospirillum amazonense*, *Azotobacter paspali*, *Herbaspirillum seropedicae* y *Saccharobacter nitrocaptans*. Además de estas bacterias que fijan el N, ya sea en forma simbiótica o no simbiótica, existen hongos micorrizicos y actinomicetos del genero *Frankia*, fijadores de N.

Para restablecer el N en un sistema agroforestal, se recupera del N foliar de las leguminosas incorporadas al suelo en el orden del 10 al 30 por ciento, cantidad que es menor comparada con los fertilizantes nitrogenados (20 al 50 por ciento). Sin embargo las aportaciones orgánicas tienen una ventaja importante respecto a las inorgánicas, debido a que gran parte, del 70 al 90 por ciento del N orgánico que no utiliza los cultivos, se incorpora a las reservas de la materia orgánica del suelo.

Los cultivos en callejones tienen el potencial para sostener la producción de cultivos en los trópicos, debido a que se abastecen de N por las podas de las leguminosas fijadoras del mismo. La eficiencia podría ser mejorada si la liberación de N estuviera sincronizada con la demanda del cultivo, ya sea por el tiempo de aplicación o por el uso de mulches con diferentes tasas de descomposición (Palm, 1988).

3.7. PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

La poda, consiste en cortar las ramas y hojas con el propósito de producir biomasa (mulch) para recuperar la fertilidad del suelo (Angulo, 2004). La poda en los sistemas agroforestales es importante porque permite la incorporación del nitrógeno al suelo ya que a través de las podas se deposita al mismo. Además evitan que emerjan las malezas y mantienen la humedad

del suelo (Villamagua, 2006). La altura mas favorable para realizar las podas a los árboles y arbustos leguminosos es a partir de un metro de altura (Eras et al 2004).

Barón (1986), realizó estudios sobre *Gliricidia sepium* en asocio con maíz (*Zea mays*) y fréjol (*Phaseolus vulgaris*). Y determinó que, la *Gliricidia* con una densidad de 6 666 arboles/ha, con dos podas anuales, aportó al suelo 8 851 kg/ha MS.

Ruiz (1987), estudió en Yurimaguas - Perú, la utilización de tres leguminosas arbóreas mediante el sistema de cultivos en callejones, y determinó que la especie de *Inga edulises* la mayor productora de biomasa registra un valor aproximado de 18 994 kg MS/ha/año. Villamagua (2006), Indica que la *Gliricidia sepium* con tres podas al año en cultivos de callejones, produce una cantidad promedio aproximadamente de biomasa (material vegetativo), de 4 263 y 5 612 kg/ha.

Robles (2008), reporta valores de rendimiento de biomasa de *Gliricidia sepium* en cultivos de callejones con podas (dos y cuatro meses), valores entre 22 932 y 28 917 kg/ha/año.

3.8. CONTROL DE MALEZAS EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

El control de malezas, es el conjunto de operaciones que tienen por objeto frenar el desarrollo de plantas herbáceas o leñosas no deseadas en tierras agrícolas o en bosques, las mismas que compiten con el cultivo por luz, agua y nutrimentos (Villamagua, 2006). El control químico tiene un efecto mayor al control por otros métodos (manuales, mecánicos, etc.), debido a que reduce la mano de obra y recursos económicos. En las últimas décadas se ha venido promoviendo el control manual o mecánico, debido a que se han presentado diversas afecciones a la salud de los consumidores por la utilización de diversos productos químicos para el control de las malezas.

Una técnica prometedora para controlar las malezas dentro de los sistemas de producción agroforestal, es el sistema de cultivos en callejones, debido a que los árboles son podados frecuentemente y la biomasa es depositada en el área de los cultivos con la finalidad de adicionar nutrimentos al suelo y como controladores de malezas (Arévalo, L 1993). En Yurimaguas - Perú; realizó una investigación mediante el sistema de cultivos en callejones

con seis leguminosas (*Cajanus cajan*, *Leucaena leucolcephala*, *L. diversifolia*, *Desmodium giriodes*, *Inga edulis* y *Gliricidia sepium*). Lo más relevante de este estudio fue la efectividad del mulch de la biomasa de la *Inga edulis* en el control de malezas, debido a su lenta descomposición, lo que impide que emerjan las malezas (Salazar 1990, Ruiz 1987).

El árbol de *Gliricidia sepium* suprime el crecimiento de las malezas bajo su sombra, esto se debe a la sombra moderadamente densa y también posiblemente a algún efecto tóxico de las hojarasca (ECORAE 2001).

De todos estos estudios realizados, se afirma que el sistema de cultivos en callejones es positivo en el control de malezas por medio de las podas, es decir, esta directamente relacionada con la calidad del mulch y la baja descomposición del mismo (Arévalo, L. 1993).

3.9. PLAGAS Y ENFERMEDADES EN SISTEMAS AGROFORESTALES

En las regiones del trópico seco y húmedo, los cultivos en gran escala son limitados a determinadas áreas y están distribuidos en forma relativamente igual. Por esta razón el monocultivo en estas regiones contribuye al aumento de plagas y enfermedades; estas condiciones hacen más factible una mayor diversidad de especies en diferentes estratos arbóreos, para que las plagas y enfermedades bajen notablemente su incidencia (Frohlich y Rodewald 1970, Villamagua, 2006).

Las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo de la yuca son: mancha foliar de la hoja (*Cercospora sp*), esta enfermedad es frecuente en zonas húmedas y frescas, las pudriciones radiculares causadas por *Fusarium sp* y *Rosellinia bunodes* y la cenicilla causada por *Oidium sp* (Montaldo, 1979).

Montaldo (1979), reporta la presencia de pudriciones de color negro en yuca en Venezuela, Brasil, Puerto Rico y Colombia, causada por *Rosellinia bunodes*, esta enfermedad todavía no ha sido identificada en el Ecuador (PROEXANT 2006). En el Ecuador hay reportes de pudriciones en yuca, cuya incidencia es baja, y es causada por *Fusarium sp*, (SESA, 1986).

Villamagua (2006), en el cultivo en callejones instalado en la Estación Experimental "El Padmi", identificó las siguientes plagas y enfermedades: para el maíz, gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. Smith), gusano del choclo (*Heliothis zea* Boddie), hormiga arriera (*Atta sp.*) y pudrición del grano (*Diplodia maydis* Berk B. Sutton; para caupi, grillotopo (*Grillotalpa hexadactyla* Perty), langosta (*Schistocerca cancellata* Serville) y hormiga arriera (*Atta sp.*).

Robles (2008), en el cultivo en callejones instalado en la Estación Experimental "El Padmi" para yuca, reporta las siguientes plagas y enfermedades: *Fusarium spp*, responsable de la pudrición de la raíz y *Cercospora sp* causante de la mancha de la hoja. La enfermedad causa la defoliación total de la planta.

3.10. PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD

3.10.1. Rendimiento de la yuca en el trópico

Se entiende por rendimiento a la relación de un cultivo y los factores utilizados para la consecución del mismo, por esta razón se lo utiliza como sinónimo de productividad. Los rendimientos son muy diversos y dependen de la naturaleza de las variedades, la duración del periodo vegetativo, las condiciones del medio ambiente y la forma del cultivo (Montaldo, 1979).

Diversos estudios realizados en el mundo sobre rendimientos de la yuca, bajo condiciones experimentales registran un máximo de 55 a 62 t/ha, utilizando híbridos de 11 meses. Igualmente hay rendimientos de 21 a 31 t/ha; utilizando la variedad UCV a los 10 meses. En la Argentina en el sector de Corrientes, bajo experimentación obtuvieron rendimientos de 21.6 t/ha con la variedad Blanca. En el Ecuador según CONCOPE (2004), un rendimiento promedio de 9 t/ha con la variedad *Manihot esculenta* Crantz.

Existe una buena posibilidad de exportación de yuca congelada para los mercados étnicos en Norteamérica; además, han desarrollado industrias de harina precocida para la fabricación de panes (PROEXANT, 2006).

3.10.2. Rendimiento de Cultivos en Callejones

Villamagua (2006), en un estudio realizado en la Estación Experimental "El Padmi" mediante el sistema de cultivos en callejones, obtuvo rendimientos de maíz en la primera cosecha entre 285 y 701 kg/ha, y los de caupí entre 228 y 507 kg/ha. En la segunda cosecha de maíz se obtuvieron rendimientos entre 868 y 1 405 kg/ha.

Robles (2008), realizó un estudio en la Estación Experimental "El Padmi" sobre cultivos en callejones con *Manihot esculenta*, en los que obtuvo rendimientos de 33,6 y 47,5 t/ha/año.

3.10.3. Rentabilidad financiera de cultivos en callejones

Se entiende como rentabilidad a la capacidad que tiene una inversión agrícola para generar o no un beneficio para el productor, generalmente es expresado en términos porcentuales, entre el capital invertido para producir un cultivo cualesquiera y los rendimientos que de él se obtiene.

Según ECORAE, citado por Villamagua (2006), los costos totales de establecimiento de un sistema de cultivos en callejones en la Estación Napo - Payamino son de 564,50 USD/ha, mientras los costos de producción bajo este sistema en la Estación Experimental "El Padmi" son de 283,43 USD/ha para el maíz y de 149,20 USD/ha para el caupí. Su relación beneficio/costo para la producción de maíz y caupí, bajo un sistema de cultivos en callejones de *Gliricidia sepium* son de 1,3 y 1,2 respectivamente; considerándose financieramente rentable.

Robles (2008), realizó un estudio sobre el sistema de cultivos en callejones utilizando *Gliricidia sepium* en asociación con: Yuca (*Manihot esculenta* Crantz), en la estación experimental "El Padmi", Zamora Chinchipe Ecuador y obtuvo los siguientes resultados.

- Los valores correspondientes a costos que varían, oscilan para los seis tratamientos entre 914,60 y 1500 USD/ha.
- Los beneficios brutos de campo están comprendidos entre 2 812,90 y 3 975,78 USD.

- Los ingresos netos por la venta de la cosecha para la segunda rotación de los seis tratamientos van desde los 695,04 USD/ha/año, correspondiente al T1 (Sin cal ni fòsforo mas poda cada dos meses) y 1636,63 USD/ha/año para el T4 (con cal mas poda cada cuatro meses); considerados altos debido a la buena producción de yuca; y a los costos de instalación que se los supero en el primer año.
- La relación beneficio/costo para todos los tratamientos supero la unidad, por lo tanto, todos los tratamientos fueron económicamente rentables, el tratamiento mas rentable fue con cal más poda a los cuatro meses, que muestra un valor de 1,57; lo que significa que por cada dólar invertido el campesino recupera el mismo y obtiene una ganancia de 57 centavos.

3.11. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico implica el análisis marginal y el cálculo de los parámetros económicos.

Para realizar el análisis marginal, se prepara primero un presupuesto parcial, el mismo que se lo calcula con base en los costos que varían, beneficios brutos en el campo, beneficios netos y la tasa de retorno marginal.

El presupuesto parcial, son los costos que varían de un tratamiento a otro en el ensayo como: costo de maquinaria y equipos, costos de insumos y costos de mano de obra.

El precio de campo o de producción, es el valor que se sacrifica para usar una unidad adicional del insumo en la parcela. El precio de campo se lo expresa en términos de unidades físicas de venta (Por ejemplo 40 qq/20 USD, 20 litros de herbicida/día, etc.)

El costo de campo, es el precio de campo multiplicado por la cantidad de unidades físicas de un insumo que se necesita en un tratamiento o en un área determinada.

Los costos totales que varían, es la suma de todos los costos que varían para un determinado tratamiento.

Los rendimientos ajustados de cada tratamiento, es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y lo que podría lograr el agricultor con ese tratamiento.

Los precios de campo del producto, definen el valor que tiene para el agricultor una unidad adicional de la producción en el campo antes de la cosecha. Para el cálculo se toma el precio que el agricultor recibe o podría recibir por el producto cuando lo vende y se le resta todos los costos relacionados con la cosecha y venta que son proporcionales al rendimiento, es decir, son los costos que se puede expresar por kg de producto.

El beneficio bruto de campo de cada tratamiento, se calcula multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado. Los beneficios netos se calculan restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo para cada tratamiento.

El análisis marginal consta del análisis de dominancia, la tasa de retomo marginal, y los beneficios netos marginales.

El análisis de dominancia, se realiza ordenando los costos totales de los tratamientos que varían desde el menor hasta el mayor. Se comprobaba que un tratamiento fué dominado (D) cuando obtiene beneficios netos menores o iguales al siguiente tratamiento en orden descendente.

La tasa de retorno marginal, es el beneficio marginal, es decir, el aumento en beneficios netos dividido por el costo marginal; o sea, el aumento de los costos que varían, expresado en porcentaje.

La Relación (B/C), se la obtiene relacionando el ingreso bruto (VBP) con las inversiones de capital o costos totales (CTP), cuya expresión matemática es la siguiente:

$$B/C = \frac{VBP}{CTP}$$

Donde:

B/C = Relación Beneficio / Costo

VBP= Valor Bruto de la Producción

CTP= Costo Total de Producción

Índice de Rentabilidad (IR), este indicador se lo obtiene al dividir el ingreso neto (IN) para los Costos Totales de Producción (CTP) y multiplicado por 100. Su expresión matemática es la siguiente:

$$IR = \frac{IN}{CTP} * 100$$

Ingreso Neto (IN), es el que mide el incremento de la riqueza del interesado en invertir en ese proyecto en lugar de hacerlo en otra alternativa de uso que rinde la tasa de descuento aplicada (Guerrero 1989).

Donde:

IR = Índice de Rentabilidad

IN = Ingreso Neto

CTP = costo total de producción

3.12. COMPORTAMIENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y DEL SISTEMA DE CULTIVOS EN CALLEJONES DE LA ESTACIÓN EL PADMI EN LA PRIMERA Y SEGUNDA ROTACIÓN.

3.12.1. Primera y Segunda Rotación de Cultivos

Villamagua (2006) y Robles, (2008), reportan los siguientes resultados del comportamiento de la fertilidad del suelo y del sistema de cultivos en callejones con *Gliricidia sepium* en la Estación el “Padmi”.

3.12.2. Reacción del suelo

Al inicio del proyecto todos los tratamientos tenían pH_{H_2O} ácidos (Ac) que oscilaban entre 5,02 y 5,36 con carga negativa neta ($pH_{H_2O} > pH_{ClK}$); un año más tarde estos resultados se han modificado fluctuando los pH entre 5,50 y 7,05 con carga negativa neta ($pH_{H_2O} > pH_{ClK}$), en menor medida para T1 y T2 ya que tienen pH_{H_2O} medianamente ácidos (Me. Ac), y en mayor proporción los tratamientos fertilizados, así se tiene que T4 y T5 alcanzan pH_{H_2O} prácticamente neutros (PN) y T6 un pH_{H_2O} neutro (N). Únicamente, T3 registra un pH_{H_2O} ligeramente ácido (L.Ac) (Villamagua, 2006).

Dos años más tarde el horizonte orgánico muestra pH en agua en los tratamientos T1 y T2 valores de pH 5,77 y 5,62 los cuales se ubican en la categoría de medianamente ácidos, en cambio los tratamientos T3 y T6 presentaron valores de 6,69 y 6,83 situándose en la categoría de ligeramente ácidos, de igual forma los tratamientos T4 y T5 obtuvieron valores de 6,34 y 6,47 correspondiendo a la categoría de ligeramente ácidos. En el horizonte mineral el tratamiento T1, mostró el menor valor de pH (5.42), situándose en la categoría de medianamente ácido así mismo los tratamientos (T2, T3, T4, T5 y T6) mostraron valores del pH de 5.43 a 6.04, ubicándose en las categorías de medianamente ácido a ligeramente ácido respectivamente (Robles, 2008).

El pH en cloruro de potasio (KCl) en el horizonte orgánico, y los tratamientos T1 y T2 mostró valores de pH 4,85 y 4,73; en cambio, los tratamientos T3, T4 y T5 presentaron valores de pH 5,93; 5,53 y 5,69. De igual forma el tratamiento T6 obtuvo el valor de 6,15, la tendencia es

que con la incorporación de cal y más fósforo aumenta el valor de pH_{KCl} , pero que en todo caso es menor al pH en agua. En el horizonte mineral los valores de pH_{KCl} en la primera y segunda fase del experimento son menores en aproximadamente en una unidad a los valores del $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$; lo que indica que en el suelo predomina la carga eléctrica negativa (Robles, 2008).

3.12.3. Materia orgánica

Al inicio del experimento se registraron contenidos altos de materia orgánica que oscilaban entre 6,08 y 7,63%. Un año más tarde, los contenidos de materia orgánica registrados, no solo se mantienen altos sino que también presentan un ligero aumento, fluctuando los porcentajes entre 6,25 y 8,02% (Villamagua, 2006).

Dos años más tarde la materia orgánica en el horizonte orgánico: tratamientos T3 y T4 mostraron valores de 9,84 y 9,28 los cuales se interpretan como altos, en cambio, los tratamientos T1, T2, T5 y T6, con valores de 10.65, 10.49, 11.99 y 11.08, respectivamente, se interpretan como muy altos. En el horizonte mineral los 6 tratamientos en las dos fases del experimento presentan valores entre 6.59 y 8.85, los mismos que se los interpreta como altos (Robles, 2008).

3.12.4. Nitrógeno y fósforo aprovechable

Previo a la instalación del proyecto se registraron contenidos medios de nitrógeno y fósforo aprovechable, que variaron entre 41.33 y 59.33 ppm* para el nitrógeno y 10.00 y 14.67 para el fósforo; mientras que, al año de implementado del ensayo, la mayoría de tratamientos registraron igualmente contenidos medios de nitrógeno; y, fósforo, a excepción de los tratamientos T3 y T6 que registraron valores bajos de nitrógeno; y, el tratamiento T3 valores bajos de fósforo (Villamagua, 2006). A los dos años en el horizonte orgánico los contenidos de fósforo aprovechable se ubicaron en categorías de muy bajos, con un rango de 3.23 a 5.76 ppm, mientras en el horizonte mineral los 6 tratamientos mostraron valores sumamente bajos de 0.93 y 2.69 ppm respectivamente (Robles, 2008).

*ppm.- es la unidad de medida con la que se evalúa la concentración. En el caso de disoluciones acuosas, una parte por millón (1 ppm) equivale a un miligramo de soluto por litro de disolución. O lo que es lo mismo, un microgramo de soluto por mililitro:

3.12.5. Potasio aprovechable

Al inicio del ensayo los contenidos de potasio aprovechable presentaron valores altos para todos los tratamientos, oscilando entre 0,40 y 0,60 meq/100ml; en cambio, para el año 1 únicamente los tratamientos T2, T5 y T6 mantienen valores altos; mientras que los tratamientos T1, T3 y T4 presentaron valores medios entre 0,29 y 0,37 meq/100ml (Villamagua, 2006).

3.12.6. Calcio aprovechable

Previo a la implementación del ensayo, se registraron contenidos de calcio aprovechable altos para todos los tratamientos que oscilaban entre 10,33 y 11,67 meq/100ml. Un año después de iniciado el experimento las concentraciones de calcio aprovechable se mantienen altas, registrando un ligero incremento en la mayoría de los tratamientos con fluctuaciones entre 10,33 y 14,33 meq/100ml (Villamagua, 2006).

3.12.7. Magnesio y Zinc aprovechable

En el inicio se registran valores altos de magnesio aprovechable entre 2,30 y 2,73 meq/100ml para todos los tratamientos; un año más tarde los contenidos de magnesio aprovechable, aunque se mantienen altos, han experimentado una ligera baja en todos los tratamientos a excepción de T6 con valores entre 1,83 y 3,67 meq/100ml. En cuanto al zinc, al inicio muestra valores bajos entre 2,77 y 2,97 ppm para los tratamientos T1, T3 y T5 y contenidos medios entre 3,13 y 3,73 ppm para T2, T4 y T6; en tanto que para el año 1, el zinc aprovechable presenta valores bajos entre 2,27 y 2,80 ppm para los tratamientos T1, T3, T5 y T6 y contenidos medios para T2 y T4 entre 3,63 y 5,20 ppm (Villamagua, 2006).

3.12.8. Cobre aprovechable

Previo a la instalación del experimento los contenidos de cobre aprovechable presentaron valores altos entre 5,47 y 7,50 ppm; un año después los contenidos de cobre se mantienen altos con valores entre 4,90 y 6,97 ppm (Villamagua, 2006).

3.12.9. Hierro aprovechable

Al inicio del experimento los contenidos de hierro aprovechable presentan valores altos entre 426,33 y 549,00 ppm para todos los tratamientos; al año de instalado el ensayo los contenidos de hierro se mantienen altos con fluctuaciones entre 251,67 y 502,67 ppm (Villamagua 2006).

3.12.10. Manganeso aprovechable

Previo al establecimiento del ensayo los contenidos de manganeso registrados presentaron valores altos para todos los tratamientos con valores entre 71,07 y 87,33 ppm. Al año de instalado el experimento los contenidos de manganeso se mantienen altos únicamente para los tratamientos T1, T2 y T5 con valores entre 17,23 y 28,93 ppm, mientras que los tratamientos T3, T4 y T6 han pasado a un nivel medio con valores entre 10,20 y 13,23 ppm (Villamagua, 2006).

3.12.11. Rendimiento de los cultivos

Los rendimientos del caupí en kg/ha oscilan entre: 228,57 el más bajo correspondiente al tratamiento T3 con encalado mas poda cada dos meses y el rendimiento mas alto corresponde al tratamiento T6 con encalado y roca fosfórica más poda cada cuatro meses con 507,43. El rendimiento del maíz ha aumentado considerablemente en la segunda cosecha en relación con la primera. Tal es el caso de los tratamientos: T1 de 614,86 a 1404,76; T2 de 284,76 a 1241,71; T5 de 536,76 a 1296,57 y T6 de 701,33 a 1069,71 (Villamagua, 2006).

Los valores promedios de los rendimientos de la yuca en kg/ha mostraron valores entre 33 630 el más bajo correspondiente al tratamiento T2, sin encalado ni fòsforo mas poda cada cuatro meses y el mayor rendimiento se presento en el T5 con encalado y roca fosfórica más poda cada dos meses con 47 544, (Robles, 2008).

3.12.12. Rendimiento de la biomasa forrajera

Los rendimientos de biomasa en la primera fase del experimento oscilan entre 4 263 kg/ha de materia verde perteneciente al T5 (sin encalado ni fòsforo más poda cada cuatro meses) y el

de mayor rendimiento al T6 (con encalado y roca fosfórica más poda cada cuatro meses) con 5613 kg/ha de materia verde (Villamagua, 2006).

El mayor rendimiento de biomasa de *Gliricidia sepium* en la segunda fase del experimento se obtuvo con el tratamiento T5 (con cal y fòsforo mas poda a los dos meses) con 28 917 kg/ha de materia verde; frente al T4 (con cal más poda a los cuatro meses) con 22 932 kg/ha de materia verde (Robles, 2008).

HIPOTESIS DE ESTUDIO

Las hipótesis planteadas para la evaluación de la cuarta fase del sistema agroforestal de cultivos en callejones con *Gliricidia sepium*, en asocio con *Manihot esculenta* son las siguientes:

- ✓ La aplicación de biomasa de la *Gliricidia sepium* y la acción residual de la cal y la roca fosfórica mejoran las características físicas, químicas y de fertilidad del suelo.
- ✓ Los rendimientos de yuca son significativamente superiores por efecto de la aplicación de biomasa de la *Gliricidia sepium* y la acción residual de la cal y la roca fosfórica.
- ✓ La producción de la biomasa de la *Gliricidia sepium* con podas de dos a cuatro meses, aportan con las cantidades de nitrógeno y nutrientes asimilados por las planta.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN

4.1.1. Ubicación Política

La Estación Experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja, se encuentra ubicada a 5 km al norte de la población Los Encuentros, cantón Yanzatza, provincia de Zamora Chinchipe.

4.1.2. Ubicación Geográfica

Geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM:

- **Latitud:** 9 585 400 y 9588 100 N
- **Longitud:** 764 140 y 765 600 E
- **Altitud:** 775 msnm en el margen izquierdo del río Zamora y 1 150 en la cima Norte.

4.1.3. Características Ecológicas

4.1.3.1. Clima y zona de vida

La temperatura media anual es de 23 °C, la temperatura media mensual en agosto es de 21.6 °C; en tanto que, en noviembre y diciembre la temperatura media es de 24 °C.

Según la clasificación de Cañadas, el clima corresponde a la transición entre trópico sub-húmedo y tropical húmedo. La zona de vida según la clasificación de Holdridge (1982), es de bosque húmedo trópico (bh-T). De acuerdo, al diagrama ombrotérmico de Gaussen, se deduce que a lo largo del año todos los meses son húmedos. La precipitación media anual es de 1978 mm, la estación lluviosa empieza en febrero y termina en agosto, el mes más lluvioso es marzo con 226 mm, mientras que el mes de menor precipitación es octubre con 132 mm, sin la ocurrencia de meses ecológicamente secos.

