

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS PECUARIAS



**USO DE TRES ESPECIES DE LEGUMINOSAS *Centrosema macrocarpum*
Benth, *Mucuna pruriens* L., *Pueraria phaseoloides* PARA LA
RECUPERACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS EN EL DISTRITO DE JOSÉ
CRESPO Y CASTILLO - AUCAYACU**

TESIS

Para optar el Título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

GILMAN JOSUE PULGAR CASTRO

PROMOCIÓN 2010-II

Tingo María - Perú

2013



F01

P95

Pulgar Castro, Gimán Josué

Uso de tres especies de leguminosas *Centrosema macrocarpum* Benth, *Mucuna pruriens* L., *Pueraria phaseoloides* para la recuperación de pasturas degradadas en el Distrito de José Crespo y Castillo - Aucayacu

74 páginas; 18 cuadros; 16 fgrs.; 63 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia - 2012

1. ESPECIES

2. PASTURAS

3. LEGUMINOSAS

4. COBERTURA

5. TRATAMIENTO

6. ENMIENDAS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280
TINGO MARÍA

"Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de nuestra Diversidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

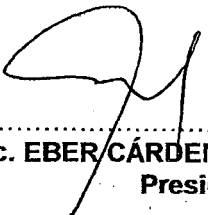
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 20 de Noviembre de 2012, a horas 6:00 p.m. para calificar la tesis titulada:

USO DE TRES ESPECIES DE LEGUMINOSAS *Centrosema macrocarpum* Benth, *Mucuna pruriens* L., *Pueraria phaseoloides* PARA LA RECUPERACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS EN EL DISTRITO DE JOSÉ CRESPO Y CASTILLO-AUCAYACU.

Presentada por el Bachiller **Gilman Josué PULGAR CASTRO**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **"MUY BUENO"**.


En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso "i" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 27 de Noviembre de 2012


MSc. EBER CÁRDENAS RIVERA
Presidente


Dr. JORGE RÍOS ALVARADO
Miembro


MSc. MEDARDO DÍAZ CÉSPEDES
Miembro


MSc. RAFAEL ROBLES RODRÍGUEZ
Miembro - Asesor

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES.

WILLIAM y DELIA

Por haberme dado la vida,
en especial a mi padre con
todo el amor del mundo.

A mis hermanos
Dali, Christian, Kenyi,
Yanela y Eduardo.
Por su apoyo y comprensión.

AGRADECIMIENTO

Primero que todo a Dios, por ser mi fiel compañero y confidente.

A mis padres, por ser lo más hermoso en mi vida, gracias por su esfuerzo, su amor y su confianza. Los quiero mucho.

A mis hermanos (Dali, Christian, Kenyi, Yanela y Eduardo); pilares fundamentales de mi familia y de mi vida, participes de mi triunfo, gracias por estar siempre a mi lado.

A mi abuela Sara Wuimac Reyna porque siempre ha sido un ejemplo, un estímulo a querer vivir y sacarle provecho a la vida.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Zootecnia y a su plana docente, que contribuyeron en gran manera en mi formación profesional.

Al ingeniero Rafael Robles Rodríguez, por sus valiosas orientaciones, técnicas y científicas en la culminación de la presente tesis.

Al ingeniero Marco Antonio Rojas Paredes por su infalible apoyo en la contribución de la ejecución y culminación de la tesis.

A la señorita Zarella Quispe Chacón por brindar su apoyo incondicional para realización del trabajo de investigación.

A los técnicos del laboratorio de suelos de análisis de suelo, por su apoyo en la realización de análisis respectivos, del estudio de investigación.

A todos mis amigos que me apoyaron en el trabajo de campo y a todas las personas que han colaborado de alguna u otra forma en la realización de la presente tesis.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Pasturas degradadas.....	3
2.1.1. Grado de degradación de pasturas.....	3
2.1.2. Causas de la degradación	4
2.1.3. Problemas ambientales.....	5
2.1.4. Problemas económico y sociales de las pasturas degradadas.....	5
2.1.5. Recuperación de pasturas degradadas.....	6
2.1.6. Sistemas silvopastoriles para la recuperación de pasturas degradadas	6
2.2. Cultivos de coberturas vivas	7
2.2.1. Funciones y papeles de los cultivos de cobertura.....	8
2.3. Producción de leguminosas.....	9
2.3.1. Kudzu (<i>Pueraria phaseoloides</i>).....	10
2.3.2. Centrosema (<i>Centrosema macrocarpum</i>).....	11
2.3.3. Mucuna (<i>Mucuna pruriens</i>).....	13
2.4. Las enmiendas.....	15
2.4.1. Roca fosfórica.....	16
2.4.2. Dolomita.....	17
2.4.3. Bocashi.....	17

2.5.	Fertilización	18
2.6.	Germinación de semillas.....	19
2.7.	Escarificación de semillas de leguminosas.....	20
2.7.1.	Escarificación por calor y remojo.....	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1.	Lugar y fecha de ejecución	22
3.2.	Tipo de investigación.....	22
3.3.	Población y muestra	22
3.4.	Características del suelo.....	22
3.5.	Metodología	25
3.6.	Variable independiente.....	25
3.6.1.	Leguminosas.....	25
3.6.2.	Enmiendas.....	26
3.7.	Tratamiento en estudio	26
3.8.	Croquis de distribución de los tratamientos	28
3.9.	Detalle de la subparcela experimental.....	29
3.10.	Descripción del área experimental.....	29
3.11.	Análisis estadístico.....	30
3.12.	Variables dependientes	31
3.12.1.	Porcentaje de germinación.....	31
3.12.2.	Altura de la planta.....	32
3.12.3.	Porcentaje de cobertura.....	32
3.12.4.	Longitud y materia seca radicular.....	32

3.12.5.	Obtención de materia verde.....	33
3.12.6.	Obtención de materia seca de la biomasa aérea de la planta.....	33
3.12.7.	Análisis mineral de la biomasa aérea de la planta.....	34
3.13.	Digestión vía seca para determinar P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn.....	35
3.13.1.	Equipos	35
3.13.2.	Obtención del extracto.....	35
3.14.	Determinación de nitrógeno total por el método Kjeldahl.....	36
3.14.1.	Procedimiento para la determinación de nitrógeno.....	36
IV.	RESULTADOS	38
4.1.	Evaluación biométrica de los cultivos de cobertura.....	38
a)	Porcentaje de germinación.....	38
b)	Altura de la planta.....	39
c)	Porcentaje de cobertura.....	39
d)	Longitud radicular.....	40
e)	Materia seca radicular.....	42
4.2.	Aporte de nutrientes de los cultivos de cobertura.....	43
4.2.1.	Macronutrientes.....	43
4.2.2.	Micronutrientes.....	49

4.3.	Obtención de materia verde y materia seca de la biomasa aérea.....	51
4.4.	Costos de establecimiento de los cultivos de cobertura.....	56
V.	DISCUSIÓN.....	57
5.1.	Evaluación biométrica de los cultivos de cobertura.....	57
5.2.	Aporte de nutrientes de los cultivos de cobertura.....	57
5.3.	Obtención de materia verde y materia seca de los cultivos de cobertura.....	59
5.4.	Costos de establecimiento de los cultivos de cobertura.....	61
VI.	CONCLUSIONES.....	62
VII.	RECOMENDACIONES.....	64
VIII.	ABSTRACT.....	65
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	66
X.	ANEXO.....	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Grados de degradación según la clasificación cualitativa.....	4
2	Composición química de algunas especies forrajeras.....	10
3	Determinación de porcentaje de cobertura, biomasa foliar, biomasa radicular y profundidad de raíz de <i>Centrosema macrocarpum</i>	12
4	Composición química de la biomasa de <i>Mucuna pruriens</i>	14
5	Datos meteorológicos durante el experimento.....	22
6	Análisis físico - químico del suelo experimental.....	24
7	Longitud radicular en las especies de cultivos de cobertura	41
8	Materia seca radicular en tres especies de leguminosas (<i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> , <i>Pueraria phaseoloides</i>).....	42
9	Nitrógeno, Fósforo, y Potasio (%) de la materia seca en las especies de leguminosas	44
10	Magnesio, sodio, y calcio (%) de la materia seca en <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	45
11	Estimación de materia seca ($t\ ha^{-1}$) de <i>Centrosema macrocarpum</i> , <i>Pueraria phaseoloides</i> y <i>Mucuna pruriens</i> a los 90 días post siembra.....	47
12	Aporte de macronutrientes ($Kg\ ha^{-1}$) al suelo de la biomasa	

	aérea de los cultivos de cobertura a los 90 días post siembra	48
13	Comparación de producción de materia seca de la biomasa aérea de leguminosas ($t\ ha^{-1}$) y longitud radicular (m) por referencia bibliográfica.....	48
14	Aporte de macronutrientes ($Kg\ ha^{-1}$) al suelo de la biomasa aérea de los cultivos de cobertura por citas referenciales.....	49
15	Hierro, manganeso, zinc y cobre (ppm) de la materia seca en las especies de leguminosas.....	47
16	Estimación de aporte de micronutrientes ($Kg\ ha^{-1}$) al suelo de los cultivos de cobertura a los 90 días de evaluación.....	51
17	Aporte de micronutrientes ($Kg\ ha^{-1}$) al suelo de la biomasa aérea de los cultivos de cobertura por citas bibliográficas.....	51
18	Obtención de materia verde ($t\ ha^{-1}$) de <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	51
19	Obtención de materia seca en <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	50
20	Costo de establecimiento en las diferentes parcelas de las especies de cobertura (S/.).....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Grados de degradación según la clasificación cualitativa.....	4
2	Composición química de algunas especies forrajeras.....	10
3	Determinación de porcentaje de cobertura, biomasa foliar, biomasa radicular y profundidad de raíz de <i>Centrosema macrocarpum</i>	12
4	Composición química de la biomasa de <i>Mucuna pruriens</i>	14
5	Datos meteorológicos durante el experimento.....	22
6	Análisis físico - químico del suelo experimental.....	24
7	Longitud radicular en las especies de cultivos de cobertura	41
8	Materia seca radicular en tres especies de leguminosas (<i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> , <i>Pueraria phaseoloides</i>).....	42
9	Nitrógeno, Fósforo, y Potasio (%) de la materia seca en las especies de leguminosas	44
10	Magnesio, sodio, y calcio (%) de la materia seca en <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	45
11	Estimación de materia seca ($t\ ha^{-1}$) de <i>Centrosema macrocarpum</i> , <i>Pueraria phaseoloides</i> y <i>Mucuna pruriens</i> a los 90 días post siembra.....	47
12	Aporte de macronutrientes ($Kg\ ha^{-1}$) al suelo de la biomasa	

	aérea de los cultivos de cobertura a los 90 días post siembra	48
13	Comparación de producción de materia seca de la biomasa aérea de leguminosas ($t\ ha^{-1}$) y longitud radicular (m) por referencia bibliográfica.....	48
14	Aporte de macronutrientes ($Kg\ ha^{-1}$) al suelo de la biomasa aérea de los cultivos de cobertura por citas referenciales.....	49
15	Hierro, manganeso, zinc y cobre (ppm) de la materia seca en las especies de leguminosas.....	47
16	Estimación de aporte de micronutrientes ($Kg\ ha^{-1}$) al suelo de los cultivos de cobertura a los 90 días de evaluación.....	51
17	Aporte de micronutrientes ($Kg\ ha^{-1}$) al suelo de la biomasa aérea de los cultivos de cobertura por citas bibliográficas.....	51
18	Obtención de materia verde ($t\ ha^{-1}$) de <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	51
19	Obtención de materia seca en <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	50
20	Costo de establecimiento en las diferentes parcelas de las especies de cobertura (S/.).....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Plano de ubicación del módulo lechero de la Facultad de Zootecnia.....	21
2	Porcentaje de germinación de tres especies de leguminosas...	38
3	Comportamiento de <i>Pueraria phaseoloides</i> , <i>Mucuna pruriens</i> y <i>Centrosema macrocarpum</i>), en altura de planta durante 90 días después de la siembra.....	39
4	Porcentaje de cobertura de <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	40
5	Longitud radicular en las especies de cultivos de cobertura.....	41
6	Obtención de materia seca radicular en (Kg ha ⁻¹) entre <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	43
7	Contenido de N, P, K (%) en la materia seca de <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	44
8	Obtención de las trazas de magnesio, sodio y calcio en la materia seca de las leguminosas de cobertura.....	46
9	Comportamiento de regresión lineal entre contenido de potasio y calcio.....	46
10	Materia seca en (t ha ⁻¹) estimada a los 90 días post siembra en <i>Centrosema macrocarpum</i> , <i>Pueraria phaseoloides</i> y	

	<i>Mucuna pruriens</i>	47
11	Contenido de hierro, manganeso, zinc y cobre en la materia seca de las coberturas <i>Centrosema macrocarpum</i> , <i>Pueraria</i> <i>phaseoloides</i> y <i>Mucuna pruriens</i>	50
12	Comportamiento de regresión lineal entre potasio y hierro.....	50
13	Materia verde de <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	52
14	Obtención de materia seca de <i>Mucuna pruriens</i> , <i>Centrosema</i> <i>macrocarpum</i> y <i>Pueraria phaseoloides</i>	54
15	Comportamiento de regresión lineal entre obtención de materia verde y materia seca.....	54
15	Comportamiento de regresión lineal entre materia seca y longitud radicular.....	55

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Unidad Familiar Pecuaria Sostenible en el Trópico Húmedo localizado en el distrito de José Crespo y Castillo - Aucayacu, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco – Perú, el objetivo fue evaluar tres especies de leguminosas: *Centrosema macrocarpum* Benth, *Mucuna pruriens* L., *Pueraria phaseoloides* para la recuperación de pasturas degradadas, utilizando cuatro enmiendas: control, roca fosfórica, dolomita y bocashi. El área fue de 324 m² en la cual se distribuyeron 3 parcelas de 108 m² y 36 subparcelas de 9 m² cada una, mediante un diseño de bloques con arreglos factoriales (DBAF) con doce tratamientos (leguminosa por enmienda) y tres repeticiones por cada tratamiento. La especie que mostró mejores resultados a los noventa días post siembra en porcentaje de germinación (100%), altura de la planta (58.76 cm), porcentaje de cobertura (77.49 %), longitud y materia seca radicular (53.23 cm y 446.67 Kg ha⁻¹), aportación de nutrientes de la biomasa aérea al suelo (66.7 N, 4.6 P , 10.0 K , 2.7 Mg , 0.3 Na, 12.3 Ca, 16.9 Fe , 8.5 Mn, 1.1 Cu y 13.2 Zn t ha⁻¹, respectivamente), materia verde (22.37 t ha⁻¹) y materia seca (3.32 t ha⁻¹) de la biomasa aérea, resultó ser *Mucuna pruriens* frente a la demás coberturas utilizadas *Centrosema macrocarpum* que obtuvo resultados medios y *Pueraria phaseoloides* que mostró resultados inferiores; con respecto a la variable costos de establecimiento *Pueraria phaseoloides* es la que obtiene un menor valor (S/. 2703.0). La enmienda bocashi tuvo mejor comportamiento con las leguminosas.

Palabras clave: Leguminosas: Centrosema, Kudzu, Mucuna; Enmiendas:
bocashi.

I. INTRODUCCIÓN

Las pasturas cultivadas constituyen el mayor componente alimenticio en los sistemas de producción pecuarios del trópico. La disminución en la producción a través de los años de uso y su degradación posterior, son los fenómenos más comunes en nuestro medio. Se establecen como principal causa de la degradación de estas pasturas, a la deficiencia de nitrógeno como el factor de fertilidad más relacionado, a la baja captación de agua por modificaciones en composición física del suelo (estructura), la invasión de malezas como es el caso del rabo de zorro (*Andropogon bicornis*) y entre otros efectos.

Como alternativas para incrementar la producción de pasturas en estado de degradación se debe proveer de fuentes externas de Nitrógeno (N) ó intensificar la mineralización del mismo, entre las que se cuentan la remoción de la pastura, fertilización orgánica y la siembra de cultivos de cobertura (leguminosas). La incorporación de una leguminosa es una manera económica, eficiente y permanente de corregir la deficiencia de N y que además favorece al sistema suelo, planta y animal.

Frente a esta situación nos planteamos el siguiente problema ¿Cuál de los cultivos de cobertura *Centrosema macrocarpum* Benth, *Mucuna pruriens* L., *Pueraria phaseoloides* aporta mayor cantidad de nutrientes al suelo en la recuperación de pasturas degradadas, en el trópico húmedo de Aucayacu? y

como hipótesis: El cultivo de cobertura con Kudzu es la que aporta mayor cantidad de nutrientes para mantener, mejorar o restituir la fertilidad del suelo por su rusticidad, soporte a suelos ácidos, por ser un cultivo perenne y tener característica rastrera.

Objetivo principal:

- Evaluar tres especies de leguminosas para la recuperación de pasturas degradadas *Centrosema macrocarpum* Benth, *Mucuna pruriens* L., *Pueraria phaseoloides* para la recuperación de pasturas degradadas.

Objetivos específicos:

- Evaluar los cultivos de cobertura en función a porcentaje de germinación, altura de planta, porcentaje de cobertura, longitud y materia seca radicular.
- Determinar el aporte de nutrientes de los cultivos de cobertura en función al análisis químico de la biomasa incorporada al suelo.
- Determinar la obtención de materia verde, materia seca, durante el tiempo de crecimiento de los cultivos de cobertura.
- Determinar los costos de establecimiento de las coberturas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Pasturas degradadas

DIAS FILHO (2003) menciona que la pastura degradada es un área con acentuada disminución en la productividad agrícola ideal (capacidad de carga ideal), pudiendo o no haber perdido la capacidad de mantener productividad biológica significativa (acumular carbono).

DIAS FILHO (1998) planteó que la acumulación de biomasa, en algunos casos, puede aumentar por la mayor capacidad de producción de biomasa de las malezas herbáceas y leñosas. Posteriormente ocurre una degradación biológica, caracterizada por la drástica reducción de biomasa y pérdida de la cubierta vegetal. Además considera que el pasto está degradado cuando la especie deseada ha perdido su vigor y capacidad productiva por unidad de área y por animal, y es reemplazada por especies indeseables de escaso rendimiento y valor nutritivo y aparecen las áreas despobladas.

2.1.1. Grado de degradación de las pasturas

Los estados de degradación de pasturas están determinados por algunos factores de manejo que se relacionan estrechamente con la planta (pasto), el animal, el suelo, el clima entre otras (SPAIN y GUALDRON, 1988).

Cuadro 1. Grados de degradación según clasificación cualitativa

GRADO	CARACTERÍSTICAS
1	Disminución de la producción de pastura por pérdidas de calidad, altura y volumen.
2	La característica del grado 1 más reducción de la cobertura del suelo y aparición de pocas plantas nuevas.
3	Las características del grado 2, más la aparición de malezas del hoja ancha y comienzos de erosión hídrica.
4	Las características del grado 3, más incremento de malezas, colonización de la pastura por gramíneas nativas y procesos erosivos acelerados.

FUENTE: SPAIN y GUALDRON (1988).

SERRAO y TOLEDO (1993) permiten reconocer que existen dos ciclos de degradación en la dinámica de pasturas. El primer ciclo comprende el establecimiento y paulatinamente la reducción de la producción por un lapso de tiempo que está entre 10 - 15 años. El segundo ciclo es llevado a cabo por la presencia de barbechos, simplemente porque se han dejado los potreros abandonados por un periodo indeterminado donde se puede volver a preparar el terreno para restablecer el nuevo sistema de pasturas.

2.1.2. Causas de la degradación

Las causas de la degradación de los pastos son múltiples y se encuentran interrelacionadas BROWN (2003) ; PADILLA y SARDIÑAS (2003) y se señalan como las principales: la baja fertilidad de los suelos, la alta presión de pastoreo, la agresividad de plantas invasoras, las fuertes sequías y ataque de plagas y enfermedades, la pobre adaptación de las especies introducidas, las

deficiencias en los sistemas de establecimiento y manejo de las pasturas, el uso limitado de la fertilización, la ausencia de leguminosas, las políticas inadecuadas de desarrollo de los pastos y la deficiente generación y transferencia de tecnologías pecuarias.

2.1.3. Problemas ambientales

Según NASCIMENTO *et al.* (1994), afirma que estos efectos son mucho más grandes, cuanto mayor es la tensión impuesta por el medio ambiente para el crecimiento vegetal. Por lo tanto, cuando el ambiente es de alta tensión, el estrés causado por el pastoreo es crítico. Como el estrés por el pastoreo es el más manejable en el sistema se plantea aquí, oportunidad por el hombre, como portador para definir el grado de daño al ecosistema se pueden enviar sin comprometer la productividad y la persistencia de las pastura.

2.1.4. Problemas económicos y sociales de las pasturas degradadas

DIAZ (2011) hace referencia que la gran extensión de áreas degradadas y las proyecciones de expansión productiva son un llamado de alerta a los donantes, gobiernos y otros actores de los sectores público y privado para intensificar las acciones orientadas al desarrollo de políticas y programas para el desarrollo agropecuario sustentable en la región.

El mismo autor refiere que es evidente que las políticas públicas, inversiones y esfuerzos tecnológicos que se dediquen a la recuperación de las pasturas y áreas degradadas tendrán un gran impacto social, económico y ambiental.

2.1.5. Recuperación de pasturas degradadas

La recuperación o rehabilitación de un pasto, consiste en restituir su capacidad productiva por unidad de área y por animal, hasta alcanzar niveles ecológicos y económicos aceptables (SPAIN y GUALDRON, 1991).

Según PADILLA *et al.* (2000) afirma que la recuperación consiste en el restablecimiento de la producción de pastos o forrajes, manteniendo la misma especie. Esta se puede realizar, directamente sin preparar el suelo, cuando el factor limitante es sólo deficiencia de nutrientes o con preparación mínima del suelo, reponer los nutrientes deficientes y descompactar el suelo con el empleo de labores mecánicas.

2.1.6. Sistemas silvopastoriles para la recuperación de pasturas degradadas

La degradación de los suelos ocurre por varios procesos físicos, químicos y biológicos, inducidos directa o indirectamente por el hombre, e incluye: compactación, erosión, acidificación, salinización, lixiviación, escorrentía, reducción de la capacidad de intercambio catiónico, reducción de nutrimentos y disminución de la biodiversidad (KUMAR y KAFLE, 2009).

a.- Restauración de suelos ácidos

FISHER y JUO (1995), menciona que los suelos ácidos son generalmente de baja fertilidad debido a niveles tóxicos de aluminio y manganeso y a deficiencias de calcio, magnesio, potasio y molibdeno. Muchas leguminosas arbóreas adaptadas a suelos ácidos también responden bien a la fertilización, lo que sugiere que existen límites nutricionales múltiples para el

crecimiento que no se pueden aliviar agregando de un solo nutriente (SZOTT, 1995).

2.2. Cultivos de coberturas vivas

POUND (1998) menciona que los cultivos de cobertura más comúnmente usados en plantaciones tropicales y subtropicales son *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical), el cual se establece lentamente alcanzando una cobertura total del suelo después de 10 meses y deberán mantenerse los troncos de los árboles libres de esta leguminosa), *Desmodium ovalifolium* (el cual es tolerante a la sombra), *Arachis pintoi*, *Calapogonium muconoides*, *Mucuna pruriens*, *M. bracteata* y *Canavalia ensiformis*.

SANTHIRASEGARAN (1974) y RODRIGUEZ (1993) las coberturas vivas, en especial leguminosas, son utilizadas debido a los diferentes beneficios que estas aportan al suelo. Entre los principales podemos mencionar: mejoras de las condiciones físicas del suelo por medio del sistema radical superficial que estas poseen, aumenta la biodiversidad (micro y macro fauna), evita cambios bruscos de temperatura, aumenta la materia orgánica, disminuye la incidencia de germinación de malezas, conserva la humedad en el suelo, devuelve la fertilidad, reduce la escorrentía y erosión. En algunos casos son utilizadas económicamente por la producción de sus semillas y forraje, como alimentación humana y de ganado.

SHELTON (2000) indica que se puede lograr buenos rendimientos de forraje con una preparación de suelo y humedad adecuada.

SANTHIRASEGARAN (1974) señala que otro beneficio de las leguminosas para la fertilidad y estabilidad del suelo es la fijación de nitrógeno atmosférico por medio de simbiosis con bacterias pertenecientes al género *Rhizobium*. Por medio de esta simbiosis, es posible fijar, con algunos sistemas hasta 500 Kg N ha⁻¹año⁻¹, de esta manera, la utilización de leguminosas constituye una alternativa muy utilizada para disminuir aplicaciones de fertilizantes nitrogenados. Esto provoca una reducción significativa de los costos y la contaminación causada al medio ambiente.

GUERRERO (1996) indica que el fósforo influye en la absorción del nitrógeno, favorece el desarrollo del sistema radicular al comienzo de la vegetación, mientras que el potasio disminuye la transpiración y aumenta la traslocación de nutrientes a lo largo de todo el ciclo vegetativo. Las coberturas vivas como leguminosas (*Centrosema macropomum*, *Pueraria phaseoloides* y *Arachis pintoii*), son muy útiles para la recuperación de las propiedades físico, químico y biológica del suelo, en un tiempo considerable (VARGAS y VALDIVIA, 2005).

2.2.1. Funciones y papeles de los cultivos de cobertura

POUND (1997) menciona que se pueden atribuir varias funciones a los cultivos de cobertura:

- Reducir costos: reducir la necesidad de insumos externos (ej. fertilizantes, herbicidas, alimentos animales); reducir la mano de obra para el desmalezado.
- Generar ingresos: venta de semillas y follaje.

- Incrementar productividad: disminuir periodo de cultivo; incrementar fertilidad del suelo; reducir competencia de malezas; incrementar filtración de agua; producción de alimentos para animales, producción para la alimentación humana.
- Reducir la degradación de recursos naturales: reducir residuos de agroquímicos; reducir pérdidas de suelo por erosión; reducir deforestación y la pérdida de biodiversidad; reducir pérdidas de fertilidad por el quemado; mejorar infiltración de agua, y así reducir inundación y sedimentación.