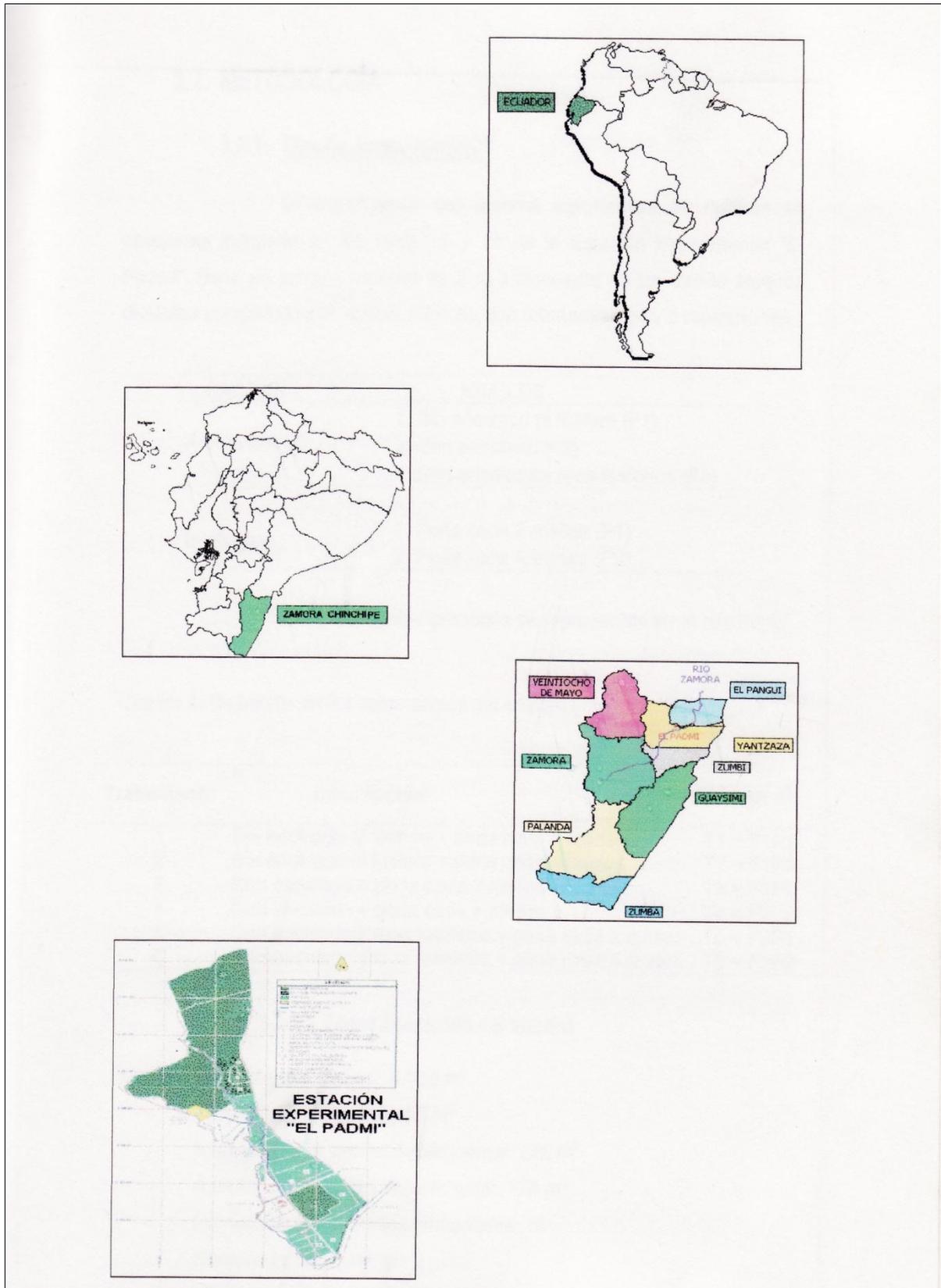


Figura 1. Ubicación espacial del área de estudio

4.2. ÁREA DE ESTUDIO

4.2.1. Localización

La presente investigación, corresponde al sistema agroforestal de cultivos en callejones con *Gliricidia sepium*, instalado en el año 2003, en los lotes 18 y 19, entre las cotas 780 y 785 msnm, de la Estación Experimental El Padmi de la Universidad Nacional de Loja.

4.2.2. Geología

En la parte baja de la Estación El Padmi, donde se encuentra el proyecto de cultivo en callejones, se encuentran materiales aluviales del cuaternario.

4.2.3. Fisiografía y Forma del Terreno

La fisiografía del sector es un valle estrecho. La forma del terreno corresponde a la parte plana aluvial reciente, de pendiente entre 0 y 5%.

4.2.4. Suelo

La unidad de suelo del área asignada para los sistemas de cultivos en callejones son las terrazas recientes, con drenaje superficial imperfecto, perteneciente al orden de los Entisoles (Aquic Tropofluvents) cuyo drenaje es superficialmente imperfecto, afectado por los aportes de los canales que se desvían de la quebrada el Padmi. La capa superior del suelo alcanza 24 cm de espesor, de textura franco, con un pH_{H_2O} de 5.8 (medianamente ácido), con carga negativa neta ($pH_{H_2O} > pH_{ClK}$) y un contenido alto de materia orgánica de 8,2%. En cuanto a la disponibilidad de los elementos para las plantas, se registran contenidos bajos de nitrógeno, fósforo, potasio y zinc; el calcio, magnesio y manganeso presentan valores medios; en tanto que el hierro y cobre muestran valores altos. La acidez cambiante oscila entre 0,6 a 2,0 cmol (+) kg suelo y el contenido de Al^{3+} intercambiable se encuentra entre 0,2 y 1,2. Agronómicamente, por el estado de meteorización reciente, estos suelos son los mejores de la Estación El Padmi. Sus limitaciones principales se relacionan con la acidez en la capa superior y los bajos niveles de fosforo y potasio en el interior, así con un mayor contenido de arcilla en los horizontes interiores, lo que determina una menor permeabilidad interna. Las

condiciones de drenaje imperfecto pueden ser superadas controlando los desbordamientos de los canales que se derivan de las quebradas (Valarezo 2004).

4.3. METODOLOGÍA

4.3.1. Diseño Experimental para evaluar los objetivos de la presente investigación.

El experimento del sistema agroforestal de cultivos en callejones instalado en los lotes 18 y 19 de la Estación Experimental “El Padmi”, tiene un arreglo factorial de 2 x 3 dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar (DBCA), con 6 tratamientos y 3 repeticiones (ver cuadro adjunto).

FACTOR	NIVELES
A. Fertilización	1. Sin encalado ni fósforo (F1)
	2. Con encalado (F2)
	3. Con encalado y roca fosfórica (F3)
B. Podas	1. 3 Poda cada 2 meses (P1)
	2. 1 Poda cada 4 meses (P2)

Los tratamientos se presentan en el cuadro 1:

Cuadro 1. Definición de los tratamientos del ensayo.

Tratamiento	Descripción	Código
1	Sin encalado ni fósforo + poda cada 2 meses	T1 = F1P1
2	Sin encalado ni fósforo + poda cada 4 meses	T2 = F1P2
3	Con encalado + poda cada 2 meses	T3 = F2P1
4	Con encalado + podad cada 4 meses	T4 = F2P2
5	Con encalado y roca fosfórica + poda cada 2 meses	T5 = F3P1
6	Con encalado y roca fosfórica + poda cada 4 meses	T6 = F3P2

4.3.2. Especificaciones del ensayo

- Área total del ensayo: 4 050 m²
- Área útil del ensayo: 3 150 m²
- Área total de la unidad experimental: 225 m²
- Área útil de la unidad experimental: 175 m²
- Número de unidades experimentales: 18
- Número de tratamientos: 6
- Número de repeticiones: 3

4.3.3. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \delta_{ij} + \beta_k + \eta_{jk} + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

i = Bloques

j = Niveles del factor A

k = Niveles del factor B

μ = Media general

ρ_i = Efecto debido a réplicas o bloques

$\alpha_j = \mu_j - \mu$, efecto debido a j-esimo nivel de A

δ_{ij} = Efecto de error experimental para parcela grande, factor A

$\beta_k = \mu_k - \mu$, efecto debido a k-esimo nivel de B

η_{jk} = Efecto del error experimental para franja grande, factor B

$(\alpha\beta)_{jk} = \mu_{jk} - \mu_j - \mu_k + \mu$, efecto de la interacción que resulta de la combinación del j-esimo nivel de B

ε_{ijk} = Efecto de error experimental para el componente de interacción AB

4.3.4. Análisis de datos para los objetivos de investigación.

El análisis de los datos se realizó bajo el esquema de análisis de varianza que se detalla en el cuadro 2. El procesamiento, análisis estadístico y las pruebas de Tukey, se realizó aplicando el programa estadístico R versión 2.3.1 y los gráficos se elaboraron con la ayuda del programa Microsoft Excel versión 2007.

Cuadro 2. Esquema del análisis de varianza para el Diseño Bloque Dividido con dos factores.

Fuentes de variación		GL
Replicas	$r-1$	2
Factor A (fertilización)	$a-1$	2
Error experimental 1	$(r-1)(a-1)$	4
Factor B (podas)	$b-1$	1
Error experimental 2	$(r-1)(b-1)$	2
Interacción AB (Fertilización x Podas)	$(a-1)(b-1)$	2
Error experimental 3	$(r-1)(a-1)(b-1)$	4
Total	$rad - 1$	17

Donde:

r = Numero de replicas

a = Niveles del factor A

b = niveles del factor B

4.3.5. Variables de análisis e indicadores para los objetivos uno, dos y tres de la presente investigación.

Las variables y los indicadores de la presente investigación constan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Variables e indicadores en la presente investigación.

Tema	Variable de análisis	Indicadores
Potencial productivo del Sistema Agroforestal de Cultivos en Callejones	Rendimiento del cultivo de yuca	Rendimiento de la parte aprovechable del cultivo en kg /ha.
	Rendimiento forestal del séptimo año	Rendimiento de biomasa forrajera resultado de las podas en kg/ha/año.
Crecimiento y agronomía del cultivo	Pestes en cultivos	Presencia de plagas y enfermedades: determinando el patógeno, % de incidencia, la época de ataque y la parte afectada de la planta.
Efectos e impactos ecológicos	Fertilidad del suelo	Contenido de materia orgánica en el suelo, se realizarán dos muestreos.
		pH _{H₂O} , N, P, K, Mg, Ca, MO, CO, Al y Acidez en el suelo, anualmente, dentro de las unidades experimentales netas.
Análisis económico	Costos de instalación	Costos directos e indirectos, separados por tratamiento y expresados en USD/ha.
	Costo de mantenimiento	Costos directos e indirectos separados por tratamiento y expresados en USD/ha.
	Ingresos del séptimo año	Tomar la cantidad producida y el precio de venta a nivel de finca. Expresarlos en USD/ha.

4.3.6. Metodología para evaluar el comportamiento de la fertilidad del suelo, en respuesta a la aplicación de biomasa de *Gliricidia sepium* y al efecto residual de la cal y la roca fosfórica.

(Villamagua, 2003). Aplicò el equivalente a 3711 kg/ha de carbonato de calcio (CaCO_3), al 95% de pureza para cada una de las parcelas con la corrección de cal, además, aplicò el equivalente a 266 kg/ha de roca fosfórica al 30% de P_2O_5 , en bandas laterales de 5cm de profundidad. (Soto, 2010). Aplicò biomasa al suelo en base a las podas realizadas a los dos y cuatro meses. Con estos antecedentes se evaluò el comportamiento de la fertilidad del suelo en la cuarta fase del experimento.

4.3.6.1. Muestreo de suelos e interpretación de datos

Para evaluar la fertilidad del suelo, se procedió a realizar el muestreo un día antes de la siembra de la yuca (15 de junio del 2011). Se hicieron cinco barrenaciones en zig-zag por cada parcela experimental, hasta una profundidad de 00-24 cm; después se homogenizó las barrenaciones para hacer una sola muestra por tratamiento.

Además, se recogió muestras del horizonte orgánico por cada tratamiento. En total se extrajeron 36 muestras (18 del horizonte mineral y 18 del horizonte orgánico), posteriormente fueron evaluadas en el Laboratorio de Suelos del Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, para el análisis de: pH en agua ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$), materia orgánica (MO%), fòsforo, nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, carbon, aluminio y acidez. Para la interpretación de resultados del análisis, se tomó como referencia la tabla usada por el Laboratorio, además, se tomó la escala de interpretación usada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

4.3.7. Metodología para determinar el comportamiento y rendimiento de la yuca en el sistema de cultivo en callejones en la cuarta rotación.

4.3.7.1. Siembra del cultivo de yuca

La yuca se la sembró el (16 de junio del 2011) dentro de los callejones de *Gliricidia sepium*, establecido en el 2003 (Villamagua, 2006), a una distancia de 2 m entre plantas y 2 m entre

hileras, una estaca de 20 cm por sitio; dando una densidad de 44 plantas por parcela, equivalente a 2500 plantas/ha.

Para la siembra de la yuca, se recolectó estacas básales de plantas completamente sanas del mismo lugar, de 20 cm de largo, totalmente maduras con ocho yemas. Antes de la siembra se la desinfectó con Vitavax (4g/kg), el día 15 de junio del 2011 y la siembra se la realizó el siguiente día, teniendo en cuenta de introducir en el suelo aproximadamente 6 yemas de la estaca en posición oblicua.

4.3.7.2. Prendimiento de la yuca

Para determinar el porcentaje de prendimiento de las estacas de yuca, se realizó un muestreo al azar del 40% del total de las estacas sembradas para cada uno de los tratamientos, el 16 de julio del 2011.

4.3.7.3. Manejo del cultivo

El primer control de las malezas se lo realizó con una aplicación de herbicida Killer, para ello se utilizò dos días, de igual manera para el segundo y tercer control se utilizò el mismo número de días y finalmente el último deshierbe se lo realizó en un día.

4.3.7.4. Registro de plagas y enfermedades

Se registró la incidencia de plagas y enfermedades tanto de la mancha foliar de la hoja causada por *Cercospora sp*, como de la pudrición de la yuca causada por *Fusarium sp*. Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$I = \frac{\text{Número de plantas infestadas}}{\text{Número total de plantas de la muestra}} * 100$$

4.3.7.5. Rendimiento del cultivo

A los diez meses de sembrada la yuca se realizó la evaluación del rendimiento del cultivo, para lo cual se tomó una muestra de ocho plantas al azar por unidad experimental, se procedió a cosechar y a pesar para obtener en rendimiento de la muestra, y multiplicar por las 44

plantas de cada uno de los tratamientos, para luego transformar a kg/parcela y después a kg/ha.

4.3.7.6. Análisis económico

El análisis económico se lo realizó siguiendo la metodología propuesta por el Programa de Economía del CIMMYT (Perrín. et. al., 1976), para formular recomendaciones a partir de datos agronómicos. El análisis económico implica el análisis marginal y el cálculo de los parámetros económicos, con estos parámetros se realizó la evaluación el presupuesto parcial, análisis marginal, Beneficio /costo e índice de rentabilidad del cultivo

4.3.8. Metodología para determinar la producción de biomasa de la *Gliricidia sepium* en el sistema agroforestal de cultivo en callejones con podas a los dos y cuatro meses.

4.3.8.1. Poda de *Gliricidia sepium*

A los dos meses de la siembra de la yuca se realizó la primera poda de *Gliricidia sepium*, cuyos arboles tienen una edad de nueve años (los días 25 y 26 de agosto del 2011) después de la siembra de la yuca. Se podó el 100% de la copa de los arbustos con su respectivo registro de producción de biomasa de acuerdo con el diseño bloques completamente al azar (DBCA) y las especificaciones de los tratamientos.

La segunda poda a los seis meses (los días 24 y 25 de febrero del 2012). Se podó el 100% de la copa de la planta. En los dos casos al material podado se lo cortó en pedazos y se los distribuyó uniformemente por todas las 18 parcelas según cada uno de los tratamientos.

4.3.8.2. Rendimiento de biomasa

Se tomó una muestra de la biomasa podada al azar de ocho árboles por cada unidad experimental, se procedió a pesar para obtener el rendimiento de la muestra en estado fresco y multiplicar por las 75 plantas de cada uno de los tratamientos, para luego transformar a kg/parcela de 225 m² y después a kg/ha. Todo el material podado se distribuyó por todo el ancho del callejón de cada uno de los tratamientos.

4.3.9. Metodología para difundir los resultados en la zona de influencia.

4.3.9.1. Difusión de resultados en la zona de influencia.

Para la difusión de resultados, se realizó un día de campo (el día 30 de marzo del 2012), en el cual participaron personas aledañas a la Estación Experimental “El Padmi” y estudiantes, en el cual se les explicó las experiencias encontradas en el sistema agroforestal de cultivos en callejones. Para la realización de este evento se elaboró un tríptico con una impresión de 55 ejemplares, el cual se distribuyó a todos los asistentes al mismo, y que se adjunta en el apéndice número 38.

5. RESULTADOS

5.1. COMPORTAMIENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL HORIZONTE ORGÁNICO EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE BIOMASA, CAL Y ROCA FOSFORICA.

Se realizó el análisis del comportamiento de la fertilidad del suelo en el horizonte orgánico en respuesta a la aplicación de la biomasa y al efecto residual de cal y la roca fosfórica. Además, se comparó resultados con la segunda fase del experimento.

5.1.1. pH en agua (H₂O) del horizonte orgánico

En el cuadro 4, se presentan los valores promedios del pH_{H₂O} de los seis tratamientos del horizonte orgánico. Los tratamientos T1 y T2 mostraron valores de pH 4.8 y 4.9, los cuales se ubican en la categoría de muy fuertemente ácido; en cambio, los tratamientos T3, T4, T5 y T6 presentan valores de 5.3, 5.5, 5.2 y 5.1 situándose en la categoría de fuertemente ácido. Además, se puede observar que el pH, en la cuarta fase disminuyó, entre 1 y 2 unidades de pH. Sin embargo el T3 y T4, fué donde se situó el pH más elevado entre 5.3 y 5.5, respectivamente, en comparación a 6.7 y 6.3 de la segunda fase.

Cuadro 4. pH (H₂O) del horizonte orgánico en la segunda y cuarta fase del experimento

Tratamientos	Segunda fase pH _{H₂O} *	Cuarta fase pH _{H₂O} **
T1 = F1P1	5,8 Me.Ac	4,8 M. F.AC
T2 = F1P2	5,6 Me.Ac	4,9 M. F.AC
T3 = F2P1	6,7 L.Ac	5,3 F. Ac.
T4 = F2P2	6,3 L.Ac	5,5 F.Ac.
T5 = F3P1	6,5 L.Ac	5,2 F.Ac.
T6 = F3P2	6,8 L.Ac	5,1 F.Ac.

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 24 de junio de 2006 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Loja)

**Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

Me.Ac= Medianamente acido

M.F.Ac= Muy fuertemente acido

L.Ac= Ligeramente acido

F.Ac= Fuertemente acido

5.1.2. Materia orgánica del horizonte orgánico

En el cuadro 5, se presentan los valores promedio del contenido de materia orgánica del horizonte orgánico, de los seis tratamientos en la segunda y cuarta fase del experimento, mismos que se los interpretan como altos. En la cuarta fase los contenidos de materia orgánica decrecieron en el orden de 2 a 4 %. Sin embargo, los mejores tratamientos se sitúan en el T2 (sin cal ni fósforo más poda cada cuatro meses), y el T5 (con cal y fósforo más poda cada dos meses), logrando valores de materia orgánica de 9.5 y 10.0 % respectivamente; en comparación, 10.5 y 12.0 de la segunda fase.

Cuadro 5. Contenido de materia orgánica (%) del horizonte orgánico en la segunda y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Segunda fase (%)*	Cuarta fase (%)**
T1 = F1P1	10,7 M.A	7,3 M.A
T2 = F1P2	10,5 M.A	9,5 M.A
T3 = F2P1	9,8 M.A	7,4 M.A
T4 = F2P2	9,3 M.A	8,6 M.A
T5 = F3P1	12,0 M.A	10,0 M.A
T6 = F3P2	11,1 M.A	7,3 M.A

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 24 de junio de 2006 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Loja)

**Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

M.A= Muy alto

5.1.3. Fósforo aprovechable del horizonte orgánico

En el cuadro 6, se presentan los valores promedio del contenido de fósforo aprovechable. Los seis tratamientos mostraron valores muy bajos entre 4.5 y 7.4 ppm respectivamente. Además, se puede observar que el fósforo aprovechable en la cuarta fase aumentó en 1 y 2 unidades en comparación con los de la segunda fase. Sin embargo, el tratamiento T3 y T6, fue donde se situó el fósforo más elevado, en el orden de 7.4 y 6.6 ppm respectivamente.

Cuadro 6. Contenido de fósforo aprovechable del horizonte orgánico en la segunda y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Segunda fase ppm*	Cuarta fase ppml**
T1 = F1P1	3,2 M.B.	6,5 M.B.
T2 = F1P2	4,2 M.B.	6,2 M.B.
T3 = F2P1	6,2 M.B.	7,4 M.B.
T4 = F2P2	5,8 M.B.	4,5 M.B.
T5 = F3P1	5,6 M.B.	5,0 M.B.
T6 = F3P2	5,7 M.B.	6,6 M.B.

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 24 de junio de 2006 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Loja)

**Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

M.B= Muy bajo

5.1.4. Potasio aprovechable del horizonte orgánico

En el cuadro 7, se presentan los valores promedio del contenido de potasio aprovechable de los seis tratamientos, mismos que se ubican en la categoría de muy bajo a bajos, con un rango de 0,1 a 0,2 meq/100g. Sin embargo todos los tratamiento a excepción del T4, fue donde se registró el potasio más elevado en el orden de 2 meq/100g.

Cuadro 7. Contenido de potasio aprovechable del horizonte orgánico.

Tratamientos	Cuarta fase meq/100g*
T1 = F1P1	0,2 B.
T2 = F1P2	0,2 B.
T3 = F2P1	0,2 B.
T4 = F2P2	0,1 M.B.
T5 = F3P1	0,1 B.
T6 = F3P2	0,2 B.

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

B= Bajo M.B= Muy bajo

5.1.5. Calcio aprovechable del horizonte orgánico

En el cuadro 8, se presentan los valores promedio del contenido de calcio aprovechable de los seis tratamientos, los mismos que se ubican en la categoría de muy altos, alcanzando valores de 40.2 a 80.9 meq/100g. Sin embargo el tratamiento T6 y T4, fue donde se situó el calcio más elevado en el orden de 79.1 y 80.9 meq/100g.

Cuadro 8. Contenido de Calcio aprovechable del horizonte orgánico.

Tratamientos	Cuarta fase meq/100g*
T1 = F1P1	40,2 M.A
T2 = F1P2	52,1 M.A
T3 = F2P1	76,2 M.A
T4 = F2P2	80,9 M.A
T5 = F3P1	76,4 M.A
T6 = F3P2	79,1 M.A

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

M.A= Muy alto

5.1.6. Magnesio aprovechable del horizonte orgánico

En el cuadro 9, se presentan los valores promedio del contenido de magnesio aprovechable de los seis tratamientos, los mismos que se ubican en la categoría de bajo a medio, alcanzando valores de 0.6 a 1.1 meq/100g. Sin embargo el tratamiento T2, T6 y T3, fue donde se situó el magnesio aprovechable más elevado en el orden de 0.9 y 1.1 meq/100g.

Cuadro 9. Contenido de magnesio aprovechable del horizonte orgánico.

Tratamientos	Cuarta fase meq/100g*
T1 = F1P1	0,6 B.
T2 = F1P2	0,9 B.
T3 = F2P1	1,1 M.
T4 = F2P2	0,8 B.
T5 = F3P1	0,7 B.
T6 = F3P2	0,9 B.

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

B= Bajo M= Medio

5.1.7. Acidez cambiabile (Al + H) del horizonte orgánico

En el cuadro 10, se presenta los valores promedio del contenido de acidez cambiabile de los seis tratamientos, los mismos que se ubican en la categoría de medio, alcanzando valores de 0.6 a 1.3 meq/100g. Además, se observa que, los valores bajos corresponden a: el T4 (con cal más poda a los cuatro meses), y el T5 (con cal y fósforo más poda a los dos meses), alcanzando valores de 0.6 meq/100g respectivamente.

Cuadro 10. Contenido de acidez cambiabile del horizonte orgánico.

Tratamientos	Cuarta fase meq/100g*
T1 = F1P1	1,3 M
T2 = F1P2	1,2 M
T3 = F2P1	0,7 M
T4 = F2P2	0,6 M
T5 = F3P1	0,6 M
T6 = F3P2	0,9 M

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

M= Medio

5.1.8. Aluminio intercambiabile

En el cuadro 11, se presentan los valores promedio del contenido de aluminio intercambiabile de los seis tratamientos, los mismos que se ubican en la categoría medio, alcanzando valores de 0.5 a 0,7 meq/100g. Además, se observa que, los valores menores corresponden a los tratamientos: T4 (con cal más poda a los cuatro meses), y el T5 (con cal y fósforo más poda a los dos meses), alcanzando valores de 0.5 respectivamente.

Cuadro 11. Contenido de aluminio intercambiable del horizonte orgánico.

Tratamientos	Cuarta fase meq/100g*
T1 = F1P1	0,7 M.
T2 = F1P2	0,6 M.
T3 = F2P1	0,5 M.
T4 = F2P2	0,5 M.
T5 = F3P1	0,5 M.
T6 = F3P2	0,6 M.

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

M= Medio

5.1.9. Nitrógeno aprovechable

En el cuadro 12, se presentan los valores promedio del contenido de nitrógeno aprovechable de los seis tratamientos, los mismos que se ubican en la categoría de medio, alcanzando valores de 40.7 a 51.7 ppm. Además, se observa que, el nitrógeno más elevados se encuentran en los tratamientos T1 (sin cal ni fósforo más poda a los dos meses), y el T2 (sin cal ni fósforo más poda a los cuatro meses), alcanzando valores de 51.7 y 51.1 ppm respectivamente.

Cuadro 12. Contenido de nitrógeno aprovechable del horizonte orgánico.

Tratamientos	Cuarta fase ppm*
T1 = F1P1	51,7 M.
T2 = F1P2	51,1 M.
T3 = F2P1	40,7 M.
T4 = F2P2	41,0 M.
T5 = F3P1	43,9 M.
T6 = F3P2	43,5 M.

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

M= Medio

5.2. COMPORTAMIENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL HORIZONTE MINERAL EN RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE BIOMASA, CAL Y ROCA FOSFORICA (00 a 24 cm).

Se realizó el análisis del comportamiento de la fertilidad del suelo en el horizonte mineral en respuesta a la aplicación de la biomasa y al efecto residual de cal y la roca fosfórica. Además, se comparò resultados con la primera y segunda fase del experimento.

5.2.1. pH en agua (H₂O) del horizonte mineral

En el cuadro 13, se presentan los valores promedios de pH_{H₂O} de los seis tratamientos en la primera, segunda y cuarta fase en esta última los valores oscilan entre 5,1 a 5,5, ubicándose en la categoría de fuertemente ácido (F.Ac) respectivamente. Además, se observa que en la cuarta fase del experimento los tratamientos T3 (con cal más poda cada dos meses), y T4 (con cal más poda cada cuatro meses); fue donde se registro el pH_{H₂O} más elevado, en el orden de 5.5 respectivamente; en comparación con la segunda fase estos contenidos son estables, mientras tanto con la primera fase estos han disminuido en 1 y 2 unidades aproximadamente (6,4 y 7,1).

Cuadro 13. pH en (H₂O) del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Primera fase pH _{H₂O} *	Segunda fase pH _{H₂O} **	Cuarta fase pH _{H₂O} ***
T1 = F1P1	5,6 Me. Ac.	5,4 Me.Ac.	5,1 F. Ac.
T2 = F1P2	5,5 Me. Ac.	5,4 Me.Ac.	5,1 F. Ac.
T3 = F2P1	6,4 L. Ac.	5,8 Me.Ac.	5,5 F. Ac.
T4 = F2P2	7,1 N	5,9 Me.Ac.	5,5 F. Ac.
T5 = F3P1	6,5 L. Ac.	6,0 L. Ac.	5,1 F. Ac.
T6 = F3P2	7,0 N	6,0 L.Ac	5,2 F. Ac.