2.3. Producción de leguminosas

JUÁREZ (2003), menciona que las leguminosas muestran un gran potencial para producir la proteína de origen vegetal que se necesita y que se necesitará; además poseen la propiedad de mejorar el contenido de nitrógeno (N) del suelo a través de la fijación N atmosférico a N soluble (hasta 500 kg de N ha⁻¹ año⁻¹) listo para ser utilizado por las plantas a través de una simbiosis con microorganismos bacterianos del genero *Rhizobium*, que se encuentran en las raíces de las plantas formando nódulos; un rápido recambio del fósforo y un incremento en la actividad biológica del suelo controlando así la severa erosión de los suelos tropicales.

También refiere que la acumulación de N por residuos foliares y potencial de suministro al ecosistema por esta vía pueden ser tan altos como 77.5 kg ha⁻¹ por año en una asociación *Andropogun gayanus* / *Pueraria phaseoloides* (JUÁREZ, 2003).

Cuadro 2. Composición química de algunas especies forrajeras leguminosas

Especie	Macronutrientes (%)					Micronutrientes (ppm)		
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn
Mucuna	2.49	0.13	1.4	1.17	0.27	14.0	29.0	174.0
Kudzu	3.68	0.29	2.14	0.41	0.41	11.0	27.0	155.0

FUENTE: GÜNTER (1982).

CIAT (2002), afirma que los micronutrientes son requeridos en pequeñas cantidades pero no por esto son menos importantes, por el contrario, son la base del equilibrio para un buen crecimiento desarrollo y producción.

2.3.1. Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)

Originaria del sureste de Asia, es una leguminosa perenne, de crecimiento postrado o enredadera, produce estolones fuerte que pueden llegar a medir mas de 10 m de longitud, sus nudos y entre nudos forman raíces abundantes en contacto del suelo húmedo, la planta forma una cubierta densa de mas de 1 m de altura, las raíces pueden penetrar hasta un 1.5 m de profundidad a dos años de establecida, posee tallos de color café , cubiertos de abundante pubescencia; sus hojas son trifoliadas, con foliolos largos de 5 a 12 cm de longitud y 10 cm de ancho, las flores son en racimos, púrpuras y las vainas rectas de siete a ocho centímetros con semillas de color café de tres milímetros de largo, es de buena palatabilidad (JUÁREZ, 2003).

Así mismo señala que posee lento establecimiento y baja resistencia al pastoreo continuo. Se adapta bien a suelos ácidos con pH menores de 4.5 de

textura arcillosa, se cultiva asociada con gramíneas. También menciona que la siembra como cultivo puro, debe ser a chorreo en líneas separadas de 80 cm con una densidad de 1 kg ha⁻¹ de semilla pura germinable, en los meses de junio a septiembre.

Sobre la producción de materia seca señala que oscila entre 5 y 6 t ha⁻¹ año⁻¹ y bajo corte puede superar las 10 t ha⁻¹ año⁻¹. El contenido de proteína del forraje oscila entre 15 y 23%. La persistencia de la especie depende del manejo y la gramínea acompañante (PÉREZ, 2005). La producción de materia verde en el ecosistema de México se estima en 3.9 t ha⁻¹.

CRESPO *et al.* (2001) establece que la composición química de la hojarasca de *Pueraria phaseoloides* contiene 2.66 % de nitrógeno, 0.38% de fósforo y 0.26% de potasio.

2.3.2. Centrosema (*Centrosema macrocarpum*)

SCHULTZE *et al.* (1997) establece que es una leguminosa herbácea con crecimiento entre postrado a enredadera, se adapta a suelos de baja a mediana fertilidad, alta acidez, desde francos a franco arcillosos, no tolera exceso de humedad y soporta periodos de hasta 5 meses de sequía.

SKERMAN *et al.* (1988) añade que la producción de materia seca alcanza los 3 t ha⁻¹ año⁻¹ con contenidos de proteína hasta del 25%. Cuando se asocia con gramíneas forrajeras se obtienen ganancias de peso de 225 kg ha⁻¹ año⁻¹. Es una especie de crecimiento vigoroso y de alto valor nutritivo.

Los resultados de las primeras pruebas de adaptación en el sur del estado Anzoátegui mostraron una alta variabilidad en la producción de forraje, con rendimientos de materia seca variables entre 1.7 y 4.4 t ha⁻¹, después de 285 días de establecimiento, con contenidos de proteína cruda entre 16,9 y 20,6%, en la planta entera (SCHULTZE *et al.*, 1997).

SKERMAN *et al.* (1988) indica que es una hierba vigorosa, rastrera, voluble y trepadora; en rodales puros forma una cubierta compacta y densa de 40 a 45 cm de alto a los cuatro u ocho meses de la siembra. Esta especie es nativa de Sudamérica tropical, prefiere los trópicos húmedos con una precipitación que exceda de 1750 mm o con riego, pero crece en zonas que reciben 750 mm o más. En los suelos pobres responde al fósforo y al molibdeno y algunas veces al magnesio (SKERMAN *et al.*, 1988).

Cuadro 3. Determinación de porcentaje de cobertura, Biomasa foliar, biomasa radicular y profundidad de raíz de *Centrosema macrocarpum* Benth.

PARAMETROS DE MEDIDA (90 DIAS)	<i>Centrosema macrocarpum</i>
Cobertura (%)	63.4
Biomasa foliar (materia seca t ha ⁻¹)	9.61
Biomasa radicular (materia seca t ha ⁻¹)	2.76
profundidad de raíz (cm)	26.78

FUENTE: Espindola (2005), citado por PUERTAS *et al.* (2008)

PUERTAS *et al.* (2008), determinó los contenidos de nitrógeno 311.21, fósforo 24.97, potasio 155.61, calcio 81.65, magnesio 17.29 y asufre 14.41 Kg ha⁻¹ respectivamente en la especie *Centrosema macrocarpum*.

2.3.3. *Mucuna* (*Mucuna pruriens*)

Mucuna pruriens, es una leguminosa trepadora perteneciente a la familia Fabaceae, proveniente del sur de China y del este de la India. Es autógena y por tanto es rara su contaminación natural (DUKE, 1981).

Los ciclos biológicos de esta especie, varían entre 100 y 300 días hasta la cosecha de la vaina, posee una semilla de color negro y la planta presenta una alta resistencia a factores abióticos adversos, como la sequía, la escasa fertilidad y la elevada acidez del suelo; sin embargo se desarrollan deficientemente en zonas muy frías y húmedas (DUKE, 1981; HAIRIAH, 1992; LOBO *et al.*, 1992).

Los mayores reportes de esta especie en estudios de investigación formales, enfocados hacia el mejoramiento del recurso suelo provienen de Centroamérica, Brasil, África e India.

Los principales beneficios obtenidos con el uso de *Mucuna pruriens* como cobertura vegetal, son la fijación de nitrógeno atmosférico al suelo (50 - 200 kg N ha⁻¹), el control de arvenses, el aporte de biomasa fresca al suelo, la reducción de la erosión del suelo y el incremento de la actividad biológica. (ANTHOFER *et al.*, 2005 y BLANCHART *et al.*, 2006).

Como la mayoría de las leguminosas, *Mucuna pruriens* tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico mediante una relación simbiótica con microorganismos del suelo. El Nitrógeno es convertido por los rizobios de las

raíces de la planta en una forma asimilable, que se almacena en las hojas, tallos y semillas; convirtiendo a la planta en una fuente eficiente de Nitrógeno. (BUCKLES, 1998).

Cuadro 4. Composición química de la biomasa de *Mucuna pruriens*

Compuesto químico	BUCKLES, 1998	BAIJUKYA, 2004	ANTHOFER, 2005
%Nitrógeno	2,8	1,7	2,5
%Fósforo	0,2	0,1	0,2
%Potasio	1	0,5	1,3
%Calcio	1,4	0	2
%Magnesio	2,6	0	0,9

FUENTE: BUCKLES (1998); BAIJUKYA *et al.* (2004); ANTHOFER *et al.* (2005)

La mucuna también es un buen extractor de calcio del suelo, por lo que en los suelos con contenidos bajos del nutriente en los horizontes superficiales, su extracción y posterior aplicación permite un mayor reciclaje y disponibilidad del elemento. Así mismo el efecto de la mucuna sobre la erosión también ha sido medido en la zona de Pejibaye de Pérez de Zeledón, donde se encontró una reducción del 94% de la erosión en los lotes con la presencia de la cobertura (CERVANTES, 1993).

Se han reportado distintos rendimientos que van desde 11 t ha⁻¹, 17.4 t ha⁻¹, 19 t ha⁻¹, 36 y hasta 46 t ha⁻¹ de materia verde. El rendimiento de materia seca es de 6 a 7 t ha⁻¹ y de 3.8 t ha⁻¹ de semilla. Por otro lado, se reporta que la planta contiene 15.65 % de proteína cruda y 34.47 % de fibra cruda (SKERMAN *et al.*, 1988).

En un estudio de longevidad de semilla con varias especies de *Mucuna* en Brasil, encontraron una tasa de germinación de 58 a 80% después de un período de almacenaje de 30 meses a temperatura ambiental (ACOSTA, 2010).

2.4. Las enmiendas

AZABACHE (1991) son productos naturales a base de calcio y magnesio que se utilizan para corregir la acidez del suelo y neutralizar los efectos tóxicos causados por altas concentraciones de aluminio, hierro y manganeso en los suelos ácidos. Así mismo se usan para suministrar calcio y magnesio cuyas deficiencias son muy comunes en dichos suelos. Por sus altos contenidos de calcio también se les denomina cales.

Las enmiendas también puede ser utilizada para corregir los suelos alcalinos, o sea aquellos que tienen pH muy altos (generalmente pH mayor de 8), caracterizados por sus altas concentraciones de sales. En estos casos se usa el sulfato de calcio que por su reacción acida en el suelo actúa como corrector de la alcalinidad (AZABACHE ,1991).

VALERIO; CASAS (1997) y RODRIGUEZ *et al.* (1993) señalan que las enmiendas tiene como propósito corregir la acidez del suelo y sus efectos negativos sobre el crecimiento de las plantas, mejorar las propiedades físicas del suelo, en las propiedades químicas aumenta los iones oxhidrilo y baja los iones de hidrogeno en la solución suelo; disminuye la toxicidad del aluminio (Al), hierro (Fe) y manganeso (Mn), regula la disponibilidad del fosforo (P) y molibdeno (Mo),

incrementando la disponibilidad de calcio (Ca) y magnesio (Mg) elevando el porcentaje de saturación de base.

2.4.1. Roca fosfórica

ALEGRE y CHUMBIMUNE (1996) indican que la roca fosfórica es un mineral llamado apatita, siendo el más común de ellos fluorapatita. Es un fosfato tricálcico, que contiene además otros elementos como silicio (Si), magnesio (Mg), hierro (Fe), sodio (Na), entre otros elementos. La roca es extraída por lo general de minas a cielo abierto. Luego de varios pasos de procesamiento y purificación, la roca fosfórica contiene entre 11,5 y 17,5 % de fósforo (P) (27 a 41 % de P_2O_5). El material purificado es molido finamente y de este modo está listo para su aplicación directa al suelo. La aplicación directa de roca fosfórica es utilizada en algunos países en suelos ácidos, en dosis que oscilan entre 0,5 y 1 t ha⁻¹. Los rendimientos se incrementan luego del primer año de aplicación y se mantiene un efecto residual a mediano plazo.

El mismo autor menciona que la mayor parte de roca fosfórica en función del porcentaje de arcilla en el suelo, permite saturar la capacidad de fijación de fósforo por el suelo (arcilla), de manera que cantidades adicionales de fósforo en el suelo totalmente disponibles por la planta, haciendo que la producción de biomasa se incremente por ende de la productividad. Asimismo, CIAT (1980), señala que al incorporar fósforo al suelo aumenta el rendimiento de materia seca.

2.4.2. Dolomita

RODRIGUEZ (1993) indica que la dolomita es una de las principales fuentes de magnesio en suelos ácidos debido a su relativo bajo costo en comparación con fertilizantes convencionales, y a su efecto en neutralizar la acidez del suelo y aumentar el contenido de magnesio en el suelo. La dolomita pura contiene 21.6 % de calcio (Ca) y 13.1% de magnesio (Mg). El contenido mínimo de magnesio que contiene un material para que se catalogue como dolomita es de 7 % de magnesio (Mg) ó 12% de óxido de magnesio. Algunos productos combinan la dolomita con el yeso mediante mezcla mecánica, mejorando su potencial agronómico.

PORTA (1999) mejorando la cantidad de bases cambiables, en especial calcio y magnesio, y reduce el exceso de acidez por aluminio, además de neutralizar la acidez del suelo, permite evitar desbalances nutricionales que puedan afectar el desarrollo normal de los cultivos.