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Resultados obtenidos por Villamagua 2006 (Fuente: laboratorio de suelos de la EET Pichilingue del INIAP)

**Fecha de muestreo: 24 de junio del 2008 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

***Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

Me.Ac= medianamente acido
N= Neutro

L.Ac= Ligeramente acido
F.Ac= fuertemente acido

5.2.2. Materia orgánica del horizonte mineral

En el cuadro 14, se presentan los valores promedio del contenido de materia orgánica (MO %), de los seis tratamientos en la primera, segunda y cuarta fase del experimento; los mismos que se los interpreta como altos y medios. Además, se observa que, en la cuarta fase del experimento los tratamientos T1 (sin cal ni fósforo más poda a los dos meses), y T5 (con cal y fósforo más poda a los dos meses); fué donde se registró la materia orgánica más elevada, en el orden de 4.9 y 5,6 % respectivamente. En la cuarta fase la materia orgánica disminuyó, en un rango entre 2 y 3 unidades frente a los de la primera y segunda fase.

Cuadro 14. Contenido de materia orgánica (%) del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	primera fase %*	Segunda fase % **	Cuarta fase % ***
T1 = F1P1	6,6 A	7,6 A	4,9 A
T2 = F1P2	8,0 A	6,8 A	3,6 M
T3 = F2P1	6,3 A	5,4 A	4,2 M
T4 = F2P2	7,5 A	6,6 A	3,7 M
T5 = F3P1	7,4 A	6,8 A	5,6 A
T6 = F3P2	7,4 A	8,9 A	4,8 A

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Resultados obtenidos por Villamagua 2006 (Fuente: laboratorio de suelos de la EET Pichilingue del INIAP)

**Fecha de muestreo: 24 de junio del 2008 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

***Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

M=medio A= Alto

5.2.3. Fósforo aprovechable del horizonte mineral

En el cuadro 15, se presentan los valores promedios del contenido de fósforo aprovechable para la primera, segunda y cuarta fase. En esta última fase los seis tratamientos mostrarán valores muy bajos entre 0.1 y 4.3 ppm respectivamente. Se puede observar que los tratamientos T1 (sin cal ni fósforo más poda a los dos meses), y el tratamiento T2 (sin cal ni fósforo más poda a los cuatro meses); alcanzaron valores más elevados de fósforo aprovechable de 2.1 y 4.3 ppm respectivamente. Además, la tendencia con la segunda fase se mantiene estable, mientras tanto con la primera fase disminuyó en el orden de 12 y 14 unidades.

Cuadro 15. Contenido de fósforo del horizonte mineral en la primera, segunda y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	primera Fase ppm *	Segunda fase ppm **	Cuarta fase ppm***
T1 = F1P1	13,00 M B	0,93 M B	4,30 M B
T2 = F1P2	16,00 B	1,16 M B	2,10 M B
T3 = F2P1	11,33 M B	1,03 M B	0,10 M B
T4 = F2P2	14,67 M B	1,49 M B	1,73 M B
T5 = F3P1	13,00 M B	2,69 M B	1,90 M B
T6 = F3P2	16,00 B	2,43 M B	1,13 M B

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Resultados obtenidos por Villamagua 2006 (Fuente: laboratorio de suelos de la EET Pichilingue del INIAP)

**Fecha de muestreo: 24 de junio del 2008 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

***Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

B= Bajo M.B= Muy bajo

5.2.4. Potasio aprovechable del horizonte mineral

En el cuadro 16, se presentan los valores promedios del contenido de potasio aprovechable para la primera y cuarta fase. En esta última fase los seis tratamientos mostrarón valores bajos de 0.1 a 0.2 meq/100g respectivamente. Además, se observa que, los tratamientos T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses) y T4 (con cal más poda a los cuatro meses); alcanzaron valores más elevados de 0.2 meq/100g respectivamente; disminuyendo en 0,2 y 0,3 unidades en comparación, 0.4 y 0.5 de la primera fase.

Cuadro 16. Contenido de potasio aprovechable del horizonte mineral en la primera y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Primera fase meq/100g *	Cuarta fase meq/100g**
T1 = F1P1	0,4 M	0,1 B
T2 = F1P2	0,5 M	0,1 B
T3 = F2P1	0,3 B	0,1 B
T4 = F2P2	0,4 M	0,2 B
T5 = F3P1	0,5 M	0,1 B
T6 = F3P2	0,5 M	0,2 B

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 13 de Diciembre del 2004 (fuente: Laboratorio de suelos Estación Experimental Pichilingue- INIAP).

**Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja.
B= Bajos M= Medios= M.B= muy bajos

5.2.5. Calcio aprovechable del horizonte mineral

En el cuadro 17, se presentan los valores promedios del contenido de calcio aprovechable para la primera y cuarta fase. En esta última fase los seis tratamientos mostraron valores muy altos de 48,6 a 74,6 meq/100g respectivamente. Además, se observa que, los tratamientos T4 (con cal más poda cada cuatro meses) y T1 (sin cal ni fósforo más poda cada dos meses); alcanzaron valores más elevados de 74.6 y 86.8 meq/100g respectivamente; aumentando en 6 y 7 veces más en comparación, 13.7 y 12.0 de la primera fase.

Cuadro 17. Contenido de calcio aprovechable del horizonte mineral en la primera y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Primera fase del meq/100g *	Cuarta fase del meq/100g**
T1 = F1P1	12,0 M	86,8 M.A
T2 = F1P2	10,3 M	48,6 M.A
T3 = F2P1	14,3 A	72,9 M.A
T4 = F2P2	13,7 A	74,6 M.A
T5 = F3P1	12,0 M	50,3 M.A
T6 = F3P2	14,7 A	50,3 M.A

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 13 de Diciembre del 2004 (fuente: Laboratorio de suelos Estación Experimental Pichilingue- INIAP.

**Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

M= medio A= Alto M.A= Muy alto

5.2.6. Magnesio aprovechable del horizonte mineral

En el cuadro 18, se presentan los valores promedios del contenido de magnesio aprovechable para la primera y cuarta fase. En esta última fase los seis tratamientos mostraron valores sumamente bajos de 0,5 a 0,7 meq/100g respectivamente. Además, se observa que, los tratamientos T1, T2 (sin cal ni fósforo más poda a los dos y cuatro meses), T3 y T4 (con cal más poda a los dos y cuatro meses); alcanzaron valores más elevados de magnesio aprovechables de 0,7 meq/100g respectivamente; disminuyó en 1 y 3 unidades en comparación, 1.8 y 3.6 de la primera fase.

Cuadro 18. Contenido de magnesio aprovechable del horizonte mineral en la primera y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Primera fase meq/100g*	Cuarta fase meq/100g**
T1 = F1P1	2,0 M	0,7 B
T2 = F1P2	2,2 M	0,7 B
T3 = F2P1	1,8 M	0,7 B
T4 = F2P2	2,0 M	0,7 B
T5 = F3P1	2,1 M	0,5 B
T6 = F3P2	3,6 A	0,6 B

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 13 de Diciembre del 2004 (fuente: Laboratorio de suelos Estación Experimental Pichilingue- INIAP.

**Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

B= Bajo M=Medio A=Alto

5.2.7. Acidez cambiabile (Al + H) del horizonte mineral

En el cuadro 19, se presentan los valores promedios de acidez cambiabile para la primera y cuarta fase. En esta última fase los seis tratamientos mostraron valores entre 0.6 y 0.9 meq/100g respectivamente. Además, se observa que, los tratamientos T1 (sin cal ni fósforo más poda cada dos meses), T3, T4 (con cal más poda a los dos y cuatro meses), y el tratamiento T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses); alcanzaron los valores más bajos de acidez aprovechable de 0.6 meq/100g respectivamente; aumentando en 0.2 unidades en comparacion, 0.4 de la primera fase.

Cuadro 19. Contenido de acidez cambiabile del horizonte mineral en la primera y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Primera fase meq/100g*	Cuarta fase meq/100g**
T1 = F1P1	0,4 B	0,6 M
T2 = F1P2	0,6 M	0,9 M
T3 = F2P1	0,4 B	0,6 M
T4 = F2P2	0,4 B	0,6 M
T5 = F3P1	0,4 B	0,7 M
T6 = F3P2	0,4 B	0,6 M

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 13 de Diciembre del 2004 (fuente: Laboratorio de suelos Estación Experimental Pichilingue- INIAP.

**Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)
B= Bajo M= Medio

5.2.8. Aluminio intercambiable del horizonte mineral

En el cuadro 20, se presentan los valores promedios del contenido de aluminio intercambiable para la primera y cuarta fase. En esta última fase los seis tratamientos mostraron valores medios entre 0.4 y 0,5 meq/100g respectivamente. Además, se observa que, los tratamiento T1 (sin cal ni fósforo más poda a los dos meses); fué donde se situó el aluminio intercambiable más bajo, en el orden de 0.4 meq/100g respectivamente; aumentando en 0.4 unidades en comparacion con la primera fase 0.0.

Cuadro 20. Contenido de aluminio intercambiable del horizonte mineral en la primera y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Primera fase meq/100g *	Cuarta fase meq/100g**
T1 = F1P1	0,0 B	0,4 M
T2 = F1P2	0,2 B	0,5 M
T3 = F2P1	0,0 B	0,5 M
T4 = F2P2	0,0 B	0,5 M
T5 = F3P1	0,0 B	0,5 M
T6 = F3P2	0,0 B	0,5 M

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 13 de Diciembre del 2004 (fuente: Laboratorio de suelos Estación Experimental Pichilingue- INIAP.

**Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

B= Bajo M= Medio

5.2.9. Nitrógeno aprovechable del horizonte mineral

En el cuadro 21, se presentan los valores promedios del contenido de nitrógeno aprovechable para la primera y cuarta fase. En esta última fase los seis tratamientos mostraron valores bajos a medios entre 25.6 y 42,9 ppm respectivamente. Además, se observa que, en la cuarta fase del experimento los tratamientos T5 (con cal y fósforo más poda cada dos meses), y el tratamiento T1 (sin cal ni fósforo más poda cada dos meses); alcanzaron los valores más elevados de nitrógeno aprovechable, 37.0 y 42.9 ppm respectivamente; en comparacion con la primera fase estos valores se mantienen estables.

Cuadro 21. Contenido de nitrógeno aprovechable del horizonte mineral en la primera y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Primera fase ppm *	Cuarta fase ppm**
T1 = F1P1	37,3 M	42,9 M
T2 = F1P2	39,3 M	29,8 B
T3 = F2P1	29,0 B	25,6 B
T4 = F2P2	31,3 M	31,2 M
T5 = F3P1	31,3 M	37,0 M
T6 = F3P2	28,0 B	28,4 B

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 13 de Diciembre del 2004 (fuente: Laboratorio de suelos Estación Experimental Pichilingue- INIAP.

**Fecha de muestreo: 15 de junio del 2011 (Fuente: Laboratorio de suelos de la Universidad nacional de Loja)

B=Bajo M=Medio

5.3. COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA YUCA EN SISTEMA DE CULTIVOS EN CALLEJONES

Se analizó el comportamiento y rendimiento del cultivo de yuca en la cuarta fase del experimento, haciendo una comparación con los datos de la segunda fase.

5.3.1. Prendimiento de las estacas de yuca

En el cuadro 22, se presentan los valores promedios del prendimiento de las estacas de yuca para la segunda y cuarta fase. En esta última fase los tratamientos T1, T2 y T4 mostraron valores de 80 a 85% respectivamente; mientras que los tratamientos T3, T5 y T6 presentaron valores del 90%.

Cuadro 22. Porcentaje de prendimiento de las estacas de yuca en los diferentes tratamientos a los 28 y 30 días de la segunda y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Segunda Fase. (%)*	Cuarta Fase (%) **
T1 = F1P1	96,0	80,0
T2 = F1P2	96,0	80,0
T3 = F2P1	100,0	90,0
T4 = F2P2	100,0	85,0
T5 = F3P1	99,0	90,0
T6 = F3P2	100,0	90,0

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 22 de Abril del 2008

**Fecha de muestreo: 16 de Julio del 2011

En el cuadro 22, se observa que, en la cuarta fase del experimento los mejores tratamientos fueron el T3 (con cal más poda cada dos meses), y los Tratamientos T5 y T6 (con cal y fósforo más poda a los dos y cuatro meses) alcanzando porcentajes de 90% respectivamente frente a los demás tratamientos. Comparando con los obtenidos en la segunda fase los porcentajes son moderadamente menores fluctuándose estos del 96 a 100%.

5.3.2. Producción de yuca

En el cuadro 23, se da a conocer los valores promedios del rendimiento de la yuca en kg/ha para la segunda y cuarta fase. En esta última fase los tratamientos mostraron valores sumamente altos entre 30. 737 y 37. 570 kg/ha.

Cuadro 23. Se presenta el rendimiento promedio de la yuca en los diferentes tratamientos en la segunda y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Segunda fase kg/ha*	Cuarta fase kg/ha**
T1= F1P1	35 329	30 737
T2= F1P2	33 638	31 535
T3= F2P1	47 356	32 548
T4= F2P2	43 222	33 898
T5= F3P1	47 544	36 457
T6= F3P2	38 586	37 570

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 15 y 16 de Enero del 2008

**Fecha de muestreo: 05 y 06 de Abril del 2011

En el cuadro 23, se observa que, en la cuarta fase del experimento los mejores tratamientos fueron el T5 (con cal y fósforo más poda a los dos meses), y el tratamiento T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses); alcanzando valores de rendimiento de la yuca de 36.457y 37.570 kg/ha respectivamente frente a los demás tratamientos.

5.3.3. Incidencia de Plagas y Enfermedades

5.3.3.1. Pudrición de la raíz causada por *Fusarium sp.*

En el cuadro 24, se presentan los valores promedios del porcentaje de incidencia de *Fusarium sp* en el cultivo de yuca para la segunda y cuarta fase. En esta última fase los seis tratamientos mostraron valores entre 4.0 y 10.5 % respectivamente.

Cuadro 24. Incidencia de *Fusarium sp* (%). En la yuca en los diferentes tratamientos en la segunda y cuarta fase del experimento.

Tratamientos	Segunda Fase (%)*	Cuarta fase (%) **
T1 = F1P1	4,2	4,0
T2 = F1P2	4,2	4,0
T3 = F2P1	12,50	10,5
T4 = F2P2	8,3	6,5
T5 = F3P1	12,5	10,5
T6 = F3P2	8,5	7,0

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 15 y 16 de Enero del 2007

**Fecha de muestreo: 05 y 06 de Abril del 2011

En el cuadro 24, se observa que, en la cuarta fase del experimento los mayores porcentajes de incidencia de *Fusarium sp*, se registraron en los tratamientos T3 (Con cal más poda a los dos meses) y T5 (Con cal y fósforo más poda a los dos maese); Alcanzando valores de 10,5% de incidencia de *Fusarium sp* respectivamente. Los mismos que se los interpretan como muy bajos. A pesar que esta incidencia es relativamente baja se la puede controlar mejor la propagación del patógeno.

5.3.3.2. Mancha de la hoja por *Cercospora sp*

En el cuadro 25, se presentan los valores promedios del porcentaje de incidencia de *Cercospora sp* en la yuca para la segunda y cuarta fase. En esta última fase los seis tratamientos mostraron valores muy altos entre 80 y 90,5 % respectivamente.

Cuadro 25. Incidencia de *Cercospora sp* (%). En la yuca en los diferentes tratamientos en la segunda y cuarta fase del experimento

Tratamientos	Segunda fase (%)*	Cuarta fase (%)**
T1 = F1P1	91,7	80,0
T2 = F1P2	95,8	81,3
T3 = F2P1	100,0	90,5
T4 = F2P2	100,0	90,5
T5 = F3P1	100,0	87,5
T6 = F3P2	95,8	85,5

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Fecha de muestreo: 23 de Noviembre del 2006

**Fecha de muestreo: 01 de Marzo del 2011

En el cuadro 25, se observa que, en la cuarta fase del experimento el mayor porcentaje de incidencia de *Cercospora sp* en las hojas de yuca, se registraron en, los tratamientos T3 (Con cal más poda a los dos meses), y los tratamientos T4 y T5 (Con cal y fósforo más poda a los dos y cuatro meses); alcanzando el valor máximo de 90,5 % respectivamente frente a los demás tratamientos.

5.3.4. Análisis Económico

5.3.4.1. Presupuesto parcial

Los valores correspondientes a **costos que varían** se encuentran detallados en el cuadro 26, dichos valores oscilan para los seis tratamientos entre 1 213,25 y 1 720,50 USD, en cambio a los rendimientos ajustados en kg/ha, se los transformó a qq/ha para facilitar los cálculos. Los **beneficios brutos de campo** o valores de la producción están comprendidos entre 5 400 y 6 610 USD (los costos totales que varían e ingresos totales netos se encuentran detallados en el Apéndice 24), para cada uno de los tratamientos. **Para ajustar los rendimientos**, primero por diferencias entre manejo experimental y manejo del agricultor (0-50%) y segundo por cosecha normal y pérdidas de almacenamiento no menos del 10%. Por lo tanto el promedio de

rendimiento obtenido en las parcelas experimentales se debe ajustar hacia abajo. En nuestro caso los rendimientos promedios se puede ajustar en un mínimo de 20 %.

Cuadro 26. Costos totales que varían y beneficios netos de lo rendimientos de yuca bajo el sistema de cultivos en callejones. El Padmi Zamora Chinchipe 2011.

Concepto	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento promedio (kg/ha)	30 737	31 535	32 548	33 898	36 457	37 570
Rendimiento ajustado (-20%)	24 589,6	25 228	26 038,4	27 118,4	29 165,6	30 056
Rendimiento ajustado en qq/ha	540	555	572	596	641	661
Beneficios brutos de campo	5400	5550	5720	5960	6410	6610
Costos totales que varían USD/ha	1569	1345,25	1699	1478,25	1756,50	1534,50
Beneficios netos	3831	4204,75	4021	4481,75	4653,50	5075,50

5.3.4.2. Análisis marginal

En el cuadro 27, se presenta el análisis de dominancia de todos los tratamientos que fueron considerados como dominantes.

Cuadro 27. Análisis de dominancia del rendimiento de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones en la segunda y cuarta fase del experimento.

Código	Tratamiento	Total Costos variables USD/ha	Cuarta fase. Beneficios netos USD/ha	Total de costos variables USD/ha	Segunda fase. Beneficios netos USD/ha
T2	Sin cal ni fosforo mas poda a los cuatro meses	1345,25	4204,75	791,80	2021,10
T4	Con cal mas poda cada a los cuatro meses	1478,25	4481,75	972,20	2642,15
T6	Con cal y fosforo mas poda a los cuatro meses	1534,50	5075,50	914,60	2312,12
T1	Sin cal ni fosforo mas poda a los dos meses	1569,00	3831,00	1310,20	1644,14
T3	Con cal mas poda cada a los dos meses	1699,00	4021,00	1500,00	2460,07
T5	Con cal y fosforo mas poda a los dos meses	1756,50	4653,50	1428,80	2474,98

En el cuadro 27, se observa que, en la cuarta fase del experimento los mejores tratamientos fueron el T5 (con cal y fósforo más poda a los dos meses), y el tratamiento T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses); alcanzando valores de beneficios netos de 4 653,50 y 5075,50 USD/ha respectivamente, frente a los demás tratamientos. Comparando con los obtenidos en la segunda fase los valores son marcadamente mayores; los mismos que se los interpreta como dominantes excepto el tratamiento T1 de la segunda fase, cuya interpretación es dominado.

En el cuadro 28, se presenta el cálculo de la tasa de retorno marginal y los beneficios netos marginales en USD/ha, con la finalidad de presentar la variación que existe al pasar de un tratamiento a otro.

Cuadro 28. Análisis marginal del rendimiento de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones. El Padmi, Zamora Chinchipe 2011.

Código	Tratamiento	Costos variables USD/ha	Costos Marginales (USD)		Beneficios netos USD/ha	Beneficios netos marginales USD/ha		Tasas de retorno marginal (%)	
T2	Sin cal ni fósforo más poda a los cuatro meses	1345,25			4204,75				
T4	Con cal más poda cada a los cuatro meses	1478,25	133,00		4481,75	277,00		208	
T6	Con cal y fosforo más poda a los cuatro meses	1534,50	189,25	56,25	5075,50	870,75	593,75	460	1056
T1	Sin cal ni fósforo mas poda a los dos meses	1569,00	223,75	90,75	3831,00	XX	XX	XX	XX
T3	Con cal más poda cada dos meses	1699,00	353,75	220,75	4021,00	XX	XX	XX	XX
T5	Con cal y fósforo mas poda a los dos meses	1756,50	411,25	278,25	4653,50	448,75	171,75	109	62

5.3.4.3. Relación Beneficio /Costo e Índice de Rentabilidad

En el cuadro 29, se presenta la relación Beneficio/Costo (B/C), en donde se evidencia que, los seis tratamientos presentan una rentabilidad que va desde 1,24 para el tratamiento T1 y 1,5 obtenido en el tratamiento T6, respectivamente.

En el cuadro 29. Relación Beneficio/Costo e Índice de Rentabilidad de yuca bajo de sistema de cultivo en callejones en la segunda y cuarta fase del experimento.

Código	Tratamiento	Segunda Fase. Relación Beneficio/Costo*	Índice de Rentabilidad (%)	Cuarta Fase. Relación Beneficio /Costo**	Índice de Rentabilidad %
T1	Sin cal ni fósforo más poda a los dos meses	1,2	20	1,2	20
T2	Sin cal ni fósforo más poda a los cuatro meses	1,3	30	1,4	40
T3	Con cal más poda cada dos meses	1,4	40	1,3	30
T4	Con cal más poda cada cuatro meses	1,6	60	1,4	40
T5	Con cal y fósforo más poda a los dos meses	1,4	40	1,4	40
T6	Con cal y fósforo más poda a los cuatro meses	1,5	50	1,5	50

*Datos obtenidos por Robles 2008 (con podas a los dos y cuatro meses)

**Datos obtenidos por Carrión 2011(con podas a los dos y cuatro meses)

En el cuadro 29, se observa que, en la cuarta fase del experimento los mejores tratamientos en Beneficio/ Costo fueron el T4 (con cal más poda a los cuatro meses), y el tratamiento T6 (con cal y fósforo más poda cada cuatro meses); alcanzando valores de 1,4 y 1,5 respectivamente, frente a los demás tratamientos. Comparando con los obtenidos en la segunda fase los valores

son similares. Se puede apreciar una rentabilidad muy importante por cada dólar invertido en cada uno de los tratamientos en la segunda y cuarta fase del experimento.

5.3.5. RENDIMIENTO DE BIOMASA DE LA *Gliricidia sepium* EN EL SISTEMA AGROFORESTAL DE CULTIVOS EN CALLEJONES

En el cuadro 30, se presentan los valores del rendimiento total de biomasa sometidos a dos regímenes de podas (dos y cuatro meses), los valores oscilaron entre 24 500 y 39 600 kg/ha/año.

Cuadro 30, Rendimiento total de biomasa de *Gliricidia sepium* con podas a los 2 y 4 meses (kg/ha/año).

Tratamientos	Biomasa promedio de <i>Gliricidia sepium</i> , resultado de las podas en kg/ha/año			
	Poda 1 (2 meses)	Poda 2 (2 y 4 meses)	Poda 3 (2 meses)	Total de las dos podas
T1 = F1P1	6 250	11 000	10 000	27 250
T2 = F1P2		24 500		24 500
T3 = F2P1	11 250	14 250	13 000	38 500
T4 = F2P2		25 750		25 750
T5 = F3P1	13 750	14 350	11 500	39 600
T6 = F3P2		35 250		35 250

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

En el cuadro 31, se presentan los valores del rendimiento total de biomasa en kg/ha, comparados con la primera y segunda fase del experimento.

En el cuadro 31. Rendimiento total de biomasa de la *Gliricidia sepium* en la primera, segunda y cuarta fase del experimento (kg/ha/año).

Tratamientos	Primera fase kg/ha/año *	Segunda fase kg/ha/año **	Cuarta fase kg/ha/año***
T1 = F1P1	4 798	25 578	27 250
T2 = F1P2	4 263	23 877	24 500
T3 = F2P1	5 186	28 334	38 500
T4 = F2P2	4 911	22 932	25 750
T5 = F3P1	4 804	28 917	39 600
T6 = F3P2	5 612	27 216	35 250

F1= Sin encalado ni fosforo; F2 = Con encalado; F3 = Con encalado y fosforo; P1= Poda cada 2 meses; P2= poda cada 4 meses.

*Datos obtenidos por Villamagua 2006 (con podas a los cuatro y ocho meses)

**Datos obtenidos por Robles 2008 (con podas a los dos y cuatro meses)

***Datos obtenidos por Carrión 2011(con podas a los dos y cuatro meses)

En el cuadro 31, se observa que, en la cuarta fase del experimento los mejores tratamientos fueron T3 (con cal más poda a los dos meses), y el tratamiento T5 (con cal y fósforo más poda cada dos meses); alcanzando valores de rendimiento de biomasa de *Gliricidia* de 38. 500 y 39. 600 respectivamente. La producción de la biomasa de *Gliricidia sepium* se ha incrementado en seis veces en aquellos reportados por Villamagua en la primera fase y significativamente mayores a aquellos reportados por Robles en la segunda fase del experimento.

5.3.6. DIFUSION DE RESULTADOS Y METODOLOGIA EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA ESTACION EXPERIMENTAL EL PADMI

Las personas que asistieron al evento de difusión de resultados, fueron estudiantes de IV y VI módulo de la Carrera de Ingeniería Forestal, Director y Asesor del proyecto investigativo e Ingenieros encargados de la Estación Experimental “el Padmi”; entendieron muy bien la metodología del sistema de cultivo en callejones; instalados en los lotes 18 y 19 de la Estación Experimental “El Padmi”.

El evento duró dos horas aproximadamente, dando a conocer sus objetivos, metodología y resultados, para lo cual se utilizó papelógrafos para la exposición y trípticos para los asistentes al evento, también se realizó un recorrido por el ensayo (ver apéndice 38 y 39).

6. DISCUSIÓN

6.1. COMPORTAMIENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL HORIZONTE ORGÁNICO

6.1.1. pH en agua (H₂O)

En los tratamientos que no recibieron cal los valores de pH_{H_2O} varían entre 4,8 y 4,9; en tanto que, en los tratamientos encalados, los valores fluctúan entre 5,1 y 5,5 lo cual evidencian una diferencia de cerca de una unidad de pH, la misma que se debe tener en cuenta por cuanto la concentración de iones de hidrógeno, la diferencia es de diez veces, (por su carácter exponencial). En todos los tratamientos los valores no superan el valor de pH_{H_2O} de 5,5, por debajo del cual el aluminio se vuelve soluble y es perjudicial para los cultivos; en cambio, es muy notable que el efecto del encalado mantiene la reacción del horizonte orgánico cerca a la neutralidad, situación que favorece tanto la actividad de los microorganismos y a la absorción de los nutrientes por las plantas. En cambio los tratamientos que no recibieron cal están propensos a la disolución del aluminio, cabe recalcar que el pH aun es bueno para controlar el aluminio y por ende bueno para la absorción de los nutrientes y microorganismos.

Comparando con los reportados por Robles (2008), en la segunda fase del experimento, la tendencia es simultáneamente similar para los diferentes tratamientos pero son más elevados en una unidad de pH_{H_2O} . En la cuarta fase los Tratamientos T1 y T2 tienen un pH_{H_2O} Muy fuertemente ácido (M.F.Ac), debido a la no aplicación de la fertilización, y se mantienen con un pH poco aceptable; y los tratamientos fertilizados tienen una mayor proporción, así se tiene que T3, T4, T5 y T6 alcanzan un pH_{H_2O} fuertemente ácido (F.Ac) se puede decir aceptable, alcanzando este valor por las podas y la fertilización realizadas a dichos tratamientos.

Los valores de pH_{H_2O} demuestran que en la capa estudiada predomina una carga eléctrica negativa neta, por lo que, según Valarezo (2004), el suelo se encuentra en estado reciente de meteorización ferralítica.

En efecto, el análisis de varianza y la prueba de Tukey para el pH_{H_2O} (ver apéndice 1.) nos demuestran lo antes expuesto, no hay diferencias significativas para los dos factores

(fertilización y podas), tampoco existió una interacción significativa. El coeficiente de variación (8,57%); por lo que se presume que la fertilización a los ocho años deja de ser viable para el pH en el suelo.

6.1.2. Materia Orgánica y Nitrógeno aprovechable

Los valores del contenido de materia orgánica en todos los tratamientos de la capa estudiada son muy altos, que van de 7,3 y 10,0%. Es importante mencionar, que aquí, no se evidencia el efecto del aporte de cal o fòsforo sobre el contenido de materia orgánica. Es incuestionable que los contenidos muy altos de materia orgánica resultan del aporte de biomasa de la *Gliricidia sepium* por las podas a los dos y cuatro meses, por lo que no se encontró diferencias significativas en el aporte de biomasa en relación a la frecuencia de las podas realizadas.

El porcentaje de materia orgánica en la cuarta fase del experimento, en relación con los datos registrados por Robles (2008), en la segunda fase, se mantienen altos, sino que han sufrido una ligera disminución para todos los tratamientos. El alto contenido de materia orgánica se explica por la incorporación de la biomasa al suelo, mediante las podas realizadas en las investigaciones anteriores. Por tanto, la cantidad de materia orgánica ha influido en el alto contenido de nitrógeno asimilable en todos los tratamientos, lo cual se lo atribuye a los residuos principalmente de la hojarasca del material podado, son relativamente altos en carbohidratos y altos en nitrógeno, cabe recalcar que aun con la mineralización por los organismos que toman una cierta cantidad de nitrógeno del suelo y aun así los contenidos de nitrógeno se mantienen altos, esto se debe a que la biomasa se ha descompuesto en su totalidad de la capa orgánica, lo que disminuye la cantidad de nitrógeno disponible, (Rodríguez, 1982). Pero a través de la mineralización se recobra elementos que han sido aprovechados del suelo por el cultivo. (Valarezo, 2004) manifiesta que a través de la mineralización se libera elementos que sirve de nutrientes para las plantas como: N, P, K, Ca y Mg.

El análisis de varianza del contenido de materia orgánica (ver apéndice 2.), no arroja diferencias significativas para los dos factores (fertilización y podas), dando un coeficiente de variación (20,59%) no muestra una variabilidad lo que puede deberse al desarrollo máximo de la *Gliricidia sepium*, lo que influyo en la cantidad de follaje incorporado al suelo a través de

las podas en cada parcela. Además, para el nitrógeno aprovechable (Ver apéndice 10.), tampoco muestra diferencia significativa para ambos factores (fertilización y podas), ni para la interacción de los mismos. Presenta un coeficiente de variación (25,01%), hay una pequeña diferencia entre los tratamientos sin y con fertilización lo que nos hace suponer que la biomasa y los residuos de los cultivos influyen mucho en el incremento del nitrógeno.

6.1.3. Fósforo Aprovechable

Los contenidos de fósforo aprovechable son muy bajos para la cuarta fase del experimento, comparados con la segunda fase Robles (2008), han tenido un leve incremento para cuatro de los seis tratamientos y un decremento de una unidad para los tratamientos T4 y T5 (con cal, cal y fósforo más poda a los cuatro y dos meses); por tanto, los contenidos de fósforo aprovechables aun se mantienen muy bajos.

De esta manera es pertinente enfatizar que la producción de biomasa de *Gliricidia sepium* esta relacionado con las aplicaciones de fósforo al suelo, siendo los rendimientos mas notables los obtenidos con los tratamientos T3 (con encalado más poda cada dos meses) y T6 (con cal y fósforo más poda cada cuatro meses); Sánchez y Palm (1994) reportan que una aplicación de biomasa de leguminosas (*Gliricidia sepium*), en una proporción de alrededor de 28 000 kg/ha, aporta aproximadamente de 84 kg a 87 kg P/ha, cantidad suficiente para mantener equilibrada las necesidades de fósforo en yuca (80 kg P/ha) (Salvador 2005, Iñiguez 2005). (Citado por Robles, 2008). En la *Gliricidia sepium* el fósforo se acumula en la biomasa y luego regresa al suelo a través de la descomposición de la hojarasca. Sin embargo esta aportación es relativamente baja y se debe compensar la cantidad de fósforo por aportaciones de fertilizantes fosfatados (Sánchez y Palm 1994).

El análisis de varianza (ver apéndice 3.) no señala ningún efecto significativo para los dos factores (fertilización y podas), ni para su interacción sobre el fósforo aprovechable, por lo que se presume que el aumento en el contenido de fósforo aprovechable en el suelo se debe mas bien a la biomasa incorporada al suelo a través de las podas. El coeficiente de variación para esta variable de (90,78%).

6.1.4. Calcio, Magnesio y Potasio aprovechables

Los contenidos de calcio aprovechable del suelo se mantienen muy altos, aun más en los tratamientos con encalado. Sin embargo los valores de magnesio han experimentado un decremento de altos a bajos a excepción del tratamiento T3 (con cal más poda a los dos meses) con un nivel medio. Al comparar estos resultados con los de Dominique (1994), existe concordancia con los cambios en el magnesio, sin embargo difieren con los resultados de calcio obtenido, por ello el autor manifiesta que existe una degradación en todos los tratamientos (sean estos con o sin arboles), es decir que mientras el calcio disminuye, el magnesio se estabiliza, cabe mencionar que en esta fase del experimento el calcio se incrementa y el magnesio se disminuye a términos altos a bajos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Duicela et al. (2003), quien reporta para la parroquia Los Encuentros contenidos altos de calcio, sin embargo difieren con los resultados de magnesio obtenidos ya que en esta fase se presentan promedios bajos.

Los contenidos de potasio aprovechable en el horizonte orgánico presenta contenidos bajos, sin embargo, las concentraciones siguen siendo superiores al rango crítico para el potasio aprovechable (0,15-0,20 meq/100ml), a excepción del tratamiento T4 y T5 (con cal, cal y fòsforo más poda a los cuatro y dos meses), cuyo contenido es menor al rango de referencia. Cabe mencionar, que la baja concentración en la cuarta fase del experimento existió un efecto significativo del material podado sobre el potasio por las cantidades de este elemento que incorpora al suelo la *Gliricidia sepium*, ACORAE (2001) señala que una poda a los cuatro meses incorpora al suelo 37 kg/ha de potasio.

El análisis de varianza del calcio aprovechable (Ver apéndice 5.), no muestra ningún efecto estadísticamente significativo para los dos factores (fertilización y podas) ni para la interacción de los mismos. Su coeficiente de variación (44,14%) indica una relativa variabilidad de los datos. Al igual, para magnesio (Ver apéndice 6.), indica que no existió ninguna diferencia significativa para los dos factores (fertilización y podas). El coeficiente de variación para magnesio (22,40%), no demuestra una variabilidad mínima en los datos. Además para el potasio (Ver apéndice 4.), señala que no hay ninguna significancia para ambos factores (fertilización por podas), dando un coeficiente de variación (90,19%), lo que indica que el experimento fue conducido de forma aceptable.

6.1.5. Acidez Cambiable

En cuanto a la acidez cambiabile, los tratamientos presentan un valor medio, lo que indica que a pesar de tener altos contenidos de materia orgánica no se cuenta con altos contenidos de hidrogeno intercambiabile. Lo cual demuestra un leve aumento de la actividad bacteriana ayudando eficientemente en la nitrificación y fijación del nitrógeno al suelo (Duicela et al.2003).

El análisis de varianza para acidez cambiabile (ver apéndice 7.), no demuestra una diferencia significativa par los factores (fertilización y podas), ni para su interacción. El coeficiente de variación para acidez cambiabile (39,02%), indica una mínima variabilidad de los datos.

6.1.6. Aluminio Intercambiabile

Se obtuvieron contenidos medios de aluminio intercambiabile en todos los tratamientos del ensayo. Estos resultados obtenidos en el experimento no concuerdan del todo con los reportados por Valarezo en el (2004), quien hace conocer que los contenidos de aluminio intercambiabile para el área del Padmi y áreas aledañas fluctuando de bajos a altos.

En esta cuarta fase del experimento los valores de pH oscilan entre 4.80 y 5.50, no se registraron contenidos de aluminio tóxicos. Sin embargo cabe mencionar que el contenido de aluminio tiende aumentar para los próximos años, mientras que el contenido de magnesio se mantiene bajo casi en todos los tratamientos y en un solo se mantiene medio; y los niveles de calcio son muy altos. Estos contenidos medios de aluminio se asocián con los bajos contenidos de pH presentes en esta fase del experimento, sin embargo aun son buenos para mantener el aluminio inmóvil.

El análisis de varianza para aluminio intercambiabile (Ver apéndice 8.), no demuestra una diferencia significativa par los factores (fertilización y podas), ni para su interacción. El coeficiente de variación para aluminio intercambiabile (32,04%), indica una pequeña diferencia entre los tratamientos pero no muy significativa.

6.2. COMPORTAMIENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN EL HORIZONTE MINERAL (00 a 24 cm)

6.2.1. El pH en agua

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos que recibieron Cal, el pH_{H_2O} fluctúa entre 5,1 y 5,5; por tanto en aquellos que no recibieron el encalado los valores de pH_{H_2O} oscilan entre 5,1. Al comparar los valores de pH_{H_2O} con los reportados por Villamagua (2006) y Robles (2008) en la primera y segunda fase del experimento, se evidencia que, en la cuarta fase los valores son menores, especialmente en el tratamientos T3 , la diferencia es de alrededor de una unidad de pH para las dos fases, mientras tanto en los demás tratamientos T4, T5, T6, la diferencia con la primera fase es cerca de dos unidades y con la segunda fase del experimento es de alrededor de una unidad.

(Citado por Robles 2008). Esta variación se podría atribuir a las perdidas de las bases cambiables del suelo debido a la elevada precipitación en la zona de estudio. Esto es, en los sitios en donde estaban ocupados por bases cambiables estas son remplazadas por los iones de hidrógeno el cual al pasar a la solución suelo origina la disminución del pH (Padilla 2004). El propósito fundamental del encalado es neutralizar la acidez intercambiable que hay en exceso en el suelo (Zapata 2004, Jaramillo 2002). Los valores de pH en agua indican que en el suelo predominan cargas eléctricas negativas. Lo cual señala que su situación de fertilidad aún es buena (Villamagua 2006).

En el análisis de varianza y la prueba de Tukey para el pH_{H_2O} (Ver apéndice 11.), comprueban lo antes expuesto, tanto así que el análisis no muestra una diferencia significativa para el factor (fertilización y podas), siendo así que los tres niveles de fertilización estadísticamente son iguales. El coeficiente de variación (5,12%), esto indica que el experimento fue conducido de forma aceptable.

6.2.2. Materia Orgánica y Nitrógeno aprovechable

Los porcentajes de materia orgánica en la cuarta fase del experimento, en relación con los datos registrados en la primera y segunda fase del experimento, se mantienen altos, si no que ha experimentado una leve disminución para los tratamientos T2, T3 y T4, presentando

valores medios. Esto explica por la incorporación de la biomasa realizada en las podas hechas en los ensayos anteriores. Sin embargo, la cantidad de materia orgánica no ha influido en el aumento de nitrógeno asimilable, y se presenta una baja en el tratamiento T2 en comparación con la primera fase de medio a bajo, lo cual se lo atribuye al lento proceso de descomposición de la hojarasca de la *Gliricidia sepium*, en donde los microorganismos para la mineralización de estos, toma el nitrógeno del suelo disminuyendo el mismo disponible, (Rodríguez 1982). Liberando nutrientes tales como N, P, K, Ca y Mg (Valarezo, 2004).

Las disminuciones de nitrógeno son similares a la obtenida por Russo (1983) y Dominique (1994) en Turrialba, Costa Rica, quienes encontraron una disminución de nitrógeno en el suelo bajo sistemas agroforestales utilizando poro (*Erythrina poeppigiana*) como árbol de sombra.

Cabe señalar que, a pesar de la disminución del nitrógeno aprovechable en esta fase del experimento, las concentraciones de la primera fase de nitrógeno (medios) se mantienen a excepción del T3y T6. Debido seguramente su baja a la necesidad de los microorganismos de tomar una mayor cantidad del nitrógeno del suelo para la descomposición de una mayor cantidad de biomasa de *Gliricidia sepium*. La cantidad de podas guarda relación con la cantidad de biomasa producida, es decir, a mayor producción, mayor cantidad de biomasa a transformar. Mientras tanto que, con la materia orgánica pasó lo contrario, esta muestra una tendencia de medios a altos.

En cuanto al reciclaje de nutrientes que realizan los árboles, se debe considerar que, esta investigación cubre la cuarta evaluación, por lo cual los arboles de *Gliricidia sepium* muestran su capacidad para aumentar las reservas de nitrógeno y materia orgánica en el suelo. Ya que fisiológicamente, ya presentan nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces, el establecimiento y la formación de nódulos en estacas se inicia en el segundo y tercer año de plantadas (Repertorium Botanices Systematicae). Cabe recalcar de forma general, el efecto de los árboles sobre el suelo en los diferentes sistemas agroforestales se cambia la fertilidad del suelo y es más notable cuando los árboles alcanzan a establecerse (Giraldo et al. 1995).

En el análisis de varianza para el contenido de materia orgánica (Ver apéndice 12.), no demostró diferencias significativas para los dos factores (fertilización y podas), tampoco

existió una iteración significativa demostrando que estadísticamente que los tres niveles de fertilización son iguales. El coeficiente de variación (20,59%), esto se debe a la maduración o al desarrollo total de la *Gliricidia sepium*. Además para nitrógeno (Ver apéndice 20.) muestra un efecto estadísticamente significativo para la interacción (fertilización por podas). La prueba de Tukey indica que, con poda a los dos meses aporta con más cantidad de nitrógeno al suelo y con fertilización el mejor factor es sin cal seguido de cerca del factor tres con cal y fòsforo dando una demostración que el mejor bloque fue el dos. Esto se debe a la biomasa aportada al suelo mediante las podas de la *Gliricidia sepium*. El coeficiente de variación (8,18%) nos demuestra una dispersión de los datos.

6.2.3. Fòsforo aprovechable

Los valores del contenido de fòsforo aprovechable entre los tratamientos que recibieron cal y cal más fòsforo, son superados en uno y hasta casi tres veces con aquellos que no recibieron encalado ni la roca fosfòrica. Cabe mencionar que todos los valores se encuentran en el rango de muy bajos.

Esto nos demuestra que el fòsforo aplicado en los tratamientos disminuye totalmente en aproximadamente ocho años y aumenta el contenido de fòsforo en los tratamientos que no recibieron la roca fosfòrica. Este aumento puede ser causado por la biomasa incorporada al suelo por las podas realizadas en la primera, segunda y tercera fase del experimento.

Por tanto, los valores de contenido de fòsforo aprovechable en la cuarta fase del experimento son moderadamente menores aquellos reportados por Robles (2008), en la segunda fase, los cuales se ubican en el rango de muy bajos. Además son extremadamente menores a aquellos reportados por Villamagua (2006), en la primera fase, los cuales se ubican en el rango bajo.

A partir de la informaci3n obtenida, es posible explicar fundamentalmente la diferencia entre el fòsforo aprovechable en la primera, segunda y cuarta fase del experimento. Esta disminuci3n puede ser causada por la fijaci3n o absorci3n de compuestos amorfos de 3xidos de hierro y aluminio provenientes de los procesos de ferralitizaci3n del suelo, los cuales son muy inestables y reaccionan con la presencia de fertilizantes fosfatados y se vuelven solubles y no sean aprovechados por las plantas (Robles, 2008). Por tanto el pH del suelo es quien

controla la presencia en forma soluble de estos dos elementos, es así como cuando disminuye el pH es inevitable la presencia de estos (Padilla 2004, Valarezo 2004). Es pertinente indicar que, los resultados del análisis químico del suelo se lo realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Loja; en la cuarta fase del experimento.

De lo anteriormente dicho se puede decir que, la primera hipótesis de estudio, se comprobó un cincuenta por ciento; es decir que la aplicación de cal y roca fosfórica en la primera, segunda y cuarta fase del experimento ayudó en parte a neutralizar la acidez intercambiable la insolubilidad del aluminio y del hierro. En cuanto la aplicación de biomasa de la *Gliricidia sepium* ayudó a mantener los niveles apropiados de la materia orgánica.

El análisis de varianza para el fósforo aprovechable no muestra ningún efecto significativo para los dos factores (fertilización y podas) ni para su interacción (Ver apéndice 13.), por lo que se supone que el aumento del fósforo en el suelo se debe a la biomasa incorporada mediante las podas. El coeficiente de variación (133,92%), se muestra un valor elevado por que el fósforo se encuentra en cantidades muy bajas.

6.2.4. Calcio, Magnesio y Potasio aprovechables

Los niveles de calcio y magnesio aprovechable del suelo se mantienen altos. Cabe mencionar que los valores del magnesio han experimentado una ligera disminución. Mientras tanto los niveles de calcio han experimentado magnifico aumentó de manera particular de los tratamientos con encalado. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Duicela et al. (2003), quien reporta para la parroquia los Encuentros contenidos altos de estos dos elementos, sin embargo difieren un poco con los resultados de magnesio obtenidos ya que existe una degradación en todos los tratamientos (sean estos con cal, con cal y fósforo). Al comparar estos resultados con los de Dominique (1994), existe concordancia con los cambios en el magnesio, sin embargo difieren con los resultados de calcio obtenidos, por lo que el autor manifiesta que existe una disminución en todos los tratamiento (sean estos con o sin árboles). Por lo general es posible a que los suelos de los que se refiere el autor no se han realizado enmiendas con cal, lo cual es comprobado el aumento del calcio en dichos suelos.

Los valores críticos establecidos para el potasio aprovechable (0,15-0,20 meq/100ml), no obstante, el análisis de suelo para potasio en la primera fase, presentó contenidos medios mayores a los valores críticos. En la cuarta fase, los seis tratamientos presentaron niveles bajos, inferiores al rango crítico, a excepción de los tratamientos T4 y T6 que presentan valores superiores al rango de diferencia. El efecto significativo del material podado sobre el potasio tiene que ver con las importantes cantidades de este elemento que incorpora al suelo *Gliricidia sepium*, en efecto, Barón (1986) reporta 160 kg/ha de potasio resultado de dos podas anuales, los cuales son valores altos si los compara con los aportes de nitrógeno y fósforo al suelo que hace esta misma especie. El que los análisis de suelo no muestren dicha elevación puede deberse al que el 70% de la materia orgánica es mineralizada en un tiempo aproximada de uno a dos años (Rodríguez 1982). Sin embargo, cabe mencionar que en esta fase del experimento la materia orgánica ha tenido todo el tiempo necesario para su mineralización, lo que se puede asegurar un alto consumo de este elemento por los cultivos durante las cuatro fases del experimento. Dominique (1994) confirma que el contenido de potasio aumenta en los sistemas de cultivos en callejones.

Análisis de varianza para el calcio aprovechable (Ver apéndice 15.), no muestra ningún efecto estadísticamente significativo para los dos factores (fertilización y podas). Su coeficiente de variación (59,57%) indica una relativa variabilidad en los datos. Así mismo para el magnesio aprovechable (Ver apéndice 16.), indica que no existió ninguna diferencia significativa para los dos factores (fertilización y podas) ni para su interacción. El coeficiente de variación (37,64%) esto indica que obedece a una distribución normal en el suelo. Al igual para el potasio (Ver apéndice 14.), señala que no hubo significancia entre los factores (fertilización y podas), estadísticamente son iguales. El coeficiente de variación (47,66%) indica una relativa variabilidad en los datos.

6.2.5. Acidez Cambiable

En cuanto a la acidez cambiabile, los valores se han mantenido bajos en la primera fase, sufriendo un leve incremento en la cuarta fase del experimento subiendo de bajos a medios, lo que indica que ha pesar de tener contenidos de medios a altos materia orgánica, ya se cuenta con un leve aumento de contenido de hidrógeno intercambiabile. Sin embargo Duicela et al. (2003) menciona que a mayor cantidad de materia orgánica e hidrógeno aumenta la actividad

bacteriana, se puede llevar a cabo con eficiencia los procesos de nitrificación y fijación de nitrógeno al suelo.

El análisis de varianza para acides cambiabile (Ver apéndice 17.), no hay una diferencia significativa para los factores (fertilización y podas) ni para su interacción. El coeficiente de variación (39,82%) presenta una relativa variabilidad en los datos.

6.2.6. Aluminio Intercambiable

En la primera fas del experimento se registraron contenidos bajos de aluminio intercambiable. En cambio para los contenidos en la cuarta fase del experimento ha sufrido un incremento saltando de bajos a medios. Pese a registrar valores de pH menores a 5.5, no se registraron contenidos tóxicos de aluminio, a excepción del tratamiento T3 que presenta un leve incremento. De hecho el contenido de aluminio tiende a incrementarse, mientras que el contenido de magnesio disminuye en todos los tratamientos y los niveles de calcio son altos en la cuarta fase del experimento. Estos cambios en el comportamiento del aluminio se asocian con la disminución del pH en todos los tratamientos, se puede apreciar una disminución de pH en los tratamientos que no recibieron cal y fósforo. Con este ensayo se puede demostrar que aún con pH menores a 5.5 se puede se puede inmovilizar el aluminio.

El análisis de varianza para aluminio intercambiable (Ver apéndice 18.), no muestra una diferencia significativa para los factores (fertilización y podas) lo que significa que estadísticamente son iguales. El coeficiente de variación (22,44%) para esta variable presenta una mínima dispersión en los datos.

6.3. COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO DE LA YUCA EN SISTEMA DE CULTIVO EN CALLEJONES

6.3.1. Prendimiento de las Estacas de Yuca

Usando la práctica ancestral de los agricultores en las zonas aledañas a la estación “el Padmi”, se utilizó una distancia de siembra de 2.0 por 2.0 m, lo que resulta una densidad de 2500 plantas/ha. Los resultados obtenidos en la cuarta fase del experimento muestran que el prendimiento fue de 80 a 90%. Comparando con los porcentajes reportados por Robles (2008), estos valores son significativamente menores fluctuando estos entre 96 a 100%. Los seis tratamientos no muestran diferencias precisas en el prendimiento de las estacas, por lo que se demuestra que la cal y el fósforo aportados al suelo no inciden para el prendimiento de las estacas de yuca.

El análisis de varianza para el prendimiento de las estacas de yuca (Ver apéndice 21.) no muestra ningún efecto estadístico para ambos factores (fertilización y podas) ni para la interacción de los mismos, siendo estos estadísticamente iguales. El coeficiente de variación (5,63 %), demostrando que el experimento fue reconocido de forma aceptable.

6.3.2. Producción de yuca

La producción de yuca en el experimento oscila entre 30,7 a 36,4 t/ha. Estos contenidos corresponden a los tratamientos T1 (sin cal ni fósforo más poda a los dos meses) y T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses) respectivamente. Comparando con los reportados por Robles (2008), en la segunda fase estos valores han tenido una leve disminución en todos sus tratamientos. En todo caso, estos rendimientos sobrepasan el promedio de rendimiento de la yuca a nivel nacional en monocultivos que es de 30 t/ha (PROEXANT 2006). Estos valores no se pueden comparar con los promedios de rendimiento de la zona, por cuanto los agricultores de la zona no llevan registro alguno de su producción.

No se encontró una significativa diferencia en la interacción (A*B: niveles de fertilización y niveles de poda), en el rendimiento de la yuca, se puede afirmar que hay una estrecha relación de la cantidad de biomasa aportada al suelo con el rendimiento de la yuca. Esta apreciación se puede observar en el cuadro 21, donde los mayores rendimientos corresponden al tratamiento

T5 (con cal y fósforo más poda cada dos meses) y T6 (con cal y fósforo más poda cada dos meses). En los cuales se registró una mayor disponibilidad de fósforo en relación a los tratamientos T1 (sin cal ni fósforo más poda a los dos meses) y T2 (sin cal ni fósforo más poda a los cuatro meses), a excepción del tratamiento T5 que su contenido de fósforo es menor que los tratamientos antes mencionados. En cambio estos contenidos de fósforo en el horizonte mineral son menores a los tratamientos T1 y T2; lo que se puede argumentar un exagerado consumo de fósforo por el cultivo.

El análisis de varianza (Ver apéndice 22.) realizada esta variable que el factor poda por fertilización no muestra un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento de la yuca. La prueba de Tukey señala que el factor fertilización: con cal y fósforo, con cal y sin cal difieren estadísticamente entre si, siendo la fertilización con cal y fósforo, significativamente mayor a la fertilización sin cal y similar a la fertilización con cal, también se demuestra que el bloque dos es mejor en cuanto al rendimiento de yuca. El coeficiente de variación (7,34 %) indica una mínima variabilidad de los datos.

6.4. INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

6.4.1. Pudrición de la raíz causada por *Fusarium sp*

La incidencia de la pudrición de la yuca causado por *Fusarium sp* se ubico en el rango de 4.0 a 10.5%. Esta enfermedad apareció en los últimos meses de la plantación de yuca y por ende esta enfermedad no afecto al rendimiento de la planta. Robles (2008), presenta valores de 4.2 a 12.50% de la incidencia del *Fusarium sp* en el mismo lugar y con el mismo cultivo. Es preciso recalcar que, en los tratamientos que recibieron cal y cal más fósforo T3 y T5, son aquellos que registran la mayor pudrición, duplicando el valor, en aquellos tratamientos que no se les aplicó cal ni fósforo. Estos valores se mantienen para la cuarta fase, por lo que se puede asegurar que la aplicación de cal y fósforo inciden en la pudrición del tubérculo.