2.4.3. Bocashi

LÓPEZ (2003) señala que la materia orgánica procede de los seres vivos (plantas o animales superiores o inferiores) y su complejidad es tan extensa como la composición de los mismos seres vivos. La descomposición en mayor o menor grado de estos seres vivos, provocada por la acción de los microorganismos o por factores abióticos, da lugar a un abanico muy amplio de sustancias en diferentes estados.

Cuando es aplicado al suelo, la materia orgánica es utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los mismos que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo; pero no hay que olvidar que supe nutrimentos al cultivo (MARTÍNEZ, 2004).

CRUZ (2002) expone que la aplicación de abonos orgánicos ofrece beneficios favorables para las plantas tales como:

- Sirven como medio de almacenamiento de los nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, entre otros.
- Aumentan la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.
- Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
- Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
- Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados.

2.5. Fertilización

ORREGO (2006) describe que los terrenos empleados para la agricultura demandan de complementos nutritivos que enriquecen el suelo. La

fertilización constituye una práctica común en la agricultura, de allí que es importante enfatizar en el tipo de la misma y sus correspondencias.

DA CRUZ (2004) manifiesta que la fertilización se hace de tal manera que se pueda corregir algunas deficiencias nutricionales del suelo, mantener la fertilidad, acelerar la velocidad de rebrote de los pastos aumentar la disponibilidad de materia seca y mejorar la calidad de nutriente digestible. Cuando se establezcan nuevas especies, es necesario corregir las deficiencias minerales del suelo y ayudar al éxito en el establecimiento de dichas especies.

2.6. Germinación de semillas

La mayoría de las semillas de leguminosas forrajeras arbóreas presentan bajos porcentajes de germinación, por lo que resulta importante incrementarla para lograr un establecimiento rápido y uniforme (SOCA y SIMÓN, 1998). Las bajas germinaciones pueden ser causadas por inmadurez fisiológica al momento de la cosecha o a fenómenos como la latencia (MATÍAS y BILBAO, 1985).

En algunas especies la baja germinación está asociada al endurecimiento de la capa superficial (testa o tegmen) de la semilla, lo que la hace impermeable y no permite la entrada de oxígeno y luz para que el embrión entre en actividad de crecimiento (RODRIGUEZ *et al.*, 1985).

CARDENAS (1991), establece que una de las características de las leguminosas son sus semillas duras, causado por la dureza de la cubierta de la

semilla, que impide la entrada del agua, sin la cual la semilla no puede hincharse y germinar. En la germinación la semilla absorbe agua, se hincha y rompe la testa. La raíz joven emerge y penetra en el suelo; las hojas se despliegan y comienzan a fotosintetizar, de manera después de 4 a 6 días, la planta se independiza de los materiales de reserva de los cotiledones.

2.7. Escarificación de semillas leguminosas

PURCELL (1975) establece que la mayoría de las especies de leguminosas tropicales desarrollan una corteza dura en la semilla que reduce sustancialmente la germinación rápida y uniforme, si no se hace tratamiento para disminuir el efecto de la dureza. La mayoría de las especies de leguminosas contienen cerca del 80% de semilla dura y relaciona tres métodos principales: Tratamientos basados en métodos mecánicos, en métodos químicos, o en calor y remojo.

2.7.1. Escarificación por calor y remojo

Un método simple, utilizado para reducir la dureza de la corteza de las semillas de la mayoría de las especies de leguminosas consiste en embeber la semilla en agua durante 24 horas, secarla luego rápidamente y proceder a la siembra inmediatamente. Sin embargo, una deficiencia de este sistema es la urgencia en sembrar tan pronto se hace el tratamiento (CABRALES y BERNAL, 1983).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar y fecha de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en uno de los potreros del Módulo Familiar Pecuario – Aucayacu- UNAS, ubicado en el distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Geográficamente se encuentra ubicado entre las coordenadas de 08 °56' 10.9" a 08° 56' 36.9" de latitud sur, y de 76° 06' 38.2" a 76° 06' 74.6" de longitud oeste, y a una altitud promedio de 540 m.s.n.m con una temperatura promedio de 23,6 °C y humedad relativa de 83,6 %. Ecológicamente se encuentra ubicada en la zona de vida de bosque muy húmedo-pre Montano tropical (bmh-PT) (UNAS, 2008).

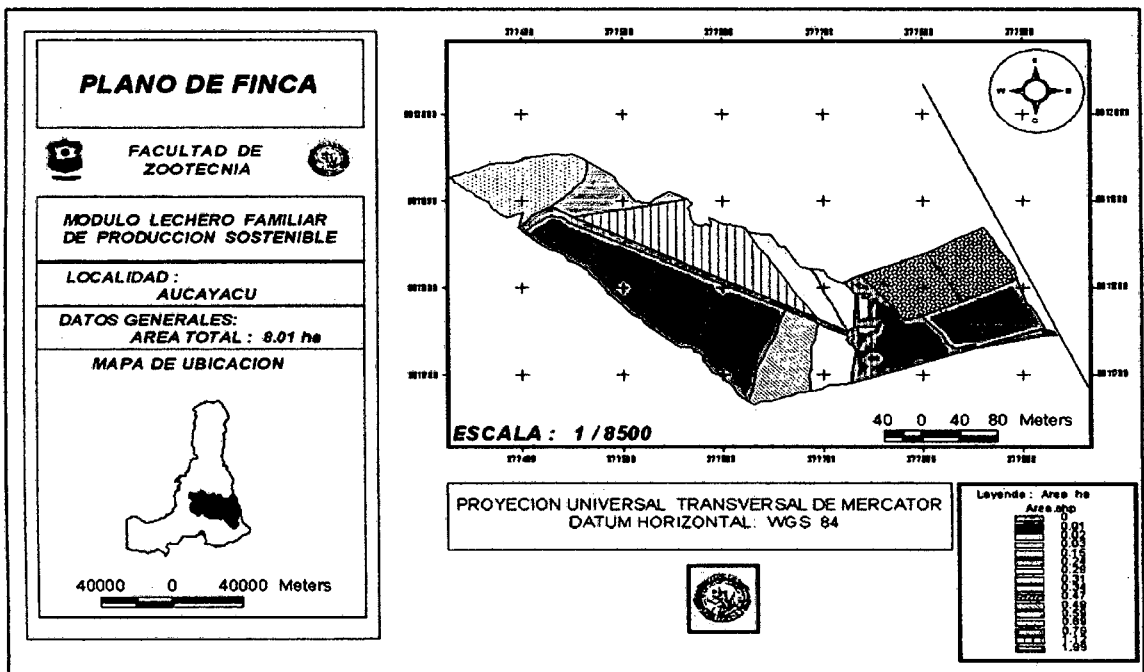


Figura 1. Plano de ubicación del módulo lechero de la Facultad de Zootecnia

El presente estudio tuvo una duración de 4 meses del 26 de octubre del 2011 a 26 de febrero del 2012.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental.

3.3. Población y muestra

Se trabajó con 3 parcelas de los cultivos de cobertura *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna pruriens* L., *Centrosema macrocarpum* Benth, cada parcela se subdividió en 12 subparcelas teniendo una medida de 3 x 3 m, haciendo un total de 36 sub parcelas; las muestras se evaluaron de manera directa por cada sub parcela.

Cuadro 5. Datos meteorológicos durante el experimento

VARIABLES	Meses del año 2011 - 2012			
	Oct	Nov	Dic	Ene
Precipitación mensual (mm)	169.1	377.9	311.2	375.0
Humedad relativa mensual (%)	86.0	85.0	86.0	86.0
Temperatura media mensual (° C)	25.0	25.9	25.0	25.4
Temperatura máxima mensual (° C)	29.5	30.7	29.1	29.9
Temperatura mínima mensual (° C)	20.6	21.2	20.9	20.9
Horas total de sol mensual	113.2	162.2	118.9	132.6

Fuente: Gabinete de meteorología y climatología "Estación termo pluviométrica Rio Anda (TPlu), de la facultad de Recursos Naturales Renovables de la UNAS, 2012.

3.4. Características del suelo

El área donde se instaló el trabajo experimental, presenta una topografía plana en estado de degradación por la invasión de malezas

Andropogon bicornis, *Pseudelephantopus spicatus*, *Cyperus sp.*, *Paspalum virgatum* L. y sobre pastoreo, la misma que anteriormente existía *Paspalum conjugatum* y *Axonopus compressus*, el cual previo a realizar el establecimiento de los cultivos de cobertura se hizo labores de preparación del terreno (desmalezamiento, limpieza, alineamiento y siembra), por el método tradicional.

De acuerdo a los resultados del análisis químico y físico del suelo del área experimental (Cuadro 6) menciona que el suelo de las tres parcelas elegidas presentan un pH fuertemente ácido, con baja materia orgánica, textura arcillosa, bajos tenores de nitrógeno, tenores bajos de fósforo, tenores medio de potasio, y contenidos deficientes de calcio y magnesio. Así como también se describe la relación calcio magnesio como deficiente en calcio, la relación potasio magnesio resulta deficiente en potasio. Se menciona también que son suelos pesados con niveles de permeabilidad baja y la condición del suelo también es baja.

Es un suelo con alta toxicidad de aluminio en tanto que requiere urgentemente realizar labores de encalado para uso agrícola. Bajo las condiciones edafológicas descritas se realizó el experimento.

Cuadro 6. Análisis físico - químico del suelo experimental

Datos de la muestra			ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/Kg						CICe	%	%	%	
Cod. Lab	PROC.	PROP.	Arena	Arcilla	Limo							TEXTURA	1:1	%	ppm	kg/ha	Ca					Mg
			%	%	%																	
M 2007	Aucayacu	ML - UNAS	18.4	44.6	37.0	Arcilloso	4.25	0.85	0.04	2.90	206.8	5.03	0.73	0.16	0.00	0.00	3.56	0.58	5.03	17.76	82.24	70.72
M 2008	Aucayacu	ML - UNAS	16.4	40.6	43.0	Arcilloso limoso	4.24	0.64	0.03	10.10	171.01	5.39	0.69	0.32	0.00	0.00	3.87	0.51	5.39	18.68	81.32	71.85
M 2009	Aucayacu	ML - UNAS	52.4	18.6	29.0	Franco arenoso	4.09	0.53	0.02	3.70	387.09	5.52	0.71	0.25	0.00	0.00	3.95	0.62	5.52	17.21	82.79	71.56

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo de la Facultad de Agronomía UNAS, 2012.

3.5. Metodología

Después de seleccionar las semillas de *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna pruriens* y *Centrosema macrocarpum*, se realizó el escarificado por el método de remojo en agua durante 24 horas. Seguidamente se procedió a sembrar las semillas por el método de golpe, utilizando un azadón para batir la tierra. La densidad de siembra en *Pueraria phaseoloides* fue (30 x 30 centímetros) y se depositó 5 semillas por golpe, *Mucuna pruriens* (50 x 50 centímetros) con 4 semillas por golpe y *Centrosema macrocarpum* (30 x 30 centímetros) con 5 semillas por golpe, respectivamente (CIAT, 1982).

Cabe mencionar que la evaluación de porcentaje de cobertura y altura de la planta se realizó cada 15 días post siembra, utilizando para el porcentaje de cobertura un bastidor de 1m² subdivididos en 25 cuadrículas, se midió dándole un valor de 1 a cada cuadrícula, sumando luego el valor obtenido y multiplicándolo por 4, obteniendo así el valor real. En el caso de altura de la planta se empleó una wincha metálica de 3 metros, expresando la medición en centímetros y para esto se midieron 2 plantas altas, 1 planta mediana y 2 plantas pequeñas. Las mediciones se realizaron a cada subparcela de cada especie de leguminosa (CIAT, 1982).

3.6. Variable Independiente

3.6.1. Leguminosas (3):

- Kudzu.
- Centrosema
- Mucuna

3.6.2. Enmiendas (4):

- Control (Testigo).
- Roca fosfórica.
- Dolomita.
- Bocashi.