(Citado por Robles, 2008). Se debe mencionar que en el inventario de plagas, enfermedades y malezas publicado por el SESA (1986), la incidencia de la pudrición de la yuca causada por *Fusarium sp* esta catalogada como leve y esporádica; se puede mencionar que, esta limitada a ciertas zonas yuqueras del país y no esta sujeta a control.

El análisis de varianza de la pudrición del tubérculo por *Fusarium sp* (Ver apéndice 23.) no muestra ningún efecto estadísticamente significativo para los dos factores (fertilización y podas) ni para la interacción de los mismos. Su coeficiente de variación (77,81%) indica una relativa variabilidad en los datos.

6.4.2. Mancha de la hoja por *Cercospora sp*

La presencia de la mancha de la hoja por *Cercospora sp* fue muy alta en todos los tratamientos, situándose en el rango de 80 hasta el 90,5 %. La enfermedad causó la defoliación de la mitad de la planta, esta enfermedad se presenta por lo general en los últimos ciclos sin causar bajos rendimientos en el cultivo de la yuca.

Los tratamientos que recibieron cal y cal mas fòsforo y podas a los dos y cuatro meses, se evidencia una incidencia de 85,5 a 90,5 %. De esta manera se puede indicar que la ocurrencia de esta enfermedad es muy alta, no hay variaciones claras entre los tratamientos. Es preciso mencionar que Robles (2008), reportó valores de 92 a 100 % de *Cercospora sp* con el mismo cultivo y con la mismo lugar.

El análisis de varianza para la mancha de la hoja por *Cercospora sp* (Ver apéndice 24.) indica que no existió ninguna diferencia significativa para los dos factores (fertilización y podas) ni para su interacción. El coeficiente de variación (8,52%) indica cierta una mínima dispersión en los datos, pero son aceptables.

6.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el análisis marginal de los tratamientos en la cuarta fase del experimento, se los denominó dominantes. Se puede señalar que desde el tratamiento T2 (sin cal ni fósforo más poda a los cuatro meses), al T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses), se obtiene una tasa de retorno marginal de 460%, lo que significa que por cada dólar invertido el agricultor recupera su dólar y espera una ganancia de 3.6 dólares. Robles en la segunda fase del experimento presenta una tasa de retorno marginal de 344%, lo que significa que cada dólar invertido el agricultor tiene una ganancia de 2.44 dólares.

El beneficio neto marginal de 870,75 dólares obtenidos con el tratamiento T6, corresponde al más alto, lo cual evidencia que para aumentar los ingresos de los productores es decisivo centrarse en los beneficios netos es decir en el precio final del producto en el mercado y no en los rendimientos.

Por otra parte, con el cambio del T6 al tratamiento T4, se obtiene una tasa de retorno marginal de 1 056 %; pero se evidencia aquí un menor beneficio neto marginal.

Los valores de la relación Beneficio/Costo ($B/C = 1,50$) y el índice de rentabilidad (50%), que nos demuestra que el agricultor invierte un dólar y recupera el mismo y además, obtiene una ganancia de 50 centavos. Estos valores no suceden en el sector campesino debido a que ellos no trabajan con sistemas agroforestales y con ningún tratamiento al suelo y mucho menos cuentan con un análisis económico para conocer sus ganancias netas.

6.6. RENDIMIENTO DE BIOMASA DE LA *Gliricidia sepium* EN EL SISTEMA AGROFORESTAL DE CULTIVOS EN CALLEJONES

Los rendimientos de biomasa de *Gliricidia sepium* en la cuarta fase del experimento oscilan en 24 500 y 39 600 kg/ha/año (follaje verde). Estos valores corresponden a los tratamientos T2 (sin cal ni fósforo más poda a los cuatro meses) y T5 (con cal y fósforo más poda a los dos meses). Cabe mencionar que los demás tratamientos T3, T4 y T6 están bordeando el valor de los 39 600 kg/ha/año. Lo que nos hace suponer que la aplicación de cal y cal más fósforo ha incrementado los rendimientos de biomasa hasta en 24 000 kg/ha/año a aquellos de la

primera fase, en cambio a los de segunda fase su incremento fue de 6 000 kg/ha/año. Aunque estadísticamente no son diferentes.

Cabe mencionar que los resultados obtenidos en la cuarta fase del experimento son mayores hasta en seis veces de aquellos reportados por Villamagua (2006), quien encontró rendimientos promedios de biomasa de 4 263 y 5 612 kg/ha/año con podas a los cuatro y ocho meses. También hay que señalar que los resultados obtenidos en esta fase son mayores en una vez aquellos reportados por Robles en el (2008), dando a conocer los rendimientos promedios de biomasa de 23 877 y 28 917 kg/ha/año con podas a los dos y cuatro meses. Esta diferencia en el rendimiento de biomasa se la atribuye en el buen desarrollo fisiológico de la planta, señalando también que en la primera fase del experimento sufrió el severo ataque de un lepidóptero, pero después mostro una muy buena capacidad de rebrote. Lo cual debemos agregar que en la primera fase del experimento se hizo la instalación de la *Gliricidia sepium*, lo cual significó que esto estaba en su etapa de crecimiento. La diferencia con la segunda fase del experimento la planta tubo un buen desarrollo fisiológico ya que no hay mucha diferencia entre la segunda y cuarta fase, esto se debe a que la planta llegó a su capacidad óptima de producción de biomasa. (Citado por Robles, 2008). Al respecto Barón (1986) reporta que la *Gliricidia sepium* en asocio con maíz y frejol en Turrialba, Costa Rica, con una densidad de 6 666 árboles/ha, con dos podas al año, apporto una cantidad de materia verde de 52 065 kg/ha/año. Con estos datos obtenidos, es posible proyectar que la producción de la biomasa que la *Gliricidia sepium* se incremente en poca cantidad en la quinta fase del experimento.

La prueba de Duncan nos demuestra que no hay una clara tendencia de la producción de biomasa de la *Gliricidia sepium* con podas a los dos y cuatro meses. Debemos mencionar que los resultados presentes en nuestra investigación se sitúan en 7 127 kg/ha de follaje seco (aproximadamente 39 600 kg/ ha) son menores en aquellos reportados por ECORAE, según los cuales el rendimiento de biomasa de *Gliricidia* sometida a tres podas anuales, produjo 1400 kg/ha de follaje seco (aproximadamente 5 778 kg/ha del follaje verde).

(Citado por Robles, 2008). Por otra parte Ricse (2005), afirma que la *Gliricidia* en sistemas de cultivos en callejones aporta 4.5 t/ha/año, la guaba 7 t/ha/año y la retama 4 t/ha/año de follaje seco. De esta manera es preciso señalar que los árboles o arbustos leguminosos extraídos en el

sistema de cultivo en callejones pueden ser tomados como verdaderas fábricas biológicas de biomasa, debido a que sus hojas se descomponen fácilmente liberando los nutrientes al suelo.

La tercera hipótesis de estudio se demostró debido al gran aumento de la biomasa de *Gliricidia sepium* en la primera fase del experimento y una pequeña cantidad de materia orgánica en el suelo de la cuarta fase del experimento.

Análisis de varianza para la biomasa (Ver apéndice 25.) muestra un efecto estadísticamente significativo para la interacción (fertilización por podas). La prueba de Tukey indica que los tratamientos T1, T2 y T4 son estadísticamente iguales puesto que presentan valores bajos a excepción de los tratamientos T3, T5 y T6 que muestran valores altos y estadísticamente son iguales, en cuanto a la fertilización el mejor nivel es con cal y fósforo en cuanto a los bloques no muestran diferencias. El coeficiente de variación (7,34%) señala cierta dispersión en los datos.

7. CONCLUSIONES

En este experimento de la cuarta rotación del cultivo en callejones que se desarrollo de forma adecuada y de acuerdo con los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones.

- En el horizonte orgánico, en los tratamientos que no recibieron cal, el pH_{H_2O} se ubica en la categoría de muy fuertemente ácido (4,8 y 4,9); mientras tanto que, en los tratamientos encalados el pH_{H_2O} fue ácido (5,5). En todos estos tratamientos se encuentra presente la carga eléctrica negativa neta. Por lo tanto se concluye que los suelos son ácidos. Los datos obtenidos de materia orgánica están ubicados en el rango de muy alto (7,3 y 10,0 %), al igual que el calcio fluctuando entre (40,2 y 79,1 meq/100g). Además se mantiene los niveles medios de nitrógeno aprovechable entre (40,7 y 51,7 ppm).
- En el horizonte mineral (00 a 24 cm), en los tratamientos que recibieron cal, el pH_{H_2O} se ubicò entre 5,1 a 5,5 (medianamente ácido); mientras tanto los tratamientos que no recibieron el encalado fluctuaron entre 5,1 a 5,1 (fuertemente ácido). En todos estos tratamientos se encuentra presente la carga eléctrica negativa neta. Por lo tanto se concluye que los suelos son ácidos. Los contenidos de materia orgánica se ubican en los rangos de medios a altos (3,6 a 4,9%), de igual forma que el calcio muestra contenidos muy altos entre (48,6 y 86,8 meq/100g). En esta capa el contenido de nitrógeno va de: bajo a medio (25,6 y 37,0 ppm).
- En el horizonte orgánico y mineral, el pH (H_2O) en todos los tratamientos tuvieron una tendencia a disminuir de la segunda fase a la cuarta fase en el orden de 1 a 2 unidades respectivamente.
- En esta fase del experimento tanto en el horizonte orgánico como mineral los resultados obtenidos de fósforo, potasio y magnesio aprovechables fueron bajos en todos los tratamientos, debido a la degradación de la cal y la roca fosfórica a lo largo del tiempo.

- La acidez cambiante y aluminio intercambiable en la primera fase son bajos, en la cuarta fase se mantienen en los niveles medios, este aumento se debe a la degradación de la cal y la roca fosfórica.
- La aplicación de biomasa mediante las podas a los dos y cuarto meses mejoran las características físico-químicas y la fertilidad del suelo. Se puede mencionar que el efecto residual de cal y roca fosfórica no es viable a los ocho años por lo que no hay diferencia alguna en los tratamientos que la recibieron y los que no la recibieron.
- En la segunda fase los porcentajes de prendimiento de las estacas de yuca fueron del (100 %). En cambio para la cuarta fase, se obtuvieron porcentajes de prendimiento del (90 %), debido a que las yemas de las estacas de yuca se han lastimado al momento de la recolección de la semilla y no pudieron brotar.
- Bajo el sistema de cultivos en callejones los rendimientos de yuca en la segunda fase oscilan entre 33 638 y 47 544 kg/ha/año, en la cuarta fase se obtuvieron rendimientos entre 30 737 a 37 570 kg/ha/año, pero no se encontró diferencias entre tratamientos.
- La mayor tasa de retorno marginal (460%) se obtuvo al comparar el tratamiento T2 (sin cal ni fósforo más poda a los cuatro meses) con el tratamiento T6 (con cal y fósforo más poda a los cuatro meses), con un beneficio neto marginal de 870,75 USD/ha.
- En la relación Beneficio/Costo (B/C), en la segunda fase se obtuvo 1,6 con el tratamiento cuatro, con una ganancia por dólar invertido de 60 centavos, en la cuarta fase se obtuvo 1,5 con el tratamiento seis, con una ganancia por dólar invertido de 50 centavos.
- Los rendimientos de biomasa de *Gliricidia sepium* en la cuarta fase del experimento fluctúan entre 24 500 y 39 600 kg/ha/año con podas a los dos y cuatro meses, estos valores son mayores hasta en seis veces a aquellos de la primera fase del experimento (4 264 a 5 613 kg/ha/año con podas a los cuatro y ocho meses). En cambio, con los obtenidos en la segunda fase del experimento los valores son similares 22 932 y 28 917 con podas a los dos y cuatro meses).

- Los estudiantes del IV y VI modulo de la carrera de ingeniería forestal y personas encargadas de la Estación Experimental “el Padmi” entendieron claramente todos los pasos de la metodología del sistema del cultivo en callejones.

8. RECOMENDACIONES

- Incorporar nuevamente cal y roca fosfórica al suelo para mantener un equilibrio óptimo en los niveles de pH, y así mantener neutralizado el aluminio intercambiable.
- Seguir el estudio del sistema agroforestales de cultivo en callejones con las podas establecidas a los dos y cuatro meses, para obtener resultados eficaces a largo tiempo.
- En las hileras de *Gliricidia sepium* se sugiere una limpieza de todos los troncos y ramas secas que se encuentran presentes en el arbusto, además una resiembra de la misma.
- Realizar un estudio foliar de la *Gliricidia sepium* para conocer que gusano ataca a la especie durante el verano, y así tener un registro para el control de la misma.
- Continuar con el ensayo de sistemas agroforestales de cultivos en callejones con *Gliricidia sepium* con cultivos de ciclo corto, para obtener datos estadísticos más precisos y eficaces.
- Continuar con el estudio de la propiedades físicas – químicas del suelo. Para conocer hasta cuantos años, la cal aplicada al suelo mantiene los niveles de aluminio neutralizados.
- Se sugiere estudiar la cantidad de fósforo aprovechable por el cultivo especialmente la yuca por la baja cantidad de este elemento en el presente estudio.
- Se sugiere continuar con la quinta fase del experimento, para la obtención de datos estadísticos veraces sobre la situación del suelo en la amazonia ecuatoriana, desde el punto de vista técnico, social, económico y ambiental.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ALEGRE, J. et al. 1991. Manejo y conservación de suelos y su importancia en sistemas agroforestales (en línea), s.n.t. Consultado 10 de ene. 2007. Disponible en <http://www.fao.org>.
- ALEGRE, J. et al. 1999. Manejo sostenible de suelos con sistemas agroforestales en los trópicos húmedos, en La Agroforestería en el Perú con énfasis en la Amazonia: una Bibliografía Anotada. 2006. Cornelius J. Meza A (Eds). Edit. ICRAF. Pucallpa, PE. pp. 58-59.
- ALEGRE, J. et al. 1992. Manejo y conservación de suelos y su importancia en sistemas agroforestales. La Agroforestería en el Perú con énfasis en la Amazonia: una Bibliografía Anotada. 2006. Cornelius J. Meza A (Eds). Edit. ICRAF. Pucallpa, PE. p. 163.
- ALEGRE, J. et al. 1993. Manejo y conservación de suelos y su importancia en sistemas agroforestales. |n La Agroforestería en el Perú con énfasis en la Amazonia: una Bibliografía Anotada. 2006. Cornelius J. Meza A (Eds). Edit. ICRAF. Pucallpa, PE. p. 163.
- ANGULO, W. et al. 2004. Aspectos fundamentales para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales. (Pucallpa, PE). AGRO – INIEA. 1(2): 36-39.
- ARCOS, M. et al. 1994. Sistemas Agroforestales: Panorama General. (2006, Pucallpa, PE). En 25 Años de Investigación Forestal. Volumen 1. Edit. INIEA (Instituto de Investigación y Extensión Agraria). (CD-ROM). Pucallpa, PE.
- ARÉVALO, L. et al. 1993. Cultivos en Callejones (en línea), s.n.t. Consultado 18 de junio. 2011. Disponible en <http://www.fao.org>.
- BARÓN, J. et al. 1986. Métodos de establecimiento de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., y su efecto sobre la producción de maíz (*Zea mays* L.) y fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) sembrados en callejones entre los árboles (AlleyCropping).

Edit. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR).
Departamento de Producción Vegetal. Turrialba, CR. s.p.

- BRÜNNING, E.F. 1975. "Tropical Ecosystems: State and Targets of Research into the Ecology of Humid Tropical Ecosystems". *PlantResearch and Development* 1:22-38.
- BUNCH, R. et al. 1994. El uso de abonos verdes por agricultores campesinos: que hemos aprendido hasta la fecha (en línea). Consultado 26 de oct. 2011. No 3. Disponible en www.cidicco.hn/archivospdf/Inftecnico3.pdf
- Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza-CATIE-1986. Silvicultura de especies romisorias para la producción de leña en América central resultado de cinco años de investigación. CATIE (C.R.) Serie técnica. Informe técnico No. 86,228p. Consultado el 21 de noviembre del 2011. Disponible en <http://books.google.com.es>.
- COMAFORS-IPS. El Bosque en el Ecuador: Una visión transformada para el desarrollo y la conservación. Marzo, 2001. Documento del Programa Nacional – Ecuador ONU-REDD. 2011. (en línea). Consultado 01 de jul. 2012. Disponible en www.unredd.net.
- DÁVILA, G., NAVIA, J. 1998. Comportamiento de algunas propiedades físico - químicas del suelo en un sistema en callejones de maíz - mata ratón (en línea). s.n.t. Consultado 10 de ene. 2007. Disponible en www.cipav.org.
- DOMINGUEZ, C. comp. 1971. Yuca, investigación, producción y utilización. Cali, CO. Edit. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical CO). pp. 251-352.
- DOMINIQUE, J.et al 1994. Evaluación de la sostenibilidad agronómica financiera y económica de un sistema de cultivos en callejones asociando el maíz (*Zea mays* L.) con poró (*Erythrina poeppigiana*. Walpers) O.F. Cook) plantado en diferentes densidades. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 103p.

- DUICELA, L. et al. 2003. Caracterización física y organoléptica de cafés arábigos en los principales agroecosistemas del Ecuador. COFENAC-PROMSA. PROYECTO IQ-CT-035. 1ra. Edición. 248p.
- ECHEVERRÍA, R. et al. 2001. Efecto de la *Leucaena* en la fertilización nitrogenada del cultivo de maíz. (San Martín de Tarapoto, PE). Resúmenes de experimentos en maíz. Informe Técnico IT-06: 30.
- ECORAE. (Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico EC). 2001. Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la Amazonia Ecuatoriana. S.e. Quito, EC. P. 175.
- ERAS, V. et al. 2004. Alternativas agroforestales para el trópico húmedo de la región amazónica ecuatoriana. Universidad Nacional de Loja -Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios pp 49 - 60.
- ESPINOZA, M. et al. 2001. Efecto de la densidad de siembra y frecuencia de corte en el rendimiento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt en Tarapoto, departamento de San Martín. La Agroforestería en el Perú con énfasis en la Amazonia: una Bibliografía Anotada. 2006. Tesis Mg. Se. Universidad Nacional Agraria La Molina. Cornelius J. Meza A (Eds). Edit. ICRAF Pucallpa, PE. P, 131.
- FROHLICH, G; RODEWALD, W. 1970. Enfermedades y plagas de las plantas tropicales descripción y lucha. Trad. G. Bayo. México, DF. Edit. UTEHA. Pp. 179-186.
- FUENTES, J. et al. 2002. Manual practico sobre utilización de suelo y fertilizantes. Madrid, ES. Edit. Mundi - Prensa. p. 159.
- GARCÍA, J; GARCÍA, R. 1982. Edafología y fertilización agrícola. Barcelona, ES. Edit. Aedos. pp. 97-102.
- Gobierno del Estado de Chiapas-Secretaría de Desarrollo Rural. 2006. Agroforestería. Guía de extensionista forestal II. 15 p. disponible en www.monografias.com.

- GOYTENDIA, A. et al. 1994. Caracterización de los suelos para los Sistemas Agroforestales (en línea). Consultado el 22 de Octubre del 2011. Disponible en www.fao.org.
- GUERRERO, L. et al. 2000. El manejo de nuestros recursos naturales. In La Agroforesteria en el Perú con énfasis en la Amazonia: una Bibliografía anotada. 2006. Cornelius J. Meza A (Eds). Edit. ICRAF. Pucallpa, PE. p. 177.
- INEC. Disponibles [13/07/2008] en: <http://www.inec.gov.ec>.
- INFOAM. (International Federation of Organic Agriculture Movements). 1994. Manual de capacitación en agricultura orgánica para los trópicos (en línea). Consultado 30 oct. 2011. Disponible en www.fibl.org.
- Informe final, GFA Consulting Group. Agosto 2009. Documento del Programa Nacional – Ecuador ONU-REDD. 2011. (en línea). Consultado 01 de jul. 2012. Identificación de posibles contribuciones de la Cooperación Financiera alemana a la realización del Programa Socio Bosque del Ecuador. Disponible en www.unredd.net.
- IÑIGUEZ, M. et al. 1999. Manejo y conservación de suelos y aguas. Edit. Cosmos. Loja-EC. pp. 181-219.
- IÑIGUEZ, M. et al. 2005. Fertilidad. Fertilizantes y Fertilidad del suelo. Edit. Materiales Educativos. Loja, EC. pp. 61-322.
- JARAMILLO, F. et al. 2002. Introducción a la ciencia del suelo (en línea). Consultado el 21 de mayo del 2012. Medellín CO. Edit. Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Geociencias, pp 299-456. Disponible en www.unalmed.edu.co.
- KASS, D. et al. 1997. Como hacer el cultivo en callejones más productivo, sostenible y aceptable a pequeños productores (en línea). Consultado 10 de ene. 2007. Disponible en <http://www.ciedperu.org>.

- LÓPEZ T. G. 2007. Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p. Disponible en www.monografias.com.
- MAE 2010. Documento del Programa Nacional – Ecuador ONU-REDD. 2011. (en línea). Consultado 01 de jul. 2012. Sectores, políticas y Ministerios y su relación con el impacto de los bosques. Disponible en www.unredd.net.
- MAG, SIGAGRO (2005). “Mapa de usos actuales del suelo en el Ecuador”. Consultado 25 de junio. 2011. disponible en <http://www.pnuma.org>.
- MOLTALDO, A. et al. 1979a. la yuca o mandioca. Edit. IICA. San José CR. pp. 28-172.
- MONTALDO, A., comp. 1996b. la yuca frente al hombre del mundo tropical. Edit. Universidad Central de Venezuela. Maracay, VE. pp. 17-217.
- MUSÁLEM S. M. A. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. 120 p. en (línea). Consultado el 01 de jul. 2012. Disponible en www.monografias.com.
- PALM, C. et al. 1988. calidad del mulch y dinámicas de nitrógeno en un sistema de cultivos en callejones en la amazonia peruana. Tesis de Ph.D. Soil Science – Universidad carolina del Norte (en línea). Carolina del Norte, US. Consultado 17 oct. 2011. Disponible en www.fao.org.
- PERRIN, R. et al. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT – Programa de Economía. 76 p.
- PROEXANT. (Corporación Promoción de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales EC). 2006. (en línea), s.n.t. Consultado 17 de junio. 2011. Disponible en <http://www.proexant.org>.

- PROEXANT. (Corporación Promoción de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales EC). 2006. La yuca en Ecuador (en línea). Consultado 12 de oct. del 2011. Disponible en www.elmercurio.com.ec.
- Repertorium Botanicis Systematicae. Vol.1.No.4. p.115-120. (en línea). Consultado 16 de oct. 2011. Disponible en www.conabio.gob.mx.
- RICSE, A. et al. 2005 Sistemas Agroforestales en la región de Ucayali. Edit. Edygraf. Pucallpa, PE. pp. 13 a 16.
- ROBLES, A. et al. 2008. Evaluación del sistema de cultivo en callejones de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. En asociación con yuca *Manihot esculenta* Crantz. En la estación experimental el “Padmi”. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables Loja. Carrera de Ingeniería Agronómica. Loja, EC. pp. 41-63.
- RODRIGUEZ, F. et al. 1982. Fertilizantes. Nutrición vegetal. 1ra. Edición. AGT EDITOR S.A. México D. F., México. P. 11-152.
- RUIZ, J. et al. 1987. Utilización de tres leguminosas arbóreas en la producción de cultivos de ciclo corto en el sistema de callejones en Yurimaguas. En la agroforestería en el Perú con énfasis en la amazonia: una bibliografía anotada. 2006. Cornelius J. Meza A (Eds). ICRAF. Pucallpa, PE. pp 150-151.
- RUIZ, P. et al. 1992. Importancia de los microorganismos del suelo para los sistemas agroforestales (en línea). Consultado 15 de oct. 2011. Disponible en www.fao.org.
- RUSSO, R. et al. 1983b. Efecto de la poda de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook (Poró), sobre la nodulación de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal “café-poró”. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 108p.
- SALAZAR, A. et al. 1990. Cultivo en callejones: algunos resultados de investigación en Yurimaguas - Cuenca Amazónica del Perú. En la agroforestería en el Perú con

énfasis en la amazonia: una bibliografía anotada. 2006. Cornelius J. Meza A (Eds). Edit. ICRAF. Pucallpa, PE. pp. 105-106.

- SANCHEZ, P., PALM. C. 1994. Reciclaje de nutrientes y agrosilvicultura en Arica (en línea) .s.n.t. Consultado 28 de sept. 2011. Disponible en www.fao.org.
- SESA (Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuario EC). 1986. Inventario de plagas, enfermedades y malezas del Ecuador. S.e. Quito, EC. p 186.
- SIGAGRO (2003), “Mapa de zonas de vida según Holdridge”. Consultado 25 de junio.2011. disponible en <http://www.pnuma.org>.
- VALAREZO, C. et al. 2004. Gestión de la fertilidad del suelo en el trópico húmedo, en la Región Amazónica Ecuatoriana y bajo sistemas agroforestales, Universidad Nacional de Loja. Programa de Modernización de los servicios agropecuarios. P.141.
- VILLAMAGUA, G. et al. 2006. Establecimiento del sistema agroforestal de cultivos en callejones, utilizando *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. En asociación con dos cultivos alimenticios: maíz (*Zea mays* L.) y caupi (*Vigna unguiculata* L.) en la Estación Experimental el “Padmi”. Tesis Ing. For. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables Loja. Carrera de Ingeniería Forestal. Loja, EC. P 198.
- ZAPATA, R. et al. 2004. Química de la acidez del suelo (en línea). Consultado el 21 de mayo del 2012. Medellín CO. Edit. Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Geociencias. p. 203. Disponible en www.unalmed.edu.co.