3.7. Tratamientos en estudio

La distribución de los tratamientos dentro del trabajo experimental se hizo al azar en función a la interacción entre leguminosas (*Pueraria phaseoloides*, *Mucuna pruriens*, *Centrosema macrocarpum*), con las enmiendas (Roca fosfórica, Dolomita y Bocashi), teniendo en cuenta el control (sin enmienda). Los doce tratamientos distribuidos se esquematizan de la siguiente manera:

- L1 = Kudzu

T1 = L1C: Kudzu + control

T2 = L1RF: Kudzu + Roca Fosfórica

T3 = L1D: Kudzu + Dolomita

T4 = L1B: Kudzu + Bocashi

- L2 = Centrosema

T5 = L2C: Centrosema + Control

T6 = L2RF: Centrosema + Roca Fosfórica

T7 = L2D: Centrosema + Dolomita

T8 = L2B: Centrosema + Bocashi

- L3 = Mucuna

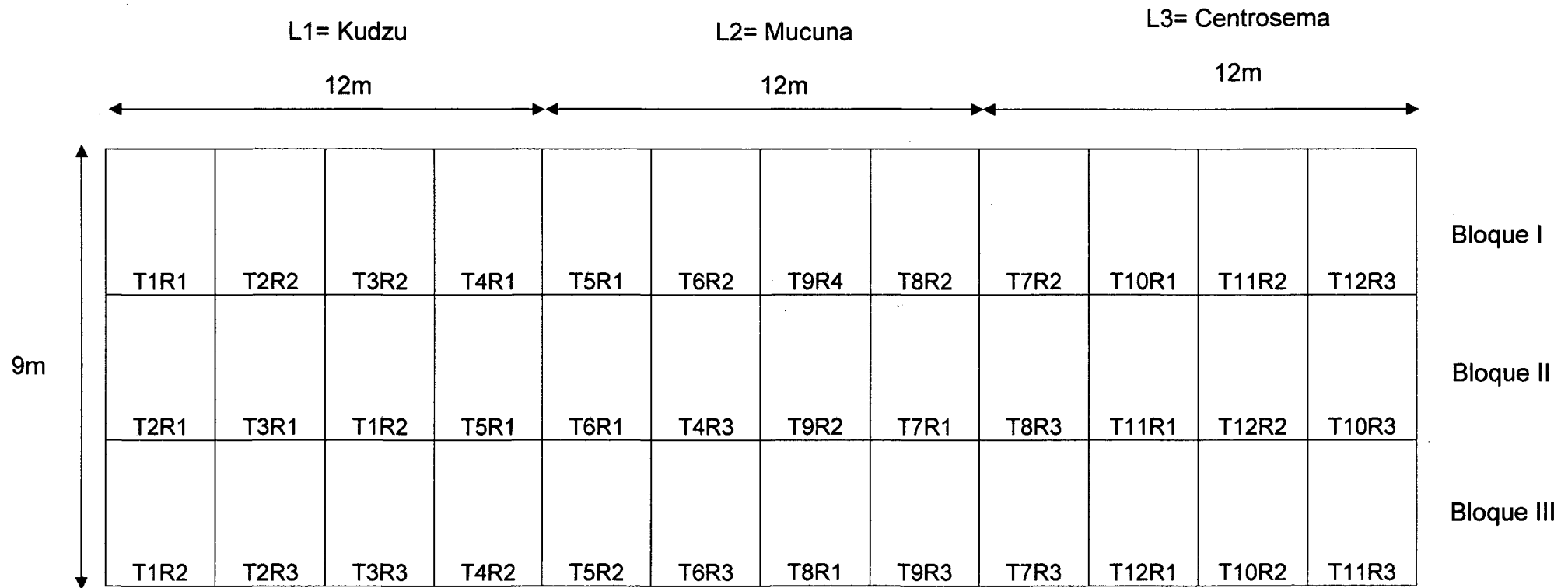
T9 = L3C: Mucuna + Control

T10 = L3RF: Mucuna + Roca Fosfórica

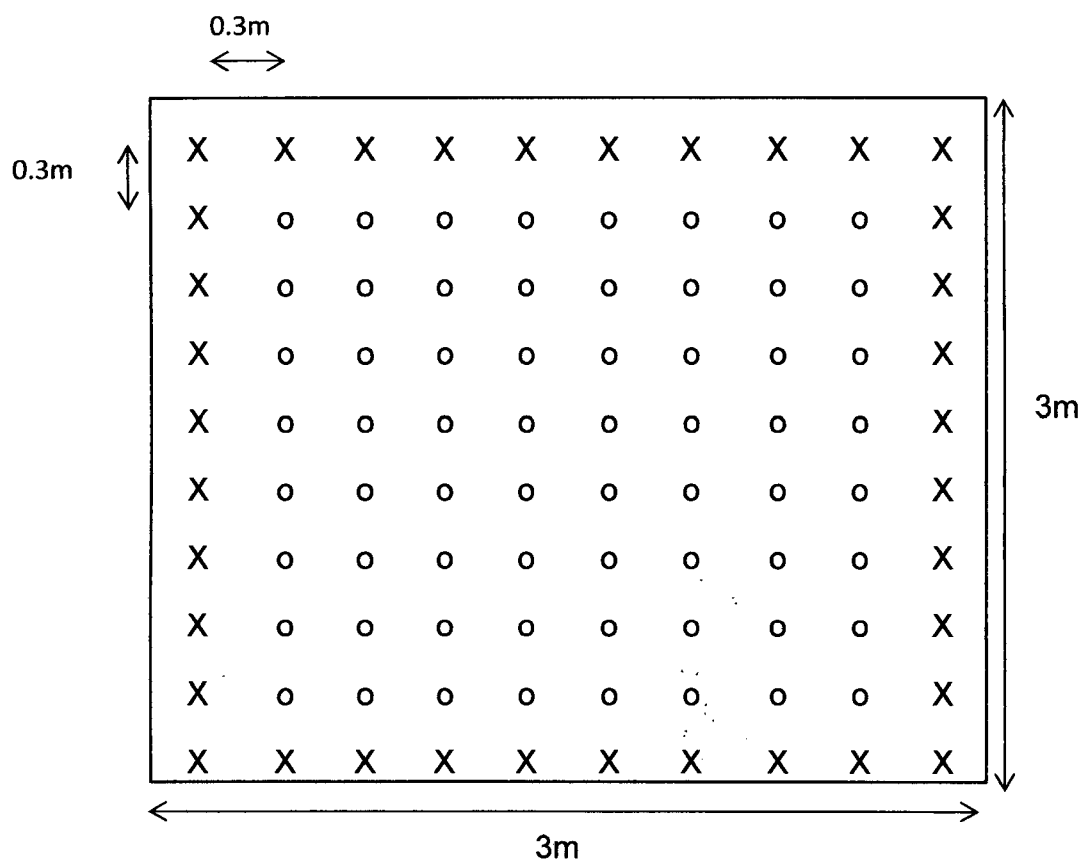
T11 = L3D: Mucuna + Dolomita

T12 = L3B: Mucuna + Bocashi

3.8. Croquis de distribución de los tratamientos



3.9. Detalle de la subparcela experimental



X= Plantas de borde (no evaluadas)

O= Plantas evaluadas

3.10. Descripción del área experimental

Parcelas

- Ancho de la parcela 9m
- Largo de la parcela 12m
- Total de parcelas 3
- Área de cada parcela 108 m²

Subparcelas

- Ancho de las subparcelas 3m
- Largo de la subparcela 3m
- Total de subparcelas 36
- Área de cada subparcela 9m²

Hileras

- Número de hileras por subparcela 10
- Distanciamiento entre hileras 0.3
- Distanciamiento entre plantas 0.3
- Número de plantas por subparcelas 100
- Número de golpes por hileras 10

Dimensiones del campo experimental

- Largo 36
- Ancho 9
- Área total del experimento 324m²

3.11. Análisis estadístico

Para el análisis de las variables estudiadas, se utilizó el diseño de bloques con arreglos factoriales (DBAF) con 12 tratamientos (Leguminosa x Enmienda) y 3 repeticiones/tratamiento; las cuales se sometieron al análisis de variancia y significación estadística, utilizando la prueba de tukey al nivel de 5% de probabilidad en el Infostat.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y = \mu + FA + FB + FA*FB + e$$

Donde:

Y = Es la variable respuesta

U = Media poblacional

FA = Efecto de las leguminosas sobre la variable respuesta

FB = Efecto de las enmiendas sobre las variables respuesta

FA*FB = Efecto de la interacción de las leguminosas y enmiendas sobre las variables respuesta.

e = Error experimental

3.12. Variables dependientes

- Porcentaje de germinación
- Altura de planta
- Porcentaje de cobertura
- Obtención de materia verde y materia seca
- Longitud y biomasa radicular
- Composición química

3.12.1. Porcentaje de germinación

Se contaron los días hasta que la leguminosa establecida presente dos hojas en el brote para cada uno de las leguminosas. El conteo se realizó por cada subparcela establecida (CIAT, 1982).

3.12.2. Altura de planta

Se realizó con la ayuda del bastidor (1m^2) a las 2, 4, 6, 8, 10, y 12 semanas utilizando una cinta métrica metálica, la forma de realizar las mediciones fue en centímetro, midiendo desde la base o cuello de la radícula hasta el punto más alto de la planta sin estirla; para esto se tomaron medidas de 5 plantas (2 grandes, 1 mediana y 2 pequeñas) que se encontraron establecidas en el área por cada repetición. No se tomó en cuenta la inferencia (CIAT, 1982).

3.12.3. Porcentaje de cobertura

Esta medida se registró a las 2, 4, 6, 8, 10 y 12 semanas a través de un bastidor de 1 m^2 y una piola que permitió formar 25 divisiones de 20 x 20 centímetros, al que fue dado un valor de 1 a cada cuadrícula, sumando luego los valores obtenidos en las 20 cuadrículas para finalmente multiplicarla por 4 y obtener el valor final expresado en porcentaje. El bastidor fue colocado en cada área dentro de las sub parcelas en función de las evaluaciones. La estimación de la cobertura se realizó según la proporción aparente en que el pasto cubrió el área del cuadrado (CIAT, 1982).

3.12.4. Longitud y materia seca radicular

La determinación de longitud de la raíz de la planta se evaluó al término del experimento; se tomaron las medidas de las plantas que se encontraban dentro del bastidor de 1m^2 en cada subparcela (2 largos, 1 mediano y 2 pequeños), con la ayuda de una cinta métrica metálica se midió desde el cuello de la raíz hasta el meristemo terminal de la raíz más larga expresada en cm (CIAT, 1982).

Para la determinación de la materia seca radicular (MSR) por hectárea, al final del experimento (12 semanas) se tomó toda la muestra obtenida de biomasa radicular fresca obtenido en el metro cuadrado, el cual se puso en bolsas de papel previamente codificado y se envió a la estufa por tres días a 60°C hasta obtener el peso seco constante de la muestra y se hizo el cálculo con la siguiente fórmula:

$$MSR/m^2 = \frac{PF \times ps}{pf}$$

Donde:

MSR/m² : Materia seca radicular por metro cuadrado

PF : Peso fresco de la muestra total (m²)

ps : Peso seco de la muestra

pf : Peso fresco de la muestra

3.12.5. Obtención de materia verde

Al término del experimento (12 semanas) se cortó y se pesó toda la materia verde (MV), utilizando para ello un marco de madera de 1m² y un machete, realizándose el corte a una altura de 5 centímetros del suelo, extrapolándose luego este valor a cantidades por hectárea (CIAT, 1982).

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$P = PCP \times \frac{10000}{ANCm^2}$$

Donde:

P= Producción de materia verde en Kg ha⁻¹

PCP= Peso de campo por parcela en Kg.

ANC= Área neta cosechada en m².

3.12.6. Obtención de materia seca de la biomasa aérea de la planta

CIAT (1982) para obtener el valor de producción de materia seca por hectárea a las 12 semanas, se tomó una submuestra de biomasa aérea fresca (500 gramos) el cual se puso en bolsas de papel periódico previamente codificado y se envió a la estufa por tres días a 60° C hasta obtener un peso seco constante de la submuestra y se hizo el cálculo con la siguiente fórmula:

$$MS/m^2 = \frac{PF \times ps}{pf}$$

Donde:

MS/m² : Materia seca por metro cuadrado

PF : Peso fresco de la muestra total (m²)

ps : Peso seco de la submuestra

pf : Peso fresco de la submuestra (500 gr)

3.12.7. Análisis mineral de la biomasa aérea de la planta

Obtenida la materia seca se realizó el molido en un molino manual a un tamaño de 0.5 mm de cada submuestra; se determinó la composición mineral de la materia seca, por el método Kjeldahl y digestión vía seca, para determinar: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, Hierro, Zinc, Manganeso, Boro, Cobre, Molibdeno, Cloro (BAZÁN, 1996).

3.13. Digestión vía seca para determinar minerales

La digestión vía seca o calcinación de la muestra es generalmente hecha en una mufla a temperaturas de 450 a 500°C. A estas condiciones de temperatura, elementos tales como el azufre, nitrógeno y en algunos casos el boro tiende a perderse por sublimación. Una vez que la muestra ha sido calcinada, el residuo, cenizas, son disueltos en ácidos diluidos tales como nítrico o clorhídrico. La solución formada contiene elementos minerales. Para la cuantificación de los elementos, se usan técnicas analíticas que pueden ser por titulación, calorimétricas o por espectrofotometría de emisión o de absorción (BAZÁN, 1996).

3.13.1. Equipos

- Crisoles de porcelana de 30 a 50 mililitros de capacidad.
- Mufla con control de temperatura.

3.13.2. Obtención del extracto

- Pesar 2 gramos de muestra de tejido vegetal molido y seco en la estufa a 60°C, luego colocar en un crisol el cual ha sido identificado previamente.
- Colocar el crisol dentro de la mufla y seleccionar la temperatura de 450°C durante ocho horas.
- Humedecer la muestra calcinada, con agua destilada. Agregar lentamente 2 mililitros de ácido clorhídrico concentrado. Evaporar lentamente el contenido hasta sequedad.
- Repita el proceso de adición de ácido clorhídrico y evaporación hasta sequedad para deshidratar la sílice que interfiere en la determinación de

fósforo. Este paso también asegura la disolución del manganeso difícilmente soluble y de otros micronutrientes.

- Agregue aproxima 2 mililitros de agua destilada y 2 mililitros de ácido clorhídrico concentrado. Calentar suavemente, a fin de permitir la disolución.
- Transfiera el contenido del crisol, ayudándose con agua caliente y por filtración, a una fiola de 50 mililitros. Esta solución se llama extracto clorhídrico. Sirve para determinar: minerales, ya sea directamente o después de hacer disoluciones.

3.14. Determinación del nitrógeno total por el método Kjeldahl

En el método Kjeldahl, el tejido vegetal se ataca con ácido sulfúrico concentrado, caliente en presencia de catalizadores. La materia orgánica se transforma por oxidación en monóxido de carbono y agua. El nitrógeno se fija por el ácido sulfúrico en forma de sulfato amónico (BAZÁN, 1996).

3.14.1. Procedimiento para la determinación de nitrógeno

- En un balón tipo micro Kjeldahl de 100 mililitros, poner 100 miligramos de muestra vegetal molida.
- Adicionar 7 mililitros de la mezcla de ácido sulfúrico y ácido salicílico. Dejar en reacción 30 minutos.
- Adicionar 0.5 gramos de tiosulfato de sodio y agitar. Dejar en reposo 15 minutos.
- Adicionar 200 miligramos del catalizador mixto.
- Calentar, al inicio en forma suave y luego fuerte, hasta que el contenido del balón se aclare.
- Dejar enfriar. Adicionar agua destilada para dar volumen (10-20 mililitros).

- Destilar, previa neutralización de la acidez mediante adición de hidróxido de sodio al 40% con indicador.
- Recibir el destilado en 10 mililitros de ácido bórico al 2% que contiene indicador mixto.
- Terminada la destilación, titular el destilado con ácido clorhídrico al 0.002 normal hasta el cambio de color verde a transparente

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación biométrica de los cultivos de cobertura

a) Porcentaje de germinación

A los siete días *Mucuna pruriens* obtuvo mejor porcentaje de germinación en un 100% que el *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* (35.25% y 10.25% respectivamente), a los 14 días el porcentaje de germinación para estas últimas especies fue de 94.58% y 88.00% respectivamente, cuya descripción se detalla en la Figura 2.

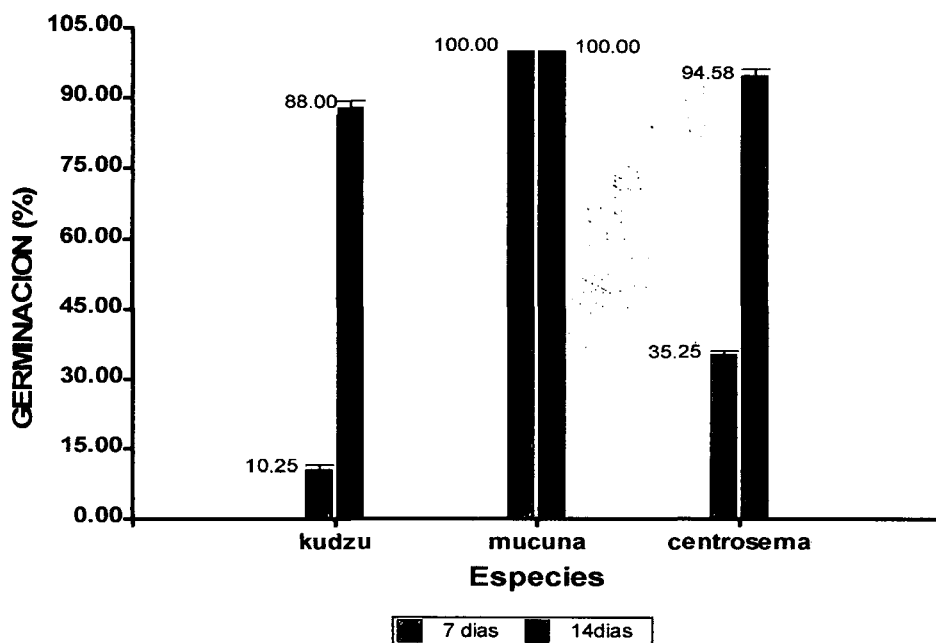


Figura 2. Porcentaje de germinación en *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides* en el distrito de José Crespo y Castillo – Aucayacu.

b) Altura de la planta

El comportamiento de altura durante el periodo de evaluación se detalla en la Figura 3, la cual muestra que a los 15 días la *Mucuna pruriens* alcanza una altura media de 11.4 cm, correspondiendo a una mayor altura que las coberturas *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* (10.53 y 2.53 cm de altura respectivamente).

Finalmente, a los 90 días la *Mucuna pruriens* alcanzó una altura media de 58.76 cm, versus el *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* que alcanzaron alturas medias de 38.02 y 12.03 cm, respectivamente.

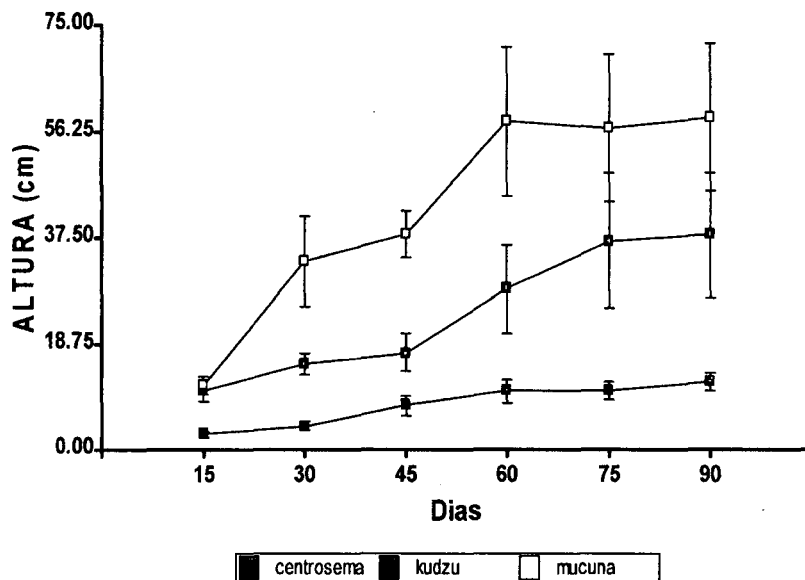


Figura 3. Comportamiento de *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides* en altura de planta (cm) durante 90 días después de la siembra

c) Porcentaje de cobertura

Para el porcentaje de cobertura se ilustra en la Figura 4, siendo que a los 15 días después de la siembra, la *Mucuna pruriens* tuvo 9.8% de cobertura,

Centrosema macrocarpum con 6.73% y *Pueraria phaseoloides* 1.95% de cobertura.

Finalmente, a 90 días post siembra, se mantuvo la dominancia de las especies, correspondiendo a la *Mucuna pruriens* con 77.49%, *Centrosema macrocarpum* con 53.45%, y *Pueraria phaseoloides* con 24.7% de cobertura.

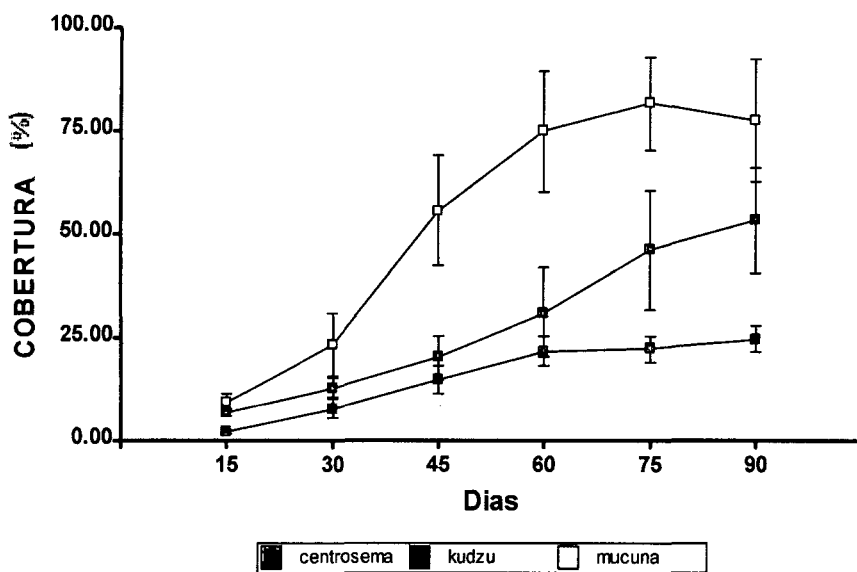


Figura 4. Porcentaje de cobertura de *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*

d) Longitud radicular

En el Cuadro 7 se muestra el comportamiento de longitud radicular. Para *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens* no muestran diferencias estadísticas ($p > 0.05$) ya que para las coberturas no resalta la influencia del efecto de las enmiendas.

Cuadro 7. Longitud radicular en las especies de cultivos de cobertura expresada en cm, donde (n=9; Media \pm Desviación estándar)

Abonos	n	Longitud (cm)		
		Centrosema	Kudzu	Mucuna
Control	9	20.57 \pm 3.59 a	9.00 \pm 2.43 a	35.37 \pm 10.07 a
Roca fosfórica	9	23.87 \pm 3.44 a	10.43 \pm 2.01 a	32.53 \pm 21.05 a
Dolomita	9	22.90 \pm 6.16 a	12.23 \pm 2.54 a	34.00 \pm 10.54 a
Bocashi	9	22.77 \pm 3.93 a	10.53 \pm 0.68 a	53.23 \pm 9.35 a
p- valor		0.8255	0.356	0.2821
CV		19.62	19.47	35.14

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Utilizando la prueba de tukey.

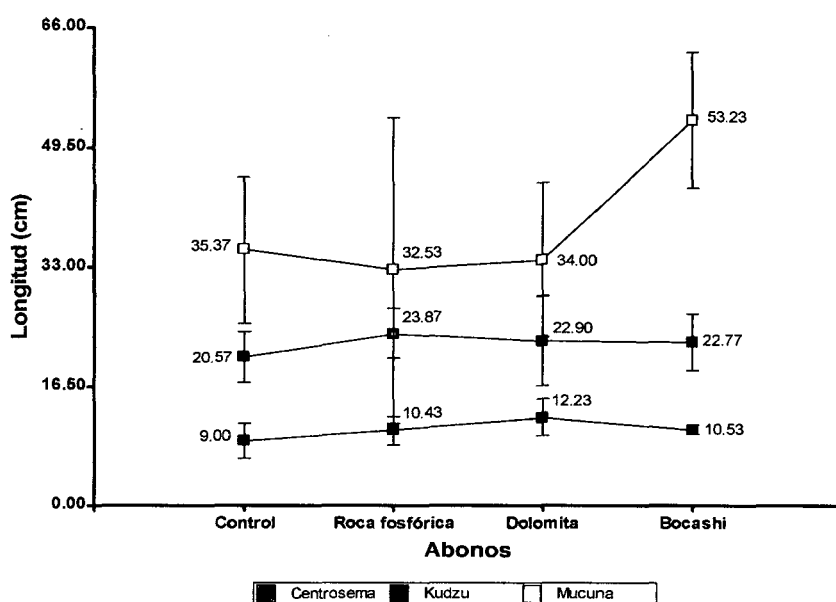


Figura 5. Longitud radicular (cm) entre especies de leguminosas *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*

La Figura 5 detalla el comportamiento de longitud radicular por adición de enmiendas en cada especie de cobertura. A pesar que *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens* no muestran

significancia, resalta la enmienda bocashi por tener la mejor media a comparación de las demás enmiendas con la especie *Mucuna pruriens*.

e) Materia seca radicular

La obtención de materia seca radicular con las enmiendas no mostraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) para *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides*; sin embargo para la *Mucuna pruriens* muestra significancia (p -valor = 0.0323) con respecto a las demás coberturas; de tal modo, para esta especie la enmienda bocashi tiene mejor comportamiento con respecto a roca fosfórica y dolomita, pero muestra igualdad estadística con la enmienda control.

Cuadro 8. Materia seca radicular (Kg ha^{-1}) en *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides* ($n=9$; Media \pm Desviación estándar).

Abonos	n	Materia seca radicular (kg ha^{-1})		
		Centrosema	Kudzu	Mucuna
Control	9	222.03 \pm 53.76 a	53.43 \pm 5.33 a	323.33 \pm 66.58 ab
Roca fosfórica	9	190.57 \pm 69.92 a	69.37 \pm 15.79 a	213.33 \pm 130.51 a
Dolomita	9	286.60 \pm 47.20 a	57.97 \pm 10.03 a	213.33 \pm 76.38 a
Bocashi	9	312.70 \pm 168.93 a	63.90 \pm 14.38 a	446.67 \pm 55.08 b
	p- valor	0.4446	0.4452	0.0323
	CV	38.8	19.77	29.11

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Utilizando la prueba de tukey.