APÉNDICES

Apéndice 1

Análisis de varianza (ANOVA) del pH en agua (H₂O) en el horizonte orgánico mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

Con el *análisis de varianza* comprobamos si existen diferencias estadísticamente significativas entre *más de dos grupos*, es decir, comprobamos si las diversas muestras podemos considerarlas muestras aleatorias de la misma población.

a. Promedios del pH_{H₂O} del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio pH H ₂ O	Varianza pH H ₂ O
T1= F1P1	4,80	4,80	4,80	4,80	0,00
T2= F1P2	4,70	5,30	4,70	4,90	0,12
T3= F2P1	4,70	5,60	5,70	5,33	0,30
T4= F2P2	5,40	5,10	6,00	5,50	0,21
T5= F3P1	5,20	4,90	5,40	5,17	0,06
T6= F3P2	5,40	5,40	4,60	5,13	0,21

b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
pH	18	0,73	0,00	8,57

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,03	1	0,03	0,30	0,6385 (Poda*Rep)
Rep.	0,10	2	0,05	0,26	0,7826
Poda*Rep.	0,18	2	0,09	0,47	0,6572
Ferti.	0,96	2	0,48	2,49	0,1987
Poda*Ferti.	0,03	2	0,02	0,08	0,9244
Rep.*Ferti.	0,76	4	0,19	0,98	0,5065
Error	0,78	4	0,19		
Total	2,84	17			

Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90605

Error: 0,1939 Gl: 4

Fertilización	Medias	n	E.E.
Con Cal	5,42	6	0,18
Con cal y fósforo	5,15	6	0,18
Sin cal	4,85	6	0,18

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Apéndice 2

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de materia orgánica (MO%) en el horizonte orgánico mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

a. Promedios del contenido de materia orgánica del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición			Promedio MO%	Varianza MO%
	I	II	III		
T1= F1P1	6,70	9,80	5,70	7,40	4,57
T2= F1P2	7,20	12,50	8,90	9,53	7,32
T3= F2P1	7,70	6,60	7,90	7,40	0,49
T4= F2P2	7,50	9,50	8,90	8,63	1,05
T5= F3P1	8,60	11,10	10,20	9,97	1,60
T6= F3P2	9,10	7,60	5,20	7,30	3,87

b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
MO	18	0,80	0,14	20,59

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,25	1	0,25	0,70	0,4917(Poda*Rep)
Rep	11,79	2	5,89	1,98	0,2521
Poda*Rep	0,70	2	0,35	0,12	0,8914
Ferti	1,22	2	0,61	0,21	0,8224
Poda*Ferti	19,53	2	9,77	3,29	0,1432
Rep*Ferti	13,44	4	3,36	1,13	0,4540
Error	11,89	4	2,97		
Total	58,82	17			

Tukey Alfa=0,05 DMS=3, 54712

Error:2,9717 Gl: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con cal y fósforo	8,63	6	0,70 A
Sin cal	8,47	6	0,70 A
Con Cal	8,02	6	0,70 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Apéndice 3

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Fosforo (P_2O_5) en el horizonte orgánico mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

a. Promedios del contenido de Fosforo del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición			Promedio P	Varianza P
	I	II	III		
T1= F1P1	3,70	12,60	3,20	6,50	27,97
T2= F1P2	7,10	3,20	8,40	6,23	7,32
T3= F2P1	4,00	2,60	15,70	7,43	51,74
T4= F2P2	2,60	5,90	5,00	4,50	2,91
T5= F3P1	12,10	9,60	2,00	7,90	27,67
T6= F3P2	5,30	8,60	6,00	6,63	3,02

b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
P	18	0,46	0,00	90,78

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	9,98	1	9,98	7,55	0,1108(Poda*Rep)
Rep		5,24	2	2,62	0,07 0,9294
Poda*Rep		2,64	2	1,32	0,04 0,9635
Ferti		5,32	2	2,66	0,08 0,9285
Poda*Ferti		5,44	2	2,72	0,08 0,9269
Rep*Ferti	92, 69		4	23,17	0,66 0,6521
Error	140, 7	14		35,18	
Total	262, 02	17			

Tukey Alfa=0, 05 DMS=12, 20412

Error: 35,1772 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con cal y fósforo	7,27	6	2,42 A
Sin cal	6,37	6	2,42 A
Con Cal	5,97	6	2,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 4

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Potasio (K) en el horizonte orgánico mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

a. Promedios del contenido de Potasio aprovechable del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio K	Varianza K
T1= F1P1	0,30	0,06	0,28	0,21	0,02
T2= F1P2	0,35	0,11	0,04	0,17	0,03
T3= F2P1	0,25	0,40	0,07	0,24	0,03
T4= F2P2	0,05	0,03	0,16	0,08	0,00
T5= F3P1	0,06	0,18	0,16	0,13	0,00
T6= F3P2	0,30	0,05	0,18	0,18	0,02

b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
K	18	0,62	0,00	90,19

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,01	1	0,01	1,09	0,4069(Poda*Rep)
Rep	0,02	2	0,01	0,49	0,6428
Poda*Rep	0,02	2	0,01	0,53	0,6233
Ferti	4,3E-03	2	2,2E-03	0,09	0,9129
Poda*Ferti	0,03	2	0,02	0,68	0,5587
Rep*Ferti	0,05	4	0,01	0,57	0,6993
Error	0,09	4	0,02		
Total	0,24	17			

Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31238

Error: 0,0230 Gl: 4

Ferti	Medias n	E.E.
Sin cal	0,19 6	0,06 A
Con Cal	0,16 6	0,06 A
Con cal y fósforo	0,16 6	0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Apéndice 5

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Calcio (Ca) en el horizonte orgánico mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de Calcio aprovechable del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio Ca	Varianza Ca
T1= F1P1	13,40	12,41	14,42	13,41	1,01
T2= F1P2	45,10	76,40	34,70	52,07	471,12
T3= F2P1	39,90	107,70	81,60	76,40	1169,49
T4= F2P2	26,96	27,95	25,97	26,96	0,98
T5= F3P1	102,60	107,70	76,40	95,57	282,02
T6= F3P2	26,36	25,35	27,34	26,35	0,99

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Ca	18	0,91	0,60	44,14

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	3200,00	1	3200,00	44,93	0,0215 (Poda*Rep)
Rep	1117,22	2	558,61	1,22	0,3856
Poda*Rep	142,43	2	71,21	0,16	0,8608
Ferti	2482,49	2	1241,24	2,71	0,1801
Poda*Ferti	9894,40	2	4947,20	10,81	0,0244
Rep*Ferti	761,39	4	190,35	0,42	0,7918
Error	1830,19	4	457,55		
Total	19428,12	17			

Tukey Alfa= 0,05 DMS= 44,01432

Error: 457,5479 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con cal y fósforo	60,96	6	8,73
Con Cal	51,68	6	8,73
Sin cal	32,74	6	8,73

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 6

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Magnesio (Mg) en el horizonte orgánico mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

a. Promedios del contenido de Magnesio aprovechable del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición	Repetición	Repetición	Promedio Mg	Varianza Mg
	I	II	III		
T1= F1P1	0,707	0,623	0,596	0,64	0,00
T2= F1P2	1,176	0,671	0,718	0,86	0,08
T3= F2P1	0,868	1,581	0,848	1,10	0,17
T4= F2P2	0,754	0,858	0,783	0,80	0,00
T5= F3P1	0,756	0,774	0,67	0,73	0,00
T6= F3P2	0,998	1,093	0,642	0,91	0,06

a. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Mg	18	0,86	0,40	22,40

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda		4,1E-03	1	4,1E-03	0,11 0,7759(Poda*Rep)
Rep		0,16 2	0,08	2,30	0,2167
Poda*Rep		0,08 2	0,04	1,08	0,4208
Ferti	0,12 2	0,06	1,74	0,2862	
Poda*Ferti		0,25 2	0,12	3,49	0,1327
Rep*Ferti		0,26 4	0,06	1,81	0,2905
Error		0,14 4	0,04		
Total		1,01 17			

Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,38699

Error: 0,0354 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con Cal	0,95	6	0,08 A
Con cal y fósforo	0,82 6	0,08	A
Sin cal	0,75	6	0,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 7

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Acidez cambiante (Al+H) en el horizonte orgánico mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

a. Promedios del contenido de Acidez cambiante del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio pH H2O	Varianza pH h2O
T1= F1P1	1,55	1,07	1,20	1,27	0,06
T2= F1P2	2,00	0,41	1,17	1,19	0,63
T3= F2P1	1,12	0,41	0,47	0,67	0,16
T4= F2P2	0,82	0,59	0,34	0,58	0,06
T5= F3P1	0,47	0,79	0,52	0,59	0,03
T6= F3P2	0,55	0,75	1,30	0,87	0,15

b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Acidez	18	0,87	0,46	39,02

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,01	1	0,01	0,11	0,7735 (Poda*Rep)
Rep	0,52	2	0,26	2,31	0,2150
Poda*Rep	0,11	2	0,06	0,49	0,6433
Ferti 1,27	2	0,63	5,60	0,0693	
Poda*Ferti	0,13	2	0,06	0,56	0,6123
Rep*Ferti	1,08	4	0,27	2,39	0,2094
Error	0,45	4	0,11		
Total	3,58	17			

Tukey Alfa= 0,05 DMS 0,9274

Error: 0,1133 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Sin cal	1,23	6	0,14 A
Con cal y fósforo	0,73	6	0,14 A
Con Cal	0,63	6	0,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Apéndice 8

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Aluminio intercambiable (Al) en el horizonte orgánico mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de Aluminio intercambiable del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición	Repetición	Repetición	Promedio	Varianza
	I	II	III	Al	Al
T1= F1P1	0,89	0,66	0,59	0,71	0,02
T2= F1P2	0,88	0,33	0,68	0,63	0,08
T3= F2P1	0,89	0,34	0,40	0,54	0,09
T4= F2P2	0,74	0,51	0,28	0,51	0,05
T5= F3P1	0,39	0,61	0,45	0,48	0,01
T6= F3P2	0,58	0,30	0,71	0,53	0,04

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Al	18	0,82	0,22	32,04

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	2,5E-03	1	2,5E-03	0,11	0,7687(Poda*Rep)
Rep	0,24	2	0,12	3,64	0,1259
Poda*Rep	0,04	2	0,02	0,65	0,5682
Ferti	0,10	2	0,05	1,47	0,3328
Poda*Ferti	0,01	2	0,01	0,19	0,8306
Rep*Ferti	0,19	4	0,05	1,42	0,3707
Error	0,13	4	0,03		
Total	0,72	17			

Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,37474

Error: 0,0332 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Sin cal	0,67	6	0,07
Con Cal	0,53	6	0,07
Con cal y fósforo	0,51	6	0,07

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 9

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Nitrógeno Aprovechable (N) en el horizonte orgánico mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de Carbón orgánico del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio N	Varianza N
T1= F1P1	43,20	64,30	47,70	51,73	123,50
T2= F1P2	48,10	42,50	62,80	51,13	109,92
T3= F2P1	52,80	30,10	39,10	40,67	130,66
T4= F2P2	40,30	44,00	38,70	41,00	7,39
T5= F3P1	40,20	54,10	37,40	43,90	79,99
T6= F3P2	41,80	38,90	49,80	43,50	31,87

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
N	18	0,61	0,00	25,01

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,22	1	0,22	2,0E-03	0,9680(Poda*Rep)
Rep	7,87	2	3,93	0,03	0,9701
Poda*Rep	217,11	2	108,56	0,84	0,4943
Ferti	360,76	2	180,38	1,40	0,3453
Poda*Ferti	0,72	2	0,36	2,8E-03	0,9972
Rep*Ferti	227,64	4	56,91	0,44	0,7752
Error	514,06	4	128,51		
Total	1328,39	17			

Tukey Alfa= 0,05 DMS= 23, 32664

Error: 128,5147 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.	
Sin cal	51,43	6	4,63	A
Con cal y fósforo	43,70	6	4,63	A
Con Cal	40,83	6	4,63	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Apéndice 10

Análisis de varianza (ANOVA) del pH en agua (H₂O) en el horizonte mineral mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

a. Promedios del pH_{H2O} del horizonte orgánico El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio pH H2O	Varianza pH h20
T1= F1P1	5,00	4,90	5,40	5,10	0,07
T2= F1P2	5,30	4,70	5,20	5,07	0,10
T3= F2P1	5,10	6,00	5,50	5,53	0,20
T4= F2P2	5,40	5,20	5,80	5,47	0,09
T5= F3P1	5,20	5,10	5,10	5,13	0,00
T6= F3P2	5,10	5,10	5,30	5,17	0,01

b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
pH	18	0,82	0,23	5,12

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	2,2E-03	1	2,2E-03	0,02	0,9002(Poda*Rep)
Rep	0,17	2	0,09	1,21	0,3888
Poda*Rep	0,22	2	0,11	1,53	0,3209
Ferti	0,60	2	0,30	4,16	0,1054
Poda*Ferti	0,01	2	3,9E-03	0,05	0,9483
Rep*Ferti	0,29	4	0,07	1,00	0,5000
Error	0,29	4	0,07		
Total	1,58	17			

Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55298

Error: 0,0722 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con Cal	5,50	6	0,11
Con cal y fósforo	5,15	6	0,11
Sin cal	5,08	6	0,11

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p ≤ 0,05)

Apéndice 11

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de materia orgánica (MO%) en el horizonte mineral mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de materia orgánica del horizonte mineral El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición	Repetición	Repetición	Promedio MO	Varianza MO
	I	II	III		
T1= F1P1	4,80	7,90	1,90	4,87	9,00
T2= F1P2	2,90	5,80	2,10	3,60	3,79
T3= F2P1	3,50	3,10	3,30	3,30	0,04
T4= F2P2	3,10	2,20	5,90	3,73	3,72
T5= F3P1	5,60	6,10	5,10	5,60	0,25
T6= F3P2	5,90	4,60	3,80	4,77	1,12

- c. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
MO	18	0,93	0,72	20,59

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	1,39	1	1,39	0,92	0,4392(Poda*Rep)
Rep	4,81	2	2,41	3,05	0,1566
Poda*Rep	3,03	2	1,51	1,92	0,2602
Ferti	8,39	2	4,19	5,32	0,0746
Poda*Ferti	2,34	2	1,17	1,49	0,3293
Rep*Ferti	24,87	4	6,22	7,89	0,0351
Error	3,15	4	0,79		
Total	47,98	17			

Tukey Alfa=0,05 DMS = 1,82664

Error: 0,7881 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con cal y fósforo	5,18	6	0,36
Sin cal	4,23	6	0,36
Con Cal	3,52	6	0,36

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 12

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Fósforo aprovechable (P_2O_5) en el horizonte mineral mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de Fosforo aprovechable del horizonte mineral El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio P	Varianza P
T1= F1P1	0,40	12,40	0,10	4,30	49,23
T2= F1P2	2,20	2,70	1,40	2,10	0,43
T3= F2P1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
T4= F2P2	0,10	0,10	5,00	1,73	8,00
T5= F3P1	3,30	2,30	0,10	1,90	2,68
T6= F3P2	2,20	1,10	0,10	1,13	1,10

- c. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
P	18	0,83	0,29	133,92

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,89	1	0,89	0,07	0,8161(Poda*Rep)
Rep	14,00	2	7,00	1,11	0,4144
Poda*Rep	25,40	2	12,70	2,01	0,2490
Ferti	16,81	2	8,41	1,33	0,3608
Poda*Ferti	11,25	2	5,63	0,89	0,4790
Rep*Ferti	58,20	4	14,55	2,30	0,2198
Error	25,30	4	6,32		
Total	151,85	17			

Tukey Alfa=0,05 DMS=5, 17449

Error: 6,3239 GL: 4

Ferti.	Medias	n	E.E.
Sin cal	3,20	6	1,03
Con cal y fósforo	1,52	6	1,03
Con Cal	0,92	6	1,03

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 13

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Potasio (K) en el horizonte mineral mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

c. Promedios del contenido de Potasio aprovechable del horizonte mineral El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio k	Varianza K
T1= F1P1	0,18	0,05	0,06	0,10	0,01
T2= F1P2	0,15	0,17	0,04	0,12	0,00
T3= F2P1	0,1	0,09	0,13	0,11	0,00
T4= F2P2	0,25	0,22	0,17	0,21	0,00
T5= F3P1	0,04	0,24	0,08	0,12	0,01
T6= F3P2	0,25	0,23	0,06	0,18	0,01

d. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
K	18	0,82	0,26	47,66

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,02	1	0,02	3,72	0,1935(Poda*Rep)
Rep	0,02	2	0,01	2,50	0,1976
Poda*Rep	0,01	2	4,9E-03	1,10	0,4167
Ferti	0,01	2	4,5E-03	1,02	0,4385
Poda*Ferti	0,01	2	2,6E-03	0,59	0,5952
Rep*Ferti	0,02	4	4,8E-03	1,08	0,4697
Error	0,02	4	4,4E-03		
Total	0,10	17			

Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13675

Error: 0,0044 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con Cal	0,16	6	0,03
Con cal y fósforo	0,15	6	0,03
Sin cal	0,11	6	0,03

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 14

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Calcio (Ca) en el horizonte mineral mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de Calcio aprovechable del horizonte mineral El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición	Repetición	Repetición	Promedio Ca	Varianza Ca
	I	II	III		
T1= F1P1	159,90	55,50	45,10	86,83	4.031,09
T2= F1P2	66,00	45,10	34,70	48,60	254,11
T3= F2P1	34,70	71,20	112,90	72,93	1.531,06
T4= F2P2	102,40	45,10	76,40	74,63	823,16
T5= F3P1	45,10	66,00	39,90	50,33	190,84
T6= F3P2	55,50	45,00	50,40	50,30	27,57

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Ca	18	0,67	0,00	59,57

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	668,56	1	668,56	9,23	0,0934(Poda*Rep)
Rep	1681,35	2	840,68	0,58	0,6012
Poda*Rep	144,91	2	72,46		0,05 0,9519
Ferti	1780,50	2	890,25	0,61	0,5855
Poda*Ferti	1528,46	2	764,23	0,53	0,6265
Rep*Ferti	6086,51	4	1521,63		1,05 0,4821
Error	5802,91	4	1450,73		
Total	17693,20	17			

Tukey Alfa=0, 05 DMS=78, 37340

Error: 1450,7281 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con Cal	73,78	6	15,55 A
Sin cal	67,72	6	15,55 A
Con cal y fósforo	50,32	6	15,55 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 15

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Magnesio (Mg) en el horizonte mineral mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de Magnesio aprovechable del horizonte mineral El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición	Repetición	Repetición	Promedio	Varianza
	I	II	III	Mg	Mg
T1= F1P1	0,65	0,87	0,54	0,69	0,03
T2= F1P2	0,97	0,46	0,62	0,69	0,07
T3= F2P1	0,73	0,59	0,85	0,72	0,02
T4= F2P2	0,78	0,75	0,65	0,73	0,00
T5= F3P1	0,51	0,41	0,45	0,45	0,00
T6= F3P2	0,60	0,87	0,23	0,57	0,10

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Mg	18	0,62	0,00	37,64

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,01	1	0,01	0,22	0,6873(Poda*Rep)
Rep	0,07	2	0,04	0,61	0,5894
Poda*Rep	0,06	2	0,03	0,48	0,6502
Ferti	0,15	2	0,08	1,33	0,3613
Poda*Ferti	0,01	2	0,01	0,10	0,9033
Rep*Ferti	0,09	4	0,02	0,38	0,8139
Error	0,23	4	0,06		
Total	0,62	17			

Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49612

Error: 0,0581 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con Cal	0,73	6	0,10
Sin cal	0,69	6	0,10
Con cal y fósforo	0,51	6	0,10

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 16

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Acidez cambiable (Al+H) en el horizonte mineral mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de Acidez cambiable del horizonte mineral El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición	Repetición	Repetición	Promedio	Varianza
	I	II	III	Al+H	Al+H
T1= F1P1	0,75	0,52	0,58	0,62	0,01
T2= F1P2	0,57	1,57	0,54	0,89	0,34
T3= F2P1	0,58	0,70	0,46	0,58	0,01
T4= F2P2	0,53	0,81	0,32	0,55	0,06
T5= F3P1	0,55	0,65	0,77	0,66	0,01
T6= F3P2	0,75	0,71	0,51	0,66	0,02

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Acidez	18	0,76	0,00	39,82

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,03	1	0,03	0,25	0,6662(Poda*Rep)
Rep	0,28	2	0,14	2,01	0,2491
Poda*Rep	0,25	2	0,12	1,81	0,2760
Ferti 0,11	2	0,05	0,77	0,5205	
Poda*Ferti	0,08	2	0,04	0,61	0,5855
Rep*Ferti	0,12	4	0,03	0,44	0,7783
Error	0,28	4	0,07		
Total	1,15	17			

Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,54034

Error: 0,0690 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Sin cal	0,76	6	0,11 A
Con cal y fósforo	0,66	6	0,11 A
Con Cal	0,57	6	0,11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 17

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Aluminio intercambiable (Al) en el horizonte mineral mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de Aluminio intercambiable del horizonte mineral El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición	Repetición	Repetición	Promedio	Varianza
	I	II	III	Al	Al
T1= F1P1	0,50	0,34	0,43	0,42	0,01
T2= F1P2	0,44	0,74	0,44	0,54	0,03
T3= F2P1	0,41	0,61	0,33	0,45	0,02
T4= F2P2	0,44	0,69	0,28	0,47	0,04
T5= F3P1	0,44	0,54	0,52	0,50	0,00
T6= F3P2	0,63	0,61	0,40	0,55	0,02

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Al	18	0,83	0,26	22,44

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	0,02	1	0,02	0,80	0,4661(Poda*Rep)
Rep	0,11	2	0,05	4,48	0,0952
Poda*Rep	0,04	2	0,02	1,76	0,2837
Ferti	0,01	2	0,01	0,52	0,6310
Poda*Ferti	0,01	2	3,7E-03	0,31	0,7487
Rep*Ferti	0,04	4	0,01	0,84	0,5669
Error	0,05	4	0,01		
Total	0,27	17			

Tukey Alfa= 0, 05 DMS= 0, 22546

Error: 0,0120 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con cal y fósforo	0,52	6	0,04
Sin cal	0,48	6	0,04
Con Cal	0,46	6	0,04

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Apéndice 18

Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de Nitrógeno Aprovechable (N) en el horizonte mineral mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del contenido de Nitrógeno aprovechable del horizonte mineral El Padmi-Zamora Chinchipe 2011.

Tratamiento	Repetición	Repetición	Repetición	Promedio N	Varianza N
	I	II	III		
T1= F1P1	38,10	62,80	27,80	42,90	323,53
T2= F1P2	20,70	50,70	17,90	29,77	330,61
T3= F2P1	24,90	23,20	28,70	25,60	7,93
T4= F2P2	32,60	27,70	33,40	31,23	9,52
T5= F3P1	38,30	39,50	33,30	37,03	10,81
T6= F3P2	32,60	31,40	21,30	28,43	38,52

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
N	18	0,99	0,94	8,18

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)	
Poda	128,00	1	128,00	192,00	0,0052(Poda*Rep)	
Rep	469,78	2	234,89	33,16	0,0032	
Poda*Rep	1,33	2	0,67	0,09	0,9121	
Ferti	192,11	2	96,06	13,56	0,0165	
Poda*Ferti	286,33	2	143,17	20,21	0,0081	
Rep*Ferti	960,56	4	240,14	33,90	0,0024	
Error	28,33	4	7,08			
Total	2066,44	17				

Tukey Alfa= 0,05 DMS= 5,47639

Error: 7,0833 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.	
Sin cal	36,50	6	1,09	A
Con cal y fósforo	32,67	6	1,09	A B
Con Cal	28,50	6	1,09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Apéndice 19

Análisis de varianza (ANOVA) del prendimiento total de las estacas de yuca mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del total de las estacas de yuca prendidas El Padmi – Zamora Chinchipe 2011.
Expresados en porcentaje.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	promedio %	Varianza %
T1= F1P1	81	84	75	80,0	4,33
T2= F1P2	84	74	82	80,0	4,33
T3= F2P1	86	88	98	90,0	7,00
T4= F2P2	84	87	84	85,0	0,33
T5= F3P1	89	91	90	90,0	0,33
T6= F3P2	90	89	91	90,0	0,33

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Prendimiento	18	0,83	0,27	5,63

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	3,56	1	3,56	1,73	0,3190(Poda*Rep)
Rep	0,78	2	0,39	0,09	0,9198
Poda*Rep	4,11	2	2,06	0,45	0,6657
Ferti	61,78	2	30,89	6,78	0,0519
Poda*Ferti	7,11	2	3,56	0,78	0,5174
Rep*Ferti	10,22	4	2,56	0,56	0,7054
Error	18,22	4	4,56		
Total	105,78	17			

Tukey Alfa= 0,05 DMS= 4,39184

Error: 4,5556 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.	
Con cal y fósforo	39,67	6	0,87	A
Con Cal	38,67	6	0,87	A
Sin cal	35,33	6	0,87	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 20

Análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento de la yuca mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

a. Promedios de rendimiento de la yuca El Padmi – Zamora Chinchipe 2006. Expresados en kg/parcela

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	promedio kg/parc.	Varianza Kg/parc.
T1= F1P1	553,92	496,34	563,45	537,90	1318,34
T2= F1P2	498,45	591,24	565,89	551,86	2300,13
T3= F2P1	510,42	502,56	695,78	569,59	11959,01
T4= F2P2	447,87	680,78	650,98	593,21	16064,80
T5= F3P1	580,56	698,56	634,87	638,00	3488,33
T6= F3P2	624,76	793,02	554,67	657,48	15005,79

b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Rendimiento	18	0,94	0,76	7,34

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	1628,30	1	1628,30	0,13	0,7494 (Poda*Rep)
Rep	28347,78	2	14173,89	7,52	0,0441
Poda*Rep	24302,60	2	12151,30	6,45	0,0560
Ferti	32629,04	2	16314,52	8,66	0,0352
Poda*Ferti	70,57	2	35,28	0,02	0,9815
Rep*Ferti	40084,30	4	10021,08	5,32	0,0672
Error	7538,11	4	1884,53		
Total	134600,71	17			

Tukey Alfa=0,05 DMS=89, 32583

Error: 1884, 5286 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.
Con cal y fósforo	647,74	6	17,72 A
Con Cal	581,40	6	17,72 A B
Sin cal	544,88	6	17,72 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Apéndice 21

Análisis de varianza (ANOVA) de la incidencia de *Fusarium sp* en yuca mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios de la incidencia de *fusarium sp* en yuca El Padmi – Zamora Chinchipe 2011.
Expresado en porcentaje.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	promedio %	Varianza %
T1= F1P1	12,00	0,00	0,00	4,00	48,00
T2= F1P2	0,00	12,00	0,00	4,00	48,00
T3= F2P1	21,00	10,50	0,00	10,50	110,25
T4= F2P2	6,50	7,00	5,50	6,33	0,58
T5= F3P1	12,00	9,00	10,50	10,50	2,25
T6= F3P2	8,50	8,00	4,50	7,00	4,75

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
<i>Fusarium sp</i>	18	0,78	0,08	77,81

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	29,39	1	29,39	0,45	0,5706 (Poda*Rep)
Rep	134,36	2	67,18	2,23	0,2237
Poda*Rep	130,03	2	65,01	2,16	0,2315
Ferti	84,36	2	42,18	1,40	0,3461
Poda*Ferti	15,03	2	7,51	0,25	0,7906
Rep*Ferti	42,72	4	10,68	0,35	0,8304
Error	120,56	4	30,14		
Total	556,44	17			

Tukey Alfa= 0, 05 DMS= 11, 29638

Error: 30,1389 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.	
Con cal y fósforo	8,75	6	2,24	A
Con Cal	8,42	6	2,24	A
Sin cal	4,00	6	2,24	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Apéndice 22

Análisis de varianza (ANOVA) de la incidencia de *Cercospora sp* en yuca mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- c. Promedios de la incidencia de *Cercospora sp* en yuca El Padmi – Zamora Chinchipe 2011.
Expresado en porcentaje.