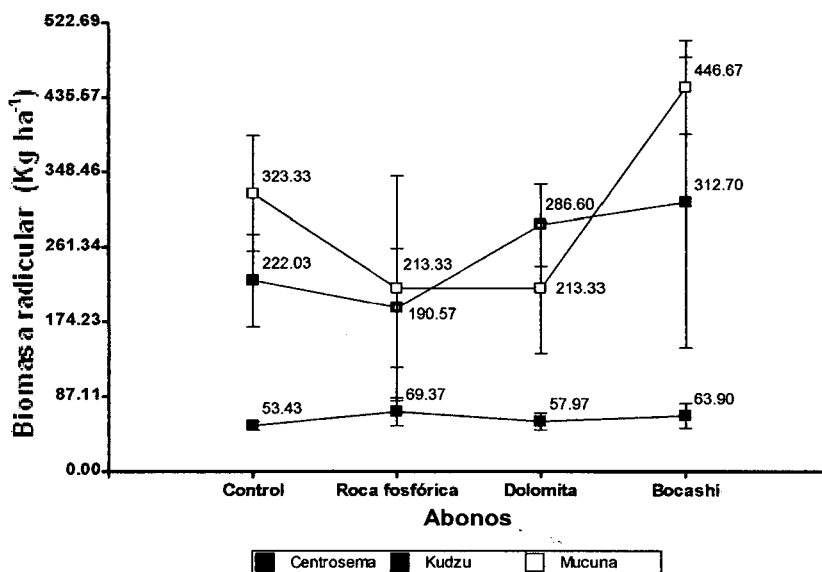


Figura 6. Obtención de materia seca radicular en (kg ha^{-1}) entre *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*

La Figura 6 muestra con mayor detalle el comportamiento de materia seca radicular por adición de enmiendas en cada leguminosa. Para las coberturas *Centrosema macrocarpum* y *Mucuna pruriens* la enmienda bocashi, resultó con mejor resultado que las demás enmiendas; para *Pueraria phaseoloides*, las enmiendas mantienen un mismo comportamiento.

4.2. Aporte de nutrientes de los cultivos de cobertura

4.2.1. Macronutrientes

El Cuadro 9 detalla que las coberturas mostraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en cuanto al contenido de nitrógeno, fósforo y potasio.

En cuanto a las trazas de nitrógeno, las coberturas *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema macrocarpum* reportaron mayor tasa de nitrógeno

que la cobertura *Mucuna pruriens*. Con respecto a las trazas de fósforo y potasio, la cobertura *Pueraria phaseoloides* mostró mayor tasa de fósforo y potasio que las demás coberturas.

Cuadro 9. Nitrógeno, Fósforo, y Potasio (%) de la materia seca en las especies de leguminosas (n=12; Media \pm Desviación estándar).

Especie	n	N (%)	P (%)	K (%)
Mucuna	12	2.01 \pm 0.42 a	0.14 \pm 0.02 a	0.30 \pm 0.19 a
Kudzu	12	2.49 \pm 0.37 b	0.21 \pm 0.02 b	1.31 \pm 0.23 b
Centrosema	12	2.62 \pm 0.34 b	0.16 \pm 0.03 a	0.44 \pm 0.36 a
	p-valor	0.0011	<0.0001	<0.0001
	CV	16.0	13.57	39.66

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) utilizando la prueba de tukey

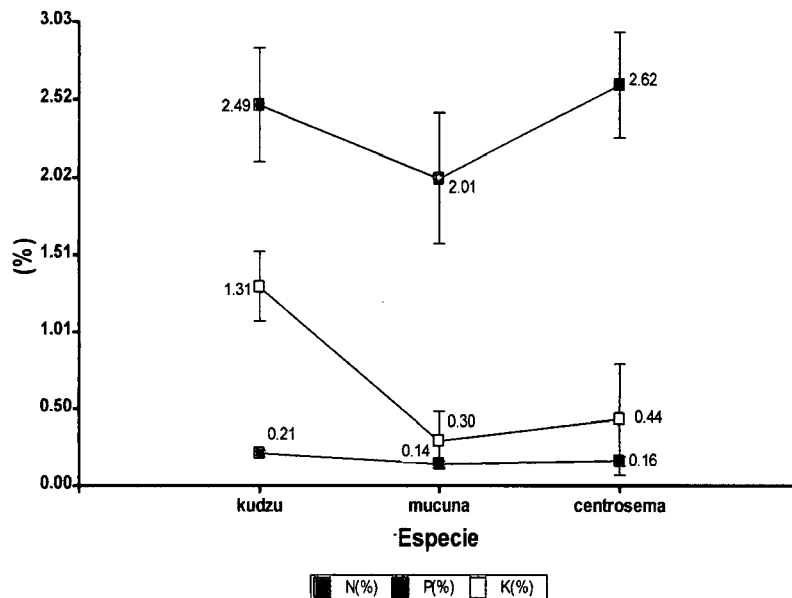


Figura 7. Contenido de N, P, K (%) en la materia seca de *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*

La Figura 7 muestra con mayor detalle el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en la biomasa foliar de cada cobertura. Como puede observarse, la *Pueraria phaseoloides* resulta una cobertura que contiene mayores niveles de fósforo y potasio, así como en nitrógeno.

El cuadro 10 detalla que las coberturas mostraron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) en cuanto al contenido de magnesio, sodio y calcio.

En cuanto a las trazas de magnesio y calcio, la cobertura *Pueraria phaseoloides* reportó mayor tasa de contenido que la cobertura *Mucuna pruriens* y *Centrosema macrocarpum*. Con respecto a las trazas de sodio, la cobertura *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema macrocarpum* muestran igualdad estadística, sin embargo *Mucuna pruriens* mostró el contenido más bajo de sodio.

Cuadro 10. Magnesio, sodio, y calcio (%) de la materia seca en *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*

Especie	n	Mg (%)	Na (%)	Ca (%)
Mucuna	12	0.08 ± 0.05 a	0.01 ± 0.01 a	0.37 ± 0.30 a
Centrosema	12	0.09 ± 0.07 a	0.02 ± 0.02 ab	0.59 ± 0.44 a
Kudzu	12	0.24 ± 0.08 b	0.02 ± 0.02 b	1.19 ± 0.09 b
	p-valor	<0.0001	0.004	<0.0001
	CV	49.54	50.87	43.78

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Utilizando la prueba de tukey.

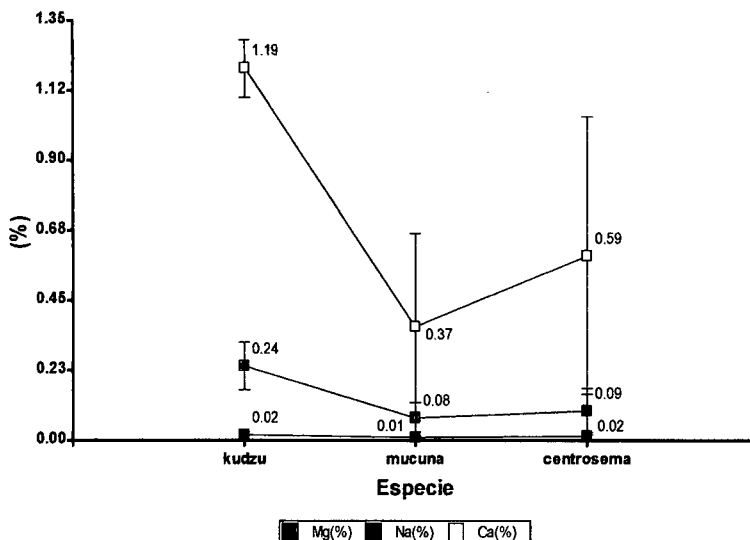


Figura 8. Obtención de las trazas de magnesio, sodio y calcio (%) en la materia seca de las leguminosas de cobertura

La Figura 8 muestra con mayor detalle el contenido de magnesio, sodio y calcio en la materia seca de cada cobertura. Como puede observarse, *Pueraria phaseoloides* resulta que contiene mayores niveles de magnesio y calcio, así como en sodio. La figura 9 detalla con mayor precisión del comportamiento de correlación lineal que existe entre las trazas de sodio y potasio en las coberturas utilizadas (*Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens*).

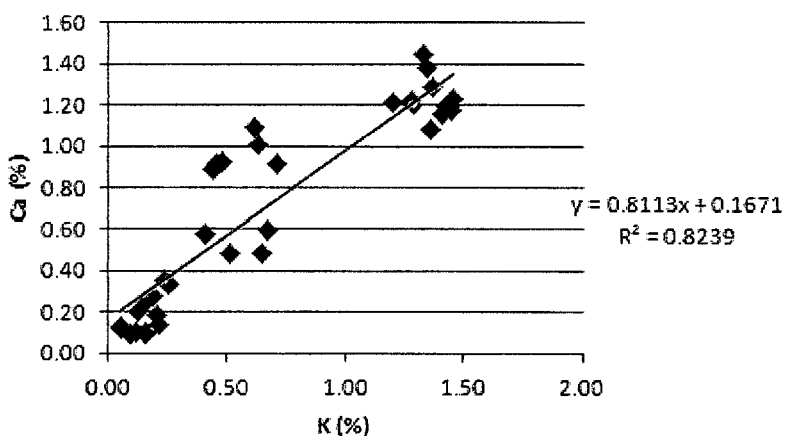


Figura 9. Comportamiento de regresión lineal entre contenido de potasio y calcio.

a) Aporte de macronutrientes a los 90 días de evaluación

La obtención estimada de materia seca se muestra en el cuadro 11, *Mucuna pruriens* obtiene mejores resultados frente a *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* a los 90 días de evaluación.

Cuadro 11. Estimación de materia seca ($t\ ha^{-1}$) de *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens* a los 90 días post siembra

Especie	n	MS ($t\ ha^{-1}$)
Centrosema	12	1.09 ± 0.52 a
Kudzu	12	0.27 ± 0.05 a
Mucuna	12	3.32 ± 1.48 b
	p- valor	<0.0001
	CV	58.05

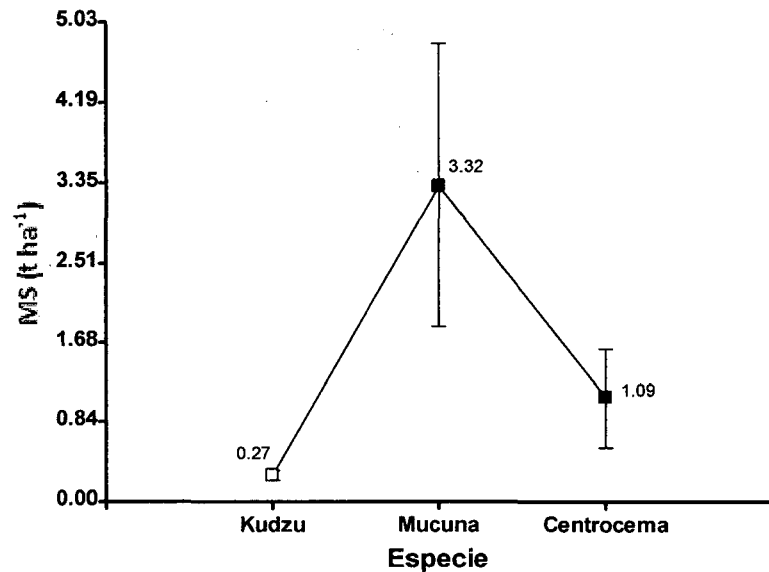


Figura 10. Materia seca en ($t\ ha^{-1}$) estimada a los 90 días post siembra en *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens*

Cuadro 12. Aporte de macronutrientes (Kg ha^{-1}) al suelo de la biomasa aérea de los cultivos de cobertura a los 90 días post siembra

Especie	Macronutrientes (Kg ha^{-1})					
	N	P	K	Mg	Na	Ca
Centrosema	28.6	1.7	4.8	1.0	0.2	6.4
kudzu	6.7	0.6	3.5	0.6	0.1	3.2
Mucuna	66.7	4.6	10.0	2.7	0.3	12.3

b) Evaluación de una producción estimada en una plantación en producción

Por citas referenciales (cuadro 13) en la producción de materia seca *Pueraria phaseoloides* muestra mejores resultados frente a las coberturas *Centrosema macrocarpum* y *Mucuna pruriens*.

Cuadro 13. Comparación de producción de materia seca de la biomasa aérea de leguminosas (t ha^{-1}) y longitud radicular (m) por referencia bibliográfica

Especie	MS (t ha^{-1})	LR (m)
Centrosema	3.0	0.26
Kudzu	6.0	1.50
Mucuna	7.0	3.00

Fuente: PEREZ (2005); SKERMAN *et al.* (1988)

En el cuadro 14 se detalla la aportación de macronutrientes de acuerdo a las citas referenciales de una plantación en producción de las coberturas utilizadas en el experimento.

Cuadro 14. Aporte de macronutrientes (Kg ha^{-1}) al suelo de la biomasa aérea de los cultivos de cobertura por citas referenciales

Especies	N	P	K	Mg	Na	Ca
Centrosema	78.6	4.8	13.2	2.7	0.6	17.7
Kudzu	149.4	12.6	78.6	14.4	1.2	71.4
Mucuna	140.7	9.8	21.0	5.6	0.7	25.9

4.2.2. Micronutrientes

En cuanto a las trazas de fierro, manganeso, zinc y cobre (cuadro 15), la cobertura *Pueraria phaseoloides* reportó mayor tasa de estos nutrientes que la cobertura *Mucuna pruriens* y *Centrosema macrocarpum*.