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	promedio %	Varianza %
T1= F1P1	85,50	85,50	69,00	80,00	90,75
T2= F1P2	90,00	72,30	81,50	81,27	78,36
T3= F2P1	90,42	90,44	90,47	90,44	0,00
T4= F2P2	90,53	90,20	90,86	90,53	0,11
T5= F3P1	87,96	80,00	87,48	85,15	19,92
T6= F3P2	82,52	88,52	85,52	85,52	9,00

- d. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
<i>Cercospora sp</i>	18	0,69	0,00	8,52

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	3,56	1	3,56	0,25	0,6684 (Poda*Rep)
Rep	54,11	2	27,06	0,51	0,6353
Poda*Rep	28,78	2	14,39	0,27	0,7757
Ferti	270,78	2	135,39	2,55	0,1934
Poda*Ferti	0,11	2	0,06	1,0E-03	0,9990
Rep*Ferti	116,56	4	29,14	0,55	0,7126
Error	212,56	4	53,14		
Total	686,44	17			

Tukey Alfa= 0, 05 DMS= 14, 99968

Error: 53,1389 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.	
Con Cal	90,33	6	2,98	A
Con cal y fósforo	85,50	6	2,98	A
Sin cal	80,83	6	2,98	A

Apéndice 23

Análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento de biomasa de *Gliricidia sepium* mediante el arreglo factorial de 2 x 3 (niveles de podas x niveles de fertilización) dispuesto en un diseño de bloques divididos completamente al azar.

- a. Promedios del rendimiento de biomasa de *Gliricidia sepium* El Padmi – Zamora Chinchipe 2011.
Expresado en kg/parcela

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	promedio kg/parcela	Varianza Kg/parcela
T1= F1P1	292,95	472,77	498,67	421,46	12554,46
T2= F1P2	423,50	427,00	435,75	428,75	39,81
T3= F2P1	664,31	670,87	686,09	673,76	124,84
T4= F2P2	438,38	452,38	461,13	450,63	131,69
T5= F3P1	657,31	687,75	733,96	693,01	1489,53
T6= F3P2	616,00	614,25	620,38	616,88	9,97

- b. Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV%
Biomasa	18	0,98	0,90	7,34

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor (Error)
Poda	42729,39	1	42729,39	13,27	0,0678 (Poda*Rep)
Rep	10274,78	2	5137,39	3,18	0,1488
Poda*Rep	6440,78	2	3220,39	2,00	0,2504
Ferti	159932,11	2	79966,06	49,57	0,0015
Poda*Ferti	40908,11	2	20454,06	12,68	0,0186
Rep*Ferti	5622,89	4	1405,72	0,87	0,5514
Error	6452,22	4	1613,06		
Total	272360,28	17			

Tukey Alfa= 0,05 DMS= 82,64191

Error: 1613,0556 GL: 4

Ferti	Medias	n	E.E.	
Con cal y fósforo	654,83	6	16,40	A
Con Cal	562,00	6	16,40	B
Sin cal	425,33	6	16,40	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Apéndice 24

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Costos de producción para el tratamiento I

- a. Costos de producción total para 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento I (sin cal ni fosforo mas poda a los dos meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Envases	Sacos	676,00	0,25	169,00
Subtotal I				425,00
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los dos meses) (se realizo tres veces)	Jornal	30	12,00	360,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
Controlquímico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Acarreo interno	Jornal	80	12,00	960,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Subtotal III				2480,00
Total de costos directos				3219,00
Imprevistos 10%				321,90
Interés al capital 12%				386,28
Arriendo de la tierra				450,00
Total de costos indirectos				1158,18
Costo total				4377,18
Rendimiento de la yuca	kg/ha			30 737
	qq/ha			676
Precio de producción por quintal de yuca producido				8,00
Valor bruto de la producción				5408,00
Ingreso neto				1030,82
Relación beneficio costo (B/C)				1,24
Índice de rentabilidad				24%

- b. Resumen de costos fijos de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento I (sin cal ni fosforo mas poda a los dos meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Subtotal I				256,00
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
Control químico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Subtotal III				1080,00
Total de costos fijos				1650,00

- c. Resumen de costos variables de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento I (sin cal ni fosforo mas poda a los dos meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Envases	Sacos	676,00	0,25	169,00
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los dos meses) (se realizo tres veces)	Jornal	30	12,00	360,00
Acarreo interno	Jornal	80	12,00	960,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Total de costos variables				1569,00

Costos de producción para el tratamiento II

- a. Costos de producción total para 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento II (sin cal ni fosforo mas poda a los cuatro meses).

Actividades	unidad	cantidad	costo unitario	costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Envases	Sacos	693,00	0,25	173,25
Subtotal I				429,25
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestra del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses) (se realizo 1 vez)	Jornal	10	12,00	120,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
control químico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Acarreo interno	Jornal	81	12,00	972,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Subtotal III				2252,00
Total de costos directos				2995,25
Imprevistos 10%				299,52
Interés al capital 12%				359,43
Arriendo de la tierra				450,00
Total de costos indirectos				1108,95
Costo total				4104,20
Rendimiento de la yuca	kg/ha			31 535
	qq/ha			693,00
Precio de producción por quintal de yuca producido				8,00
Valor bruto de la producción				5544,00
Ingreso neto				1439,80
Relación beneficio costo (B/C)				1,35
Índice de rentabilidad				35%

- b. Resumen de costos fijos de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento II (sin cal ni fosforo mas poda a los cuatro meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Subtotal I				256,00
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
Control químico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Subtotal III				1080,00
Total de costos fijos				1650,00

- c. Resumen de costos variables de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento II (sin cal ni fosforo mas poda a los cuatro meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Envases	Sacos	693,00	0,25	173,25
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses) (se realizo 1 vez)	Jornal	10	12,00	120,00
Acarreo interno	Jornal	81	12,00	972,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Total de costos variables				1345,25

Costos de producción para el tratamiento III

- a. Costos de producción total para 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento III (con cal mas poda a los dos meses).

Actividades	unidad	cantidad	costo unitario	costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Envases	Sacos	716,00	0,25	179,00
Subtotal I				435,00
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses)	Jornal	30	12,00	360,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
controlquímico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Acarreo interno	Jornal	90	12,00	1080,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Subtotal III				2600,00
Total de costos directos				3349,00
Imprevistos 10%				334,90
Interés al capital 12%				401,88
Arriendo de la tierra				450,00
Total de costos indirectos				1186,78
Costo total				4535,78
Rendimiento de la yuca	kg/ha			32 548
	qq/ha			716,00
Precio de producción por quintal de yuca producido				8,00
Valor bruto de la producción				5728,00
Ingreso neto				1192,22
Relación beneficio costo (B/C)				1,26
Índice de rentabilidad				26%

b. Resumen de costos fijos de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento III (con cal mas poda a los dos meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Subtotal I				256,00
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
Control químico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Subtotal III				1080,00
Total de costos fijos				1650,00

c. Resumen de costos variables de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento III (con cal mas poda a los dos meses).

Actividades	unidad	cantidad	costo unitario	costo total
Envases	Sacos	716,00	0,25	179,00
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses) (se realizo 1 vez)	Jornal	30	12,00	360,00
Acarreo interno	Jornal	90	12,00	1080,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Total de costos variables				1699,00

Costos de producción para el tratamiento IV

- a. Costos de producción total para 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento IV (con cal mas poda a los cuatro meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Envases	Sacos	745,00	0,25	186,25
Subtotal I				442,25
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses) (se realizo 1 vez)	Jornal	10	12,00	120,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
controlquímico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Acarreo interno	Jornal	91	12,00	1092,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Subtotal III				2372,00
Total de costos directos				3128,25
Imprevistos 10%				312,82
Interés al capital 12%				375,39
Arriendo de la tierra				450,00
Total de costos indirectos				1138,21
Costo total				4266,46
Rendimiento de la yuca	kg/ha			33 898
	qq/ha			745,00
Precio de producción por quintal de yuca producido				8,00
Valor bruto de la producción				5960,00
Ingreso neto				1693,54
Relación beneficio costo (B/C)				1,40
Índice de rentabilidad				40%

b. Resumen de costos fijos de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento IV (con cal mas poda a los cuatro meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Subtotal I				256,00
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
Control químico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Subtotal III				1080,00
Total de costos fijos				1650,00

c. Resumen de costos variables de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento IV (con cal mas poda a los cuatro meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Envases	Sacos	745,00	0,25	186,25
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses) (se realizo 1 vez)	Jornal	10	12,00	120,00
Acarreo interno	Jornal	91	12,00	1092,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Total de costos variables				1478,25

Costos de producción para el tratamiento V

- a. Costos de producción total para 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento V (con cal y fosforo mas poda a los dos meses).

Actividades	unidad	cantidad	costo unitario	costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Envases	Sacos	802,00	0,25	200,50
Subtotal I				456,50
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses) (se realizo 1 vez)	Jornal	30	12,00	360,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
control químico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Acarreo interno	Jornal	93	12,00	1116,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Subtotal III				2636,00
Total de costos directos				3406,50
Imprevistos 10%				340,65
Interés al capital 12%				404,78
Arriendo de la tierra				450,00
Total de costos indirectos				1195,43
Costo total				4601,93
Rendimiento de la yuca	kg/ha			36 457
	qq/ha			802,00
Precio de producción por quintal de yuca producido				8,00
Valor bruto de la producción				6416,00
Ingreso neto				1814,07
Relación beneficio costo (B/C)				1,39
Índice de rentabilidad				39%

- b. Resumen de costos fijos de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento V (con cal mas poda a los dos meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Subtotal I				256,00
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
Control químico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Subtotal III				1080,00
Total de costos fijos				1650,00

- c. Resumen de costos variables de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento V (con cal mas poda a los dos meses).

Actividades	unidad	cantidad	costo unitario	costo total
Envases	Sacos	802,00	0,25	200,50
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses) (se realizo 1 vez)	Jornal	30	12,00	360,00
Acarreo interno	Jornal	93	12,00	1116,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Total de costos variables				1756,50

Costos de producción para el tratamiento VI

- a. Costos de producción total para 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento VI (con cal y fosforo mas poda a los cuatro meses).

Actividades	unidad	cantidad	costo unitario	costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Envases	Sacos	826,00	0,25	206,50
Subtotal I				462,50
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses) (se realizo 1 vez)	Jornal	10	12,00	120,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
control químico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Acarreo interno	Jornal	94	12,00	1128,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Subtotal III				2408,00
Total de costos directos				3184,50
Imprevistos 10%				318,45
Interés al capital 12%				382,14
Arriendo de la tierra				450,00
Total de costos indirectos				1150,59
Costo total				4335,09
Rendimiento de la yuca	kg/ha			37 570
	qq/ha			826,00
Precio de producción por quintal de yuca producido				8,00
Valor bruto de la producción				6608,00
Ingreso neto				2272,91
Relación beneficio costo (B/C)				1,52
Índice de rentabilidad				52%

b. Resumen de costos fijos de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento VI (con cal mas poda a los cuatro meses).

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. Maquinaria				
Bomba	Día	5,00	1,00	5,00
Barreno	Día	1,00	1,00	1,00
Transporte de insumos y monitoreo del ensayo	Día	25,00	10,00	250,00
Subtotal I				256,00
II. Insumos				
Material vegetal de yuca	Estacas	2500	0,06	150,00
Vitavax	Kilo	4	5,00	20,00
Fungicidas				
Cuprofix	Funda	4	6,00	24,00
Insecticidas				
Cipermetrina	Litro	2	8,00	16,00
Herbicidas				
Killer	Galón	4	26,00	104,00
Subtotal II				314,00
III. Mano de obra				
Preparación del suelo				
Limpieza del terreno	Jornal	15	12,00	180,00
Corte de las estacas de yuca	Jornal	6	12,00	72,00
Desinfección de las estacas	Jornal	5	12,00	60,00
Siembra de las estacas	Jornal	12	12,00	144,00
Muestre del suelo	Jornal	3	12,00	36,00
Análisis de las muestras en laboratorio	Muestras	6	30,00	180,00
Control manual de malezas	Jornal	18	12,00	216,00
Control químico de malezas	Jornal	3	12,00	36,00
Control fitosanitario	Jornal	3	12,00	36,00
Cosecha	Jornal	10	12,00	120,00
Subtotal III				1080,00
Total de costos fijos				1650,00

c. Resumen de costos variables de producción de 1 ha del cultivo de yuca bajo el sistema de cultivo en callejones del sistema agroforestal (en USD) para el tratamiento VI (con cal mas poda a los cuatro meses).

Actividades	unidad	cantidad	costo unitario	costo total
Envases	Sacos	826,00	0,25	206,50
Poda, picado y distribución de la biomasa de <i>Gliricidia sepium</i> (a los cuatro meses) (se realizo 1 vez)	Jornal	10	12,00	120,00
Acarreo interno	Jornal	94	12,00	1128,00
Transporte Padmi- Loja	Carro	2	40,00	80,00
Total de costos variables				1534,50

Apéndice 25

Modelo: Libro de campo

Título del experimento						
Lugar de ubicación del experimento						
Fecha de instalación del experimento						
Responsable del experimento						
Responsable de la toma de información						
Tratamientos	Repeticiones	Época	Indicador 1	Indicador 2	Indicador n	Observaciones
T1= F1P1	I					
T2= F1P2	I					
T3= F2P1	I					
T4= F2P2	I					
T5= F3P1	I					
T6= F3P2	I					
T1= F1P1	II					
T2= F1P2	II					
T3= F2P1	II					
T4= F2P2	II					
T5= F3P1	II					
T6= F3P2	II					
T1= F1P1	III					
T2= F1P2	III					
T3= F2P1	III					
T4= F2P2	III					
T5= F3P1	III					
T6= F3P2	III					

Apéndice 26

Datos de campo: Fertilidad del horizonte orgánico

HOJA DE CAMPO: FERTILIDAD DEL HORIZONTE ORGANICO												
Titulo del experimento: Cultivo en callejones												
Ubicación del experimento: Estación Experimental el Padmi (lotes 18 y 19)												
Fecha de instalación del experimento:18 de agosto del 2003 (inicio)												
Responsable del experimento: Juan Carlos Carrión G.												
Responsable de la toma de información: Juan Carlos Carrión G.												
Fecha de muestreo : 16 de julio del 2011												
Tratamientos	Repetición	pH H ₂ O	Al meq/ 100g	H meq/ 100g	CO %	MO %	N ppm	P ug/ml	K meq/ 100g	Ca meq/ 100g	Mg meq/ 100g	Acidez meq/ 100g
T1= F1P1	I	4,80	0,89	0,66	3,50	6,70	43,20	3,70	0,30	13,40	0,71	1,55
T2= F1P2	I	4,70	0,88	1,12	3,80	7,20	48,10	7,10	0,35	45,10	1,18	2,00
T3= F2P1	I	4,70	1,89	0,23	4,00	7,70	52,80	4,00	0,25	39,90	0,87	1,12
T4= F2P2	I	5,40	0,74	0,08	4,00	7,50	40,30	2,60	0,05	26,96	0,75	0,82
T5= F3P1	I	5,20	0,39	0,08	4,50	8,60	40,20	12,10	0,06	102,60	0,76	0,47
T6= F3P2	I	5,40	0,58	0,09	4,80	9,10	41,80	5,30	0,30	26,36	1,00	0,67
T1= F1P1	II	4,80	0,66	0,41	5,20	9,80	54,30	12,60	0,06	12,41	0,62	1,07
T2= F1P2	II	5,30	0,33	0,08	6,60	12,50	42,50	3,20	0,11	76,40	0,67	0,41
T3= F2P1	II	5,60	0,34	0,07	3,50	6,60	30,10	2,60	0,40	107,70	1,58	0,41
T4= F2P2	II	5,10	0,51	0,08	5,00	9,50	44,00	5,90	0,03	27,95	0,86	0,59
T5= F3P1	II	4,90	0,61	0,18	5,90	11,10	54,10	9,60	0,18	107,70	0,77	0,79
T6= F3P2	II	5,40	0,30	0,45	4,00	7,60	38,90	8,60	0,05	25,35	1,09	0,75
T1= F1P1	III	4,80	0,59	0,61	3,00	5,70	47,70	3,20	0,28	14,42	0,60	1,20
T2= F1P2	III	4,70	0,68	0,49	4,70	8,90	62,80	8,40	0,04	34,70	0,72	1,17
T3= F2P1	III	5,70	0,40	0,07	4,20	7,90	39,10	15,70	0,07	81,60	0,85	0,47
T4= F2P2	III	6,00	0,28	0,06	4,70	8,90	38,70	5,00	0,16	25,70	0,78	0,34
T5= F3P1	III	5,40	0,45	0,07	5,40	10,20	37,40	2,00	0,16	76,40	0,67	0,52
T6= F3P2	III	4,60	0,71	0,56	2,80	5,20	49,80	6,00	0,18	27,34	0,64	1,30

Apéndice 27

Datos de campo: Fertilidad del horizonte mineral

HOJA DE CAMPO: FERTILIDAD DEL HORIZONTE MINERAL												
Titulo del experimento: Cultivo en callejones												
Ubicación del experimento: Estación Experimental el Padmi (lotes 18 y 19)												
Fecha de instalación del experimento: 18 de agosto del 2003 (inicio)												
Responsable del experimento: Juan Carlos Carrión G.												
Responsable de la toma de información: Juan Carlos Carrión G.												
Fecha de muestreo : 16 de julio del 2011												
Tratamientos	Repetición	pH _{H2O}	Al meq/100g	H meq/100g	Co %	MO %	N ppm	P ug/ml	K meq/100g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Acidez meq/100g
T1= F1P1	I	5,00	0,50	0,25	2,50	4,80	38,10	0,40	0,18	159,90	0,65	0,75
T2= F1P2	I	5,30	0,44	0,13	1,50	2,90	20,70	2,20	0,15	66,00	0,97	0,57
T3= F2P1	I	5,10	0,41	0,17	1,80	3,50	24,90	0,10	0,10	34,70	0,73	0,58
T4= F2P2	I	5,40	0,44	0,09	1,60	3,10	32,60	0,10	0,25	102,40	0,78	0,53
T5= F3P1	I	5,20	0,44	0,11	2,90	5,60	38,30	3,30	0,04	45,10	0,51	0,55
T6= F3P2	I	5,10	0,63	0,12	3,10	5,90	32,60	2,20	0,25	55,50	0,60	0,75
T1= F1P1	II	4,90	0,34	0,18	4,20	7,90	62,80	12,40	0,05	55,50	0,87	0,52
T2= F1P2	II	4,70	0,74	0,88	3,10	5,80	50,70	2,70	0,17	45,10	0,46	1,57
T3= F2P1	II	6,00	0,61	0,09	1,60	3,10	23,20	0,10	0,09	71,20	0,59	0,70
T4= F2P2	II	5,20	0,69	0,12	1,10	2,20	27,70	0,10	0,22	45,10	0,75	0,81
T5= F3P1	II	5,10	0,54	0,11	3,20	6,10	39,50	2,30	0,24	66,00	0,41	0,65
T6= F3P2	II	5,10	0,61	0,10	2,40	4,60	31,40	1,10	0,23	45,00	0,87	0,71
T1= F1P1	III	5,40	0,43	0,15	1,00	1,90	27,80	0,10	0,06	45,10	0,54	0,58
T2= F1P2	III	5,20	0,44	0,10	1,10	2,10	17,90	1,40	0,04	34,70	0,50	0,54
T3= F2P1	III	5,50	0,33	0,13	1,80	3,30	28,70	0,10	0,13	112,90	0,85	0,46
T4= F2P2	III	5,80	0,28	0,04	3,10	5,90	33,40	5,00	0,17	76,40	0,65	0,32
T5= F3P1	III	5,10	0,52	0,25	2,70	5,10	33,30	0,10	0,08	39,90	0,45	0,77
T6= F3P2	III	5,30	0,40	0,11	2,00	3,80	21,30	0,10	0,06	50,40	0,29	0,51

Apéndice 28

Datos de campo: Porcentajes de prendimiento de las estacas de yuca

HOJA DE CAMPO: Porcentajes de prendimiento de las estacas de yuca			
Titulo del experimento: Cultivo en callejones			
Ubicación del experimento: Estación Experimental el Padmi (lotes 18 y 19)			
Fecha de instalación del experimento: 18 de agosto del 2003 (inicio)			
Responsable del experimento: Juan Carlos Carrión G.			
Responsable de la toma de información: Juan Carlos Carrión G.			
Fecha de muestreo : 16 de julio del 2011			
Tratamientos	Repetición	Prendimiento	
		Total de estacas prendidas/parcela*	% de prendimiento
T1= F1P1	I	36	81
T2= F1P2	I	37	84
T3= F2P1	I	38	86
T4= F2P2	I	37	84
T5= F3P1	I	39	89
T6= F3P2	I	40	90
T1= F1P1	II	37	84
T2= F1P2	II	33	74
T3= F2P1	II	39	88
T4= F2P2	II	38	87
T5= F3P1	II	40	91
T6= F3P2	II	39	89
T1= F1P1	III	33	75
T2= F1P2	III	36	82
T3= F2P1	III	43	98
T4= F2P2	III	37	84
T5= F3P1	III	40	90
T6= F3P2	III	40	91

*cada tratamiento tenia 44 estacas sembradas

Apéndice 29

Datos de campo: Rendimiento de la yuca

HOJA DE CAMPO: RENDIMIENTO DE LA YUCA				
Titulo del experimento: Cultivo en callejones				
Ubicación del experimento: Estación Experimental el Padmi (lotes 18 y 19)				
Fecha de instalación del experimento: 18 de agosto del 2003 (inicio)				
Responsable del experimento: Juan Carlos Carrión G.				
Responsable de la toma de información: Juan Carlos Carrión G.				
Fecha de cosecha : 5 y 6 de abril del 2012				
Tratamientos	Repetición	Rendimiento		Observaciones
		kg/parcela	kg/ha	
T1= F1P1	I	553,92	31652,57	Se muestreo ocho plantas/parcela y se obtuvo el promedio
T2= F1P2	I	498,45	28482,86	
T3= F2P1	I	510,42	29166,86	
T4= F2P2	I	447,87	25592,57	
T5= F3P1	I	580,56	33174,86	
T6= F3P2	I	624,76	35700,57	
T1= F1P1	II	496,34	28362,29	
T2= F1P2	II	591,24	33785,14	
T3= F2P1	II	502,56	28717,71	
T4= F2P2	II	680,78	38901,71	
T5= F3P1	II	698,56	39917,71	
T6= F3P2	II	793,02	45315,43	
T1= F1P1	III	563,45	32197,14	
T2= F1P2	III	565,89	32336,57	
T3= F2P1	III	695,78	39758,86	
T4= F2P2	III	650,98	37198,86	
T5= F3P1	III	634,87	36278,29	
T6= F3P2	III	554,67	31695,43	

Apéndice 30

Datos de campo: muestreo de la pudrición de la yuca por *Fusarium sp.*

HOJA DE CAMPO: PUDRICION DEL TUBERCULO (YUCA)					
Titulo del experimento: Cultivo en callejones					
Ubicación del experimento: Estación Experimental el Padmi (lotes 18 y 19)					
Fecha de instalación del experimento: 18 de agosto del 2003 (inicio)					
Responsable del experimento: Juan Carlos Carrión G.					
Responsable de la toma de información: Juan Carlos Carrión G.					
Fecha de siembra: 16 de junio 2011					
Fecha de muestreo : 5 y 6 Abril del 2012					
Época de ataque: a los 319 días, en su plena maduración					
Tratamientos	Repetición	Patógeno	Nº. De plantas dañadas	% de incidencia	Parte afectada
					Raíz
T1= F1P1	I	<i>Fusarium sp</i>	1	12,00	XX
T2= F1P2	I		0	0,00	
T3= F2P1	I	<i>Fusarium sp</i>	2	21,00	XX
T4= F2P2	I	<i>Fusarium sp</i>	1	6,50	XX
T5= F3P1	I	<i>Fusarium sp</i>	1	12,00	XX
T6= F3P2	I	<i>Fusarium sp</i>	1	8,50	XX
T1= F1P1	II		0	0,00	
T2= F1P2	II	<i>Fusarium sp</i>	1	12,00	XX
T3= F2P1	II	<i>Fusarium sp</i>	1	10,50	XX
T4= F2P2	II	<i>Fusarium sp</i>	1	7,00	XX
T5= F3P1	II	<i>Fusarium sp</i>	1	9,00	XX
T6= F3P2	II	<i>Fusarium sp</i>	1	8,00	XX
T1= F1P1	III		0	0,00	
T2= F1P2	III		0	0,00	
T3= F2P1	III		0	0,00	
T4= F2P2	III	<i>Fusarium sp</i>	0,44	5,50	XX
T5= F3P1	III	<i>Fusarium sp</i>	1	10,50	XX
T6= F3P2	III	<i>Fusarium sp</i>	0,36	4,50	XX

La pudrición del tubérculo se dio debido a la lluvia que soporto en los últimos meses, ya que tuvimos un año muy lluvioso a finales del 2011 e inicios del 2012.

Apéndice 31

Datos de campo: muestreo de la mancha de la hoja causada por *Cercospora sp.*

HOJA DE CAMPO: MUESTREO DE LA MANCHA DE LA HOJA (YUCA)					
Titulo del experimento: Cultivo en callejones					
Ubicación del experimento: Estación Experimental el Padmi (lotes 18 y 19)					
Fecha de instalación del experimento: 18 de agosto del 2003 (inicio)					
Responsable del experimento: Juan Carlos Carrión G.					
Responsable de la toma de información: Juan Carlos Carrión G.					
Fecha de siembra: 16 de junio 2011					
Fecha de muestreo : 01 de marzo 2012					
Época de ataque: a los 283 días, en plena maduración					
Tratamientos	Repetición	Patógeno	Nº. De plantas dañadas	% de incidencia	Parte afectada
					Hoja
T1= F1P1	I	<i>Cercospora sp</i>	7	85,50	XX
T2= F1P2	I	<i>Cercospora sp</i>	7	90,00	XX
T3= F2P1	I	<i>Cercospora sp</i>	7	90,42	XX
T4= F2P2	I	<i>Cercospora sp</i>	7	90,53	XX
T5= F3P1	I	<i>Cercospora sp</i>	7	87,96	XX
T6= F3P2	I	<i>Cercospora sp</i>	7	82,52	XX
T1= F1P1	II	<i>Cercospora sp</i>	7	85,50	XX
T2= F1P2	II	<i>Cercospora sp</i>	6	72,30	XX
T3= F2P1	II	<i>Cercospora sp</i>	7	90,44	XX
T4= F2P2	II	<i>Cercospora sp</i>	7	90,20	XX
T5= F3P1	II	<i>Cercospora sp</i>	6	80,00	XX
T6= F3P2	II	<i>Cercospora sp</i>	7	88,52	XX
T1= F1P1	III	<i>Cercospora sp</i>	6	69,00	XX
T2= F1P2	III	<i>Cercospora sp</i>	7	81,50	XX
T3= F2P1	III	<i>Cercospora sp</i>	7	90,47	XX
T4= F2P2	III	<i>Cercospora sp</i>	7	90,86	XX
T5= F3P1	III	<i>Cercospora sp</i>	7	87,48	XX
T6= F3P2	III	<i>Cercospora sp</i>	7	85,52	XX

Apéndice 32

Datos de campo: Rendimiento de biomasa de *Gliricidia sepium*

a. Rendimiento de biomasa (a los 2 meses)

HOJA DE CAMPO: RENDIMIENTO DE BIOMASA I				
Titulo del experimento: Cultivo en callejones				
Ubicación del experimento: Estación Experimental el Padmi (lotes 18 y 19)				
Fecha de instalación del experimento: 18 de agosto del 2003 (inicio)				
Responsable del experimento: Juan Carlos Carrión G.				
Responsable de la toma de información: Juan Carlos Carrión G.				
Fecha de la primera poda: 18y 19de agosto 2011 Tiempo: 2 meses				
Tratamientos	Repetición	RENDIMIENTO		Observaciones Se realizo 2 pesadas por cada parcela para obtener el promedio de cada una
		Biomasa fresca		
		kg/parcela	kg/ha	
T1= F1P1	I	109,20	6240,00	
T2= F1P2	I			
T3= F2P1	I	197,05	11260,00	
T4= F2P2	I			
T5= F3P1	I	223,13	12750,00	
T6= F3P2	I			
T1= F1P1	II	109,64	6265,00	
T2= F1P2	II			
T3= F2P1	II	196,61	11235,00	
T4= F2P2	II			
T5= F3P1	II	240,71	13755,00	
T6= F3P2	II			
T1= F1P1	III	109,29	6245,00	
T2= F1P2	III			
T3= F2P1	III	196,96	11255,00	
T4= F2P2	III			
T5= F3P1	III	258,04	14745,00	
T6= F3P2	III			

b. Rendimiento de la biomasa (poda 2: a los 2 y 4 meses)

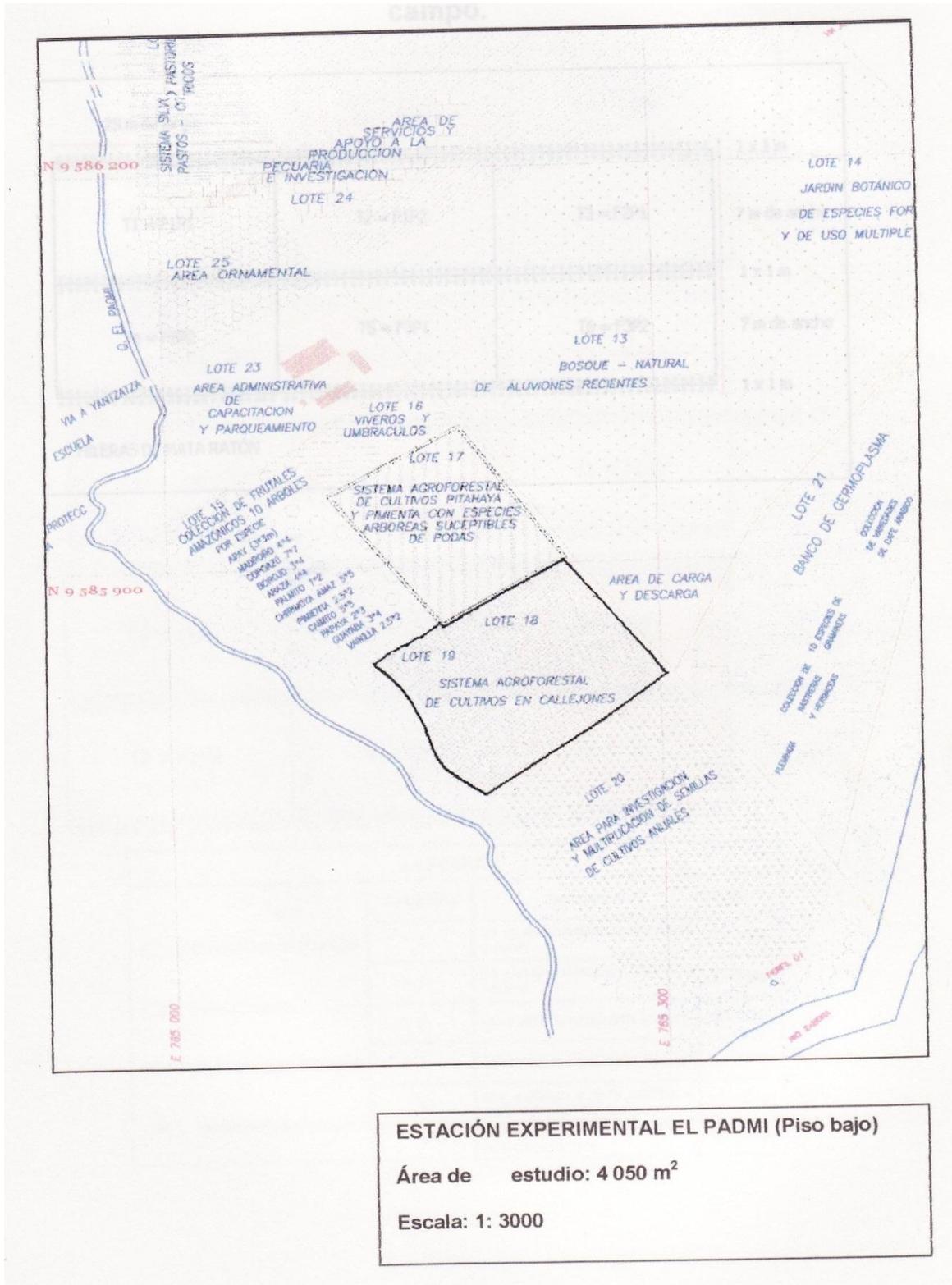
HOJA DE CAMPO: RENDIMIENTO DE BIOMASA II				
Titulo del experimento: Cultivo en callejones				
Ubicación del experimento: Estación Experimental el Padmi (lotes 18 y 19)				
Fecha de instalación del experimento: 18 de agosto del 2003 (inicio)				
Responsable del experimento: Juan Carlos Carrión G.				
Responsable de la toma de información: Juan Carlos Carrión G.				
Fecha de la segunda poda: 20 y 21 de octubre 2011 Tiempo: 2 y 4 meses				
Tratamientos	Repetición	Rendimiento		Observaciones se realizo 2 pesadas por cada parcela para obtener el promedio de cada una
		Biomasa fresca		
		kg/parcela	kg/ha	
T1= F1P1	I	183,75	10500,00	
T2= F1P2	I	423,50	24200,00	
T3= F2P1	I	247,63	14150,00	
T4= F2P2	I	438,38	25050,00	
T5= F3P1	I	233,63	13350,00	
T6= F3P2	I	616,00	35200,00	
T1= F1P1	II	191,63	10950,00	
T2= F1P2	II	427,00	24400,00	
T3= F2P1	II	245,88	14050,00	
T4= F2P2	II	452,38	25850,00	
T5= F3P1	II	245,88	14050,00	
T6= F3P2	II	614,25	35100,00	
T1= F1P1	III	202,13	11550,00	
T2= F1P2	III	435,75	24900,00	
T3= F2P1	III	254,63	14550,00	
T4= F2P2	III	461,13	26350,00	
T5= F3P1	III	273,88	15650,00	
T6= F3P2	III	620,38	35450,00	

c. Rendimiento de biomasa (poda 3: a los dos meses)

HOJA DE CAMPO: RENDIMIENTO DE BIOMASA III				
Titulo del experimento: Cultivo en callejones				
Ubicación del experimento: Estación Experimental el Padmi (lotes 18 y 19)				
Fecha de instalación del experimento: 18 de agosto del 2003 (inicio)				
Responsable del experimento: Juan Carlos Carrión G.				
Responsable de la toma de información: Juan Carlos Carrión G.				
Fecha de la segunda poda: 29 y 30 de diciembre del 2011 Tiempo: 2 meses				
Tratamientos	Repetición	Rendimiento		Observaciones
		Biomasa fresca		
		kg/parcela	kg/ha	se realizo 2 pesadas por cada parcela para obtener el promedio de cada una
T1= F1P1	I	166,25	9500,00	
T2= F1P2	I			
T3= F2P1	I	219,63	12550,00	
T4= F2P2	I			
T5= F3P1	I	200,55	11460,00	
T6= F3P2	I			
T1= F1P1	II	171,50	9800,00	
T2= F1P2	II			
T3= F2P1	II	228,38	13050,00	
T4= F2P2	II			
T5= F3P1	II	201,16	11495,00	
T6= F3P2	II			
T1= F1P1	III	187,25	10700,00	
T2= F1P2	III			
T3= F2P1	III	234,50	13400,00	
T4= F2P2	III			
T5= F3P1	III	202,04	11545,00	
T6= F3P2	III			

Apéndice 33

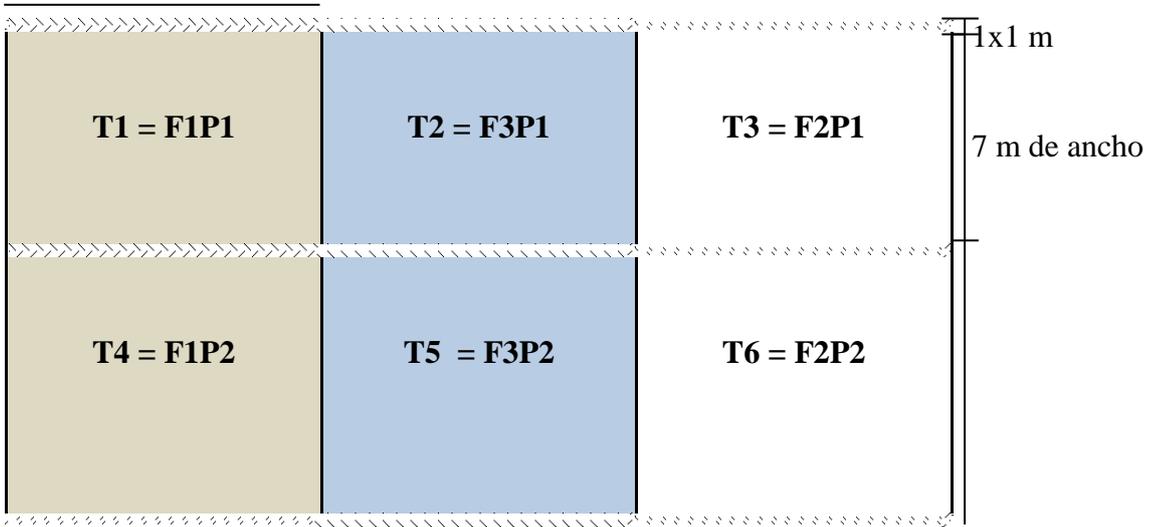
Localización del experimento (lotes 18 y 19)



Apéndice 34

Disposición de los arboles de *Gliricidia sepium* en el campo

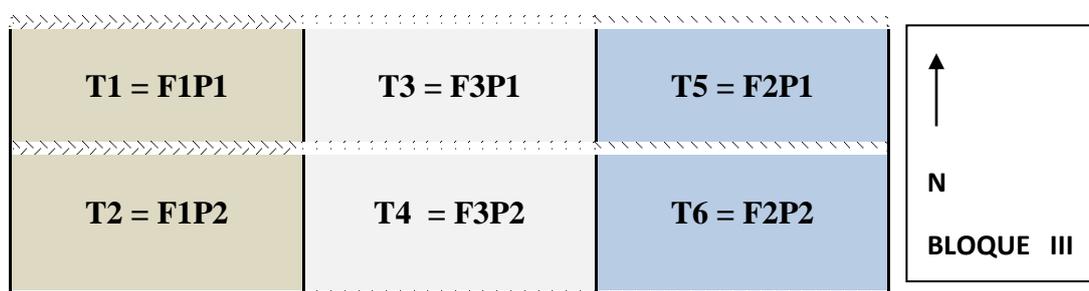
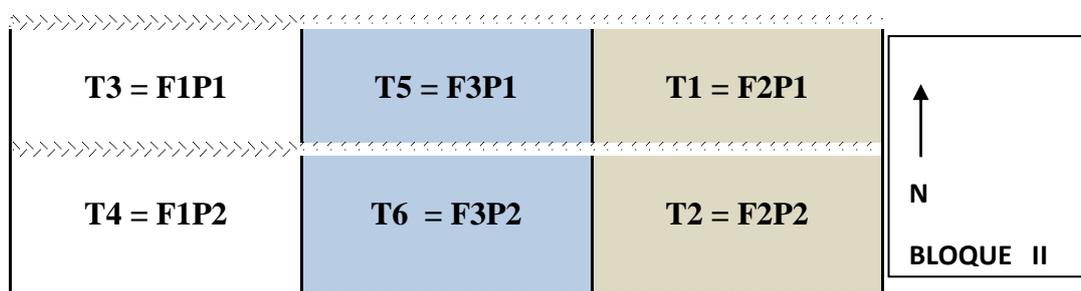
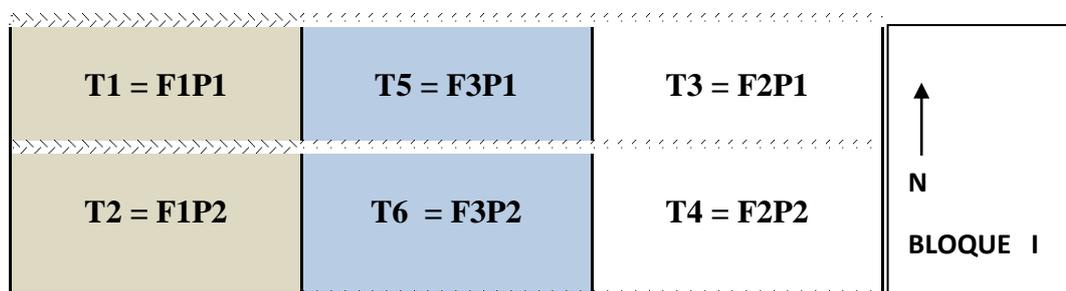
25 m de largo



HILERAS DE MATA RATÓN

Apéndice 35

Distribución de los tratamientos aplicados en el campo



Tratamientos	Descripción	Código
1	Sin encalado ni fosforo + poda a los dos meses	T1= F1P1
2	Sin encalado ni fosforo + poda a los cuatro meses	T2= F1P2
3	Con encalado + poda a los dos meses	T3= F2P1
4	Con encalado + poda a los cuatro meses	T4= F2P2
5	Con encalado y fosforo + poda a los dos meses	T5= F3P1
6	Con encalado y fosforo + poda a los cuatro meses	T6= F3P2

Apéndice 36

NIVELES PARA LA INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS*

COSTA Y SIERRA	Muy Ácido	Ácido	Median. Ácido	Ligeram. Ácido	Prácticm. Neutro	Ligerm. Alcalino	Media. Alcalino	Alcalino	Neutro
pH	0.0- <5.0	5-5.5	>5.5-6.0	>6-6.5	>6.5-7.5	>7.5-8.0	>8-8.5	>8.5	7
Siglas	M Ac	Ac	Me Ac	L Ac	P N	L Al	Me Al	Al	N
	Requieren Cal								

DISPONIBLES		COSTA				SIERRA			
Nutriente	Unidad	Bajo	Medio	Alto	Tóxico	Bajo	Medio	Alto	Tóxico
N	ppm	< 20.0	20.0-40.0	> 40		< 30.0	30.0-60.0	> 60.0	
P	ppm	< 10.0	10.0-20.0	> 20.0		< 10.0	10.0-20.0	> 20.0	
S	ppm	<10.0	10.0-20.0	> 20.0		< 10.0	10.0-20.0	> 20.0	
K	meq/100ml	< 0.2	0.2-0.4	> 0.4		< 0.2	0.2-0.4	> 0.4	
Ca	meq/100ml	< 4.0	4.0-8.0	> 8.0		< 4.0	4.0-8.0	> 8.0	
Mg	meq/100ml	< 1.0	1.0-2.0	> 2.0		< 1.0	1.0-2.0	> 2.0	
Cu	ppm	< 1.0	1.0-4.0	> 4.0		< 1.0	1.0-4.0	> 4.0	
Fe	ppm	< 20.0	20.0-40.0	> 40.0		< 20.0	20.0-40.0	> 40.0	
Mn	ppm	< 5.0	5.0-15.0	> 15.0		< 5.0	5.0-15.0	> 15.0	
Zn	ppm	< 2.0	2.0-7.0	> 7.0		< 2.0	2.0-7.0	> 7.0	
B	ppm	< 0.50	0.5-1.0	1	>1.0	< 1.0	1.0-2.0	> 2.0	> 4
Cl	ppm	< 17.0	17.0-34.0	> 34.0		< 17.0	17-34	> 34.0	
M.O	%	< 3.0	3.0-5.0	> 5		< 3	3.0-5.0	> 5	
	Siglas	B	M	A	T	B	M	A	T

		COSTA			SIERRA		
Nutriente	Unidad	Bajo	Medio	Tóxico	Bajo	Medio	Tóxico
Al+H	meq/100ml	< 0.5	0.5-1.5	> 1.5	< 0.5	0.5-1.5	> 1.5
Al	meq/100ml	< 0.3	0.3-1.0	> 1.0	< 0.3	0.3-1.0	> 1.0
Na	meq/100ml	< 0.5	0.5-1.0	> 1.0	< 0.5	0.5-1.0	> 1.0
	Siglas	B	M	T	B	M	T

		COSTA				SIERRA			
Nutriente	Unidad	No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino	No Salino	Lig. Salino	Salino	Muy Salino
C.E	mmhos/cm	< 2.0	2.0-4.0	> 4.0-8.0	> 8.0	< 2.0	2.0-4.0	4.0-8.0	> 8.0
	Siglas	N S	L S	S	M S	N S	L S	S	M S

* Dpto. Manejo de Suelos y Aguas – Estación Experimental Santa Catalina – INIAP (modificado 28-02-2011)

Apéndice 37

Umbral de daño económico de plagas y enfermedades en yuca

$$\text{UDE} = 5\% * \text{TP} / 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{UDE} &= 5\% * 44/100\% \\ &= 2 \text{ plantas} \end{aligned}$$

Donde:

UDE= Umbral de daño económico

TP= Total de plantas en cada tratamiento

Apéndice 38

Tríptico del día de campo

I. INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de disponer de sistemas de producción sustentable para el corredor de la red fluvial Zamora – Nangaritza, degradados por efecto de la conversión del bosque natural a pastizales, la Universidad Nacional de Loja, en el marco de la ejecución del proyecto denominado **PROGRAMA DE FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN EN AGROFORESTERÍA DEL TRÓPICO HÚMEDO CON ÉNFASIS EN EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA AMAZONIA ECUATORIANA**, en el año 2003 se formuló el PROGRAMA DE INVESTIGACIONES EN AGROFORESTERÍA DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “EL PADMI”. De los ocho proyectos de investigación que conforman este programa, que se instalaron en el 2004, tres corresponden a los subsistemas silvo- agrícolas, siendo uno de ellos el **Proyecto 8**. Cultivos de subsistencia (maíz, caupí, yuca y maní) en callejones, con *Gliricidia sepium*.

El experimento del sistema agroforestal de cultivos en callejones instalado en los lotes 18 y 19 de la Estación Experimental “El Padmi”, tiene un arreglo factorial de 2 x 3 dispuesto en un diseño bloques divididos completamente al azar (DBCA), con 6 tratamientos y 6 repeticiones.

Los tratamientos corresponden a la combinación de dos factores en estudio: una especie leñosa (*Gliricidia sepium*); tres niveles de la combinación de cal, fósforo (sin y con); y dos tiempos de poda a los dos y cuatro meses.

La Cuarta rotación del experimento corresponde al cultivo de yuca, motivo de la presente investigación.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

➤ Contribuir al bienestar de la población asentada en el corredor de la red fluvial Zamora-Nangaritza y a la gestión sostenible de los recursos naturales renovables, mediante la generación de conocimientos, pautas y referentes, sobre sistemas agro-silvícolas en la estación El Padmi, como alternativa productiva social, económica y ambientalmente viable.

2.2 Objetivos Específicos

➤ Evaluar el comportamiento de la fertilidad del suelo, en respuesta a la aplicación de biomasa de *Gliricidia sepium* y al efecto residual de la cal y la roca fosfórica.

➤ Determinar el comportamiento y rendimiento de la yuca en el sistema de cultivo en callejones en la cuarta rotación.

➤ Determinar la producción de biomasa de la *Gliricidia sepium* en el sistema agroforestal de cultivos en callejones con podas a los dos y cuatro meses.

➤ Difundir los resultados y su metodología en la zona de influencia de la estación experimental “El Padmi”, a productores y estudiantes del AARNR.

III. METODOLOGÍA

3.1 Para la toma de muestras de suelo de las parcelas experimentales



En cada una de las sub-parcelas del experimento en estudio, con un barreno helicoidal se procedió a tomar muestras de la capa orgánica y de la capa de 00-25 cm.

3.5 Poda de *Gliricidia sepium*

Se realizó la primera poda de *Gliricidia sepium* a los dos meses después de la siembra de la yuca y la segunda poda a los seis meses. Se poda toda la parte del follaje de los arbustos con su respectivo registro de producción de biomasa. En los dos casos al material podado se lo corta en pedazos y se los distribuye uniformemente por todas las 18 parcelas según cada uno de los tratamientos.

Se toma una muestra de la biomasa podada al azar de ocho árboles por cada unidad experimental, se procede a pesar para obtener el rendimiento de la muestra en estado fresco y posteriormente en materia seca en el laboratorio.

IV. RESULTADOS

En la capa, los tratamientos que no recibieron cal, el $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ se ubica en el rango de fuertemente ácido (5,0 y 5,2); en cambio en los tratamientos encalados, el $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ fue medianamente ácido (6,0).

En la capa orgánica, los contenidos de materia orgánica se ubican en el rango alto (7,0 y 9,4 %). Los contenidos de fósforo aprovechable fueron bajos en todos los tratamientos.

En el horizonte mineral de 00-25cm, los tratamientos que recibieron cal, el $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ fue fuertemente ácido (5,1), y los que no recibieron cal fluctuaron entre 4,6 a 4,8 (muy fuertemente ácido). Los contenidos de materia orgánica se ubican en el rango alto (4,7 a 5,1%). La disponibilidad de fósforo fue baja.

3.2 Procesamiento de las muestras., las muestras se secaron al aire en el invernadero del Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Loja, se trituraron los terrones y se tamizaron a 2 mm para obtener la TFSA

3.3 Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos del ensayo del experimento son los siguientes:

Trat.	Descripción	Código
1	Sin encalado ni fósforo + poda cada 2 meses	T1 = F1P1
2	Sin encalado ni fósforo + poda cada 4 meses	T2 = F2P2
3	Con encalado + poda cada 2 meses	T3 = F2P1
4	Con encalado + podad cada 4 meses	T4 = F2P2
5	Con encalado y roca fosfórica + poda cada 2 meses	T5 = F3P1
6	Con encalado y roca fosfórica + poda cada 4 meses	T6 = F3P2

3.4 Siembra del cultivo de yuca

La yuca se sembró dentro de los callejones de *Gliricidia sepium*, establecidos en 2003 (Villamagua 2006), a una distancia de 2 m entre plantas y 2 m entre hileras, una estaca de 20 cm por sitio; dando una densidad de 30 plantas por parcela, equivalente a 1 714 plantas/ha.

- Los rendimientos de biomasa en esta fase del experimento fueron mayores hasta en tres veces a aquellos de la primera fase del experimento (5 612 a 15 576 kg/ha) y menor a los de la segunda fase 28 917 kg/ha.
- El mayor porcentaje de prendimiento de las estacas de yuca (80%), se obtuvo con los tratamientos T3 (cal más poda a los dos meses), T4 (cal más poda a los cuatro meses) y T6 (cal y fosforo más poda a los cuatro meses).

V. CONCLUSIONES

- Los valores de pH evidencian que aún se mantiene el efecto del encalado después de ocho años.
- Los valores de materia orgánica en todos los tratamientos de la capa estudiada son altos. Sin embargo, no se aprecia una clara influencia del efecto en el aporte de cal o fosforo sobre el contenido de materia orgánica. Es indudable que los valores altos de materia orgánica resultan del aporte de biomasa de *Gliricidia* por la poda a los dos o cuatro meses.
- Los contenidos de fosforo en todos los tratamientos son bajos. En la *Gliricidia* el fosforo se acumula en la biomasa y luego regresa al suelo a través de la descomposición de la hojarasca, sin embargo esta aportación es relativamente baja y se debe compensar con aportaciones de fertilizantes fosfatados (Sánchez, 1994)
- Los suelos de los seis tratamientos en general no evidencian deficiencias marcadas de Mg, Ca, K y N.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL
CENTRO DE ESTUDIOS Y DESARROLLO DE LA
AMAZONÍA – CEDAMAZ

TESIS:
“EVALUACIÓN DE LA CUARTA
ROTACIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO
EN CALLEJONES DE *Gliricidia sepium*
(Jacq.) Kunth ex Walp. EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL EL PADMI”



TESISTA:
EGRESADO: Juan Carlos Carrión G.
DIRECTOR: Ing. Héctor Maza. **ASESOR:** Ing. Víctor Hugo Eras

Loja - Ecuador
2012

Apéndice 39

Fotografías del día de campo en la cuarta fase del experimento de la yuca en callejones



Introducción del cultivo en callejones.
Director de la tesis.

Exposición del tesista: Juan Carlos Carrión G. A
estudiantes y profesores.



Producción de yuca en sistemas de
cultivo en callejones.

Producción de yuca en sistemas de
cultivo en callejones.