Cuadro 15. Hierro, manganeso, zinc y cobre (ppm) de la materia seca en las especies de leguminosas (n=12; Media \pm Desviación estándar)

Especie	n	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Mucuna	12	5.91 \pm 3.91 a	2.56 \pm 2.87 a	0.32 \pm 0.20 a	3.97 \pm 1.20 a
Centrosema	12	7.63 \pm 5.74 a	2.04 \pm 2.25 a	0.28 \pm 0.19 a	4.76 \pm 1.42 a
Kudzu	12	55.66 \pm 10.73 b	7.83 \pm 2.14 b	0.53 \pm 0.07 b	11.5 \pm 1.77 b
	p-valor	<0.0001	<0.0001	0.0008	<0.0001
	CV	31.99	58.99	40.79	21.97

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Utilizando la prueba de tukey

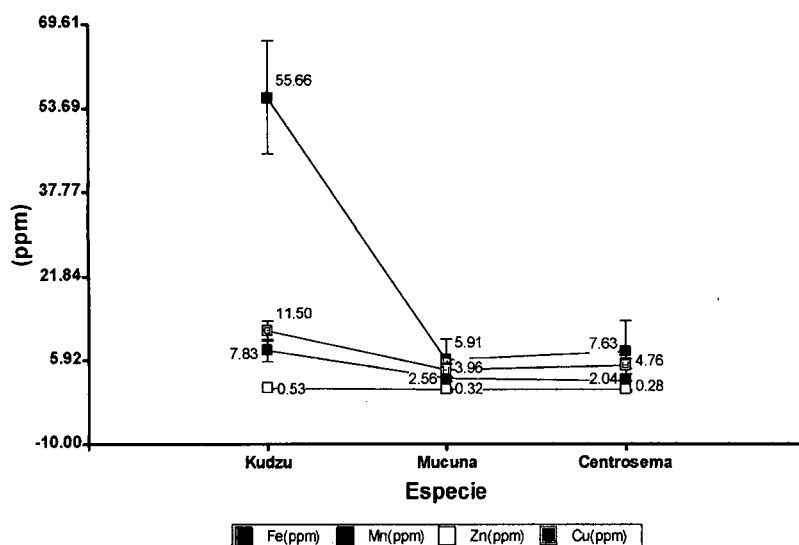


Figura 11. Contenido de hierro, manganeso, zinc y cobre en la materia seca de las coberturas *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens*

Como puede observarse en la Figura 11 *Pueraria phaseoloides* resulta una cobertura que contiene mayores niveles de hierro, manganeso, zinc y cobre. Así como también en la Figura 12 se detalla el comportamiento de regresión lineal en función a la correlación obtenida.

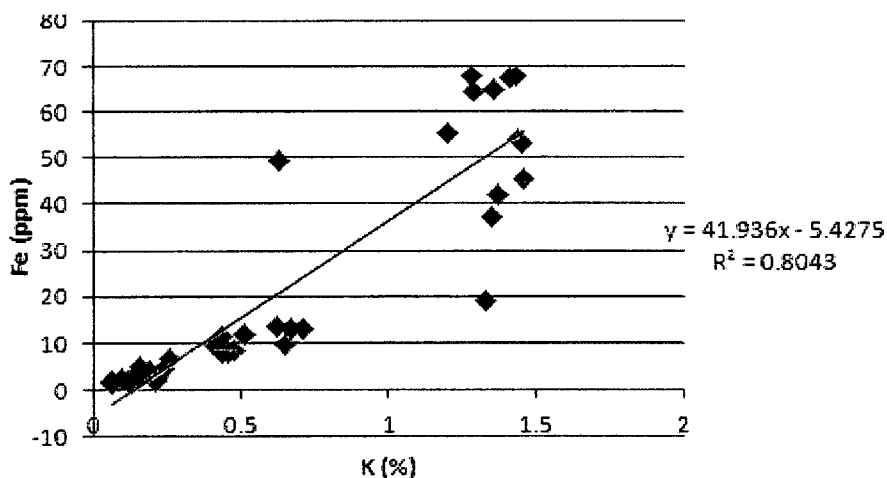


Figura 12. Comportamiento de regresión lineal entre potasio y hierro.

Cuadro 16. Estimación de aporte de micronutrientes (Kg ha^{-1}) al suelo de los cultivos de cobertura a los 90 días de evaluación

Especies	Micronutrientes (Kg ha^{-1})			
	Fe	Mn	Zn	Cu
Centrosema	8.3	2.2	0.3	5.2
Kudzu	15.0	2.1	0.1	3.1
Mucuna	16.9	8.5	1.1	13.2

Cuadro 17. Aporte de micronutrientes (Kg ha^{-1}) al suelo de la biomasa aérea de los cultivos de cobertura por citas bibliográficas

Especies	Micronutrientes (Kg ha^{-1})			
	Fe	Mn	Zn	Cu
Centrosema	22.90	6.10	0.80	14.30
Kudzu	334.0	47.00	3.20	69.00
Mucuna	35.7	17.9	2.2	27.8

4.3. Obtención de materia verde y materia seca de la biomasa aérea

La obtención de materia verde con las enmiendas no mostraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) para *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides*. Sin embargo, para la *Mucuna pruriens* existe clara evidencia para confirmar la influencia de las enmiendas en la obtención de la materia verde (p -valor = 0.0059). La enmienda que permite obtener casi el doble de materia verde resultó el bocashi (Cuadro 18).

Cuadro 18. Obtención de materia verde ($t\ ha^{-1}$) de *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*

Abonos	n	Materia verde ($t\ ha^{-1}$)		
		Centrosema	Kudzu	Mucuna
Control	9	2.77 ± 1.37 a	1.10 ± 0.17 a	10.90 ± 2.94 a
Roca fosfórica	9	3.20 ± 1.22 a	1.33 ± 0.15 a	12.00 ± 5.57 a
Dolomita	9	4.60 ± 1.22 a	1.20 ± 0.10 a	7.67 ± 2.31 a
Bocashi	9	4.67 ± 2.54 a	1.53 ± 0.25 a	22.37 ± 2.92 b
p- valor		0.4422	0.0774	0.0059
CV		44.15	13.78	27.64

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Utilizando la prueba de tukey.

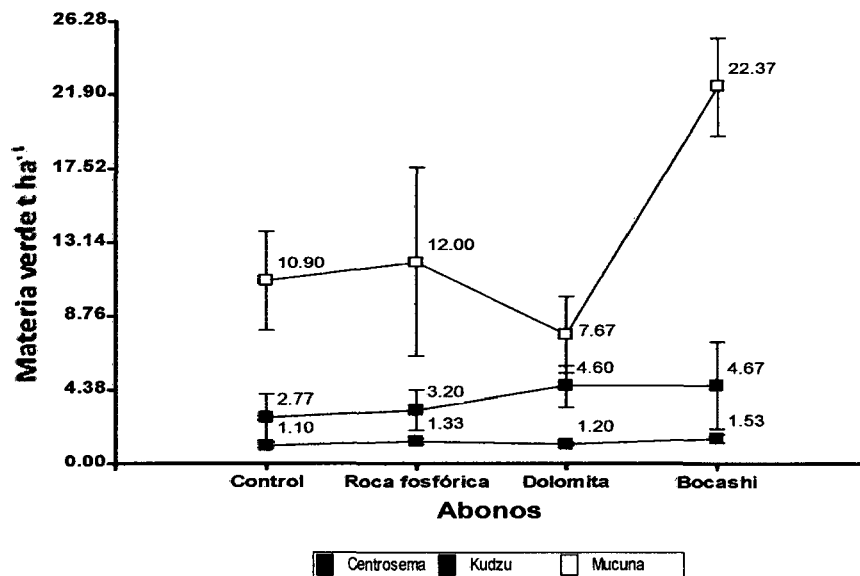


Figura 13. Materia verde ($t\ ha^{-1}$) de *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*

La Figura 13 muestra con mayor detalle el comportamiento de la materia verde por adición de enmiendas en cada especie forrajera. A pesar que para las coberturas *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* no muestran significancia entre las enmiendas utilizadas, resalta la enmienda de bocashi por tener la mejor media a comparación de las demás enmiendas. En la

cobertura *Mucuna pruriens*, la enmienda bocashi, resultó significativa y con mayor promedio que las demás enmiendas.

La obtención de materia seca con las enmiendas no mostraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) para *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides*. Sin embargo, para la *Mucuna pruriens* existe clara evidencia para confirmar la influencia de las enmiendas en la obtención de materia seca (p -valor = 0.0207). La enmienda que permite obtener más de materia seca resultó el bocashi (Cuadro 19) y muestra significancia con respecto a las demás coberturas, de tal modo en esta especie la enmienda bocashi y dolomita tienen comportamiento distinto.

Cuadro 19. Obtención de materia seca ($t\ ha^{-1}$) en *Mucuna pruriens*, *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides*

Abonos	n	Materia seca ($t\ ha^{-1}$)		
		Centrosema	Kudzu	Mucuna
Control	9	0.77 ± 0.42 a	0.22 ± 0.06 a	3.04 ± 0.73 ab
Roca fosfórica	9	0.90 ± 0.41 a	0.30 ± 0.06 a	2.99 ± 1.31 ab
Dolomita	9	1.40 ± 0.49 a	0.25 ± 0.01 a	2.02 ± 0.61 a
Bocashi	9	1.30 ± 0.70 a	0.30 ± 0.03 a	5.22 ± 1.08 b
	p- valor	0.4181	0.1959	0.0207
	CV	47.36	16.87	29.23

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Utilizando la prueba de tukey.

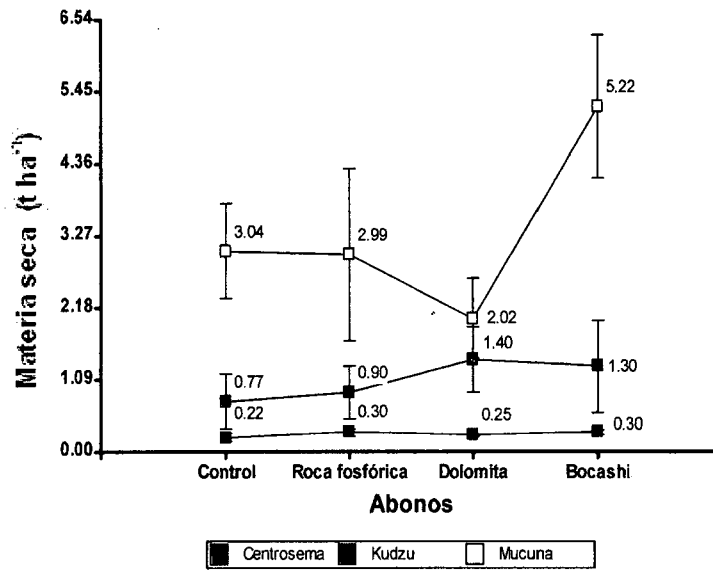


Figura 14. Obtención de materia seca ($t\ ha^{-1}$) de *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*

La Figura 14 muestra con mayor detalle el comportamiento de la materia seca por adición de enmiendas en cada especie forrajera. A pesar que *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* no muestran significancia entre las enmiendas utilizadas, resalta la enmienda bocashi por tener la mejor media a comparación de las demás enmiendas.

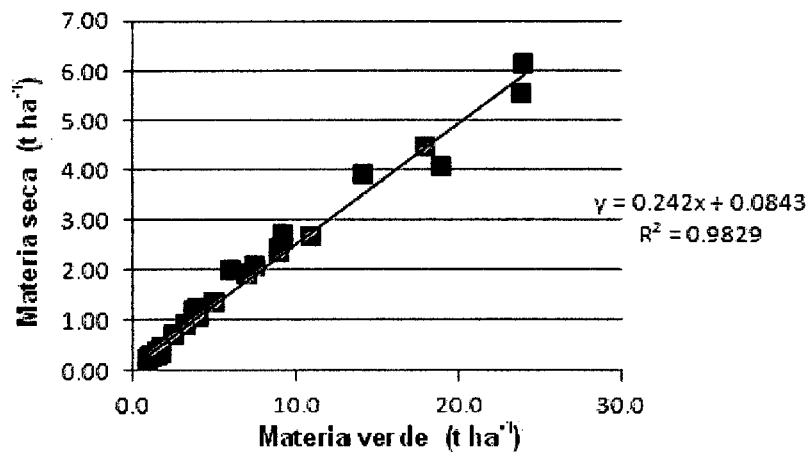


Figura 15. Comportamiento de regresión lineal entre materia seca y materia verde ($t\ ha^{-1}$) de la biomasa aérea de la planta

La existencia de significancia en la correlación entre materia verde y materia seca se especifica en la figura 15, así como también se expresa el comportamiento de regresión lineal de estas variables de evaluación en las coberturas (*Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens*) respectivamente.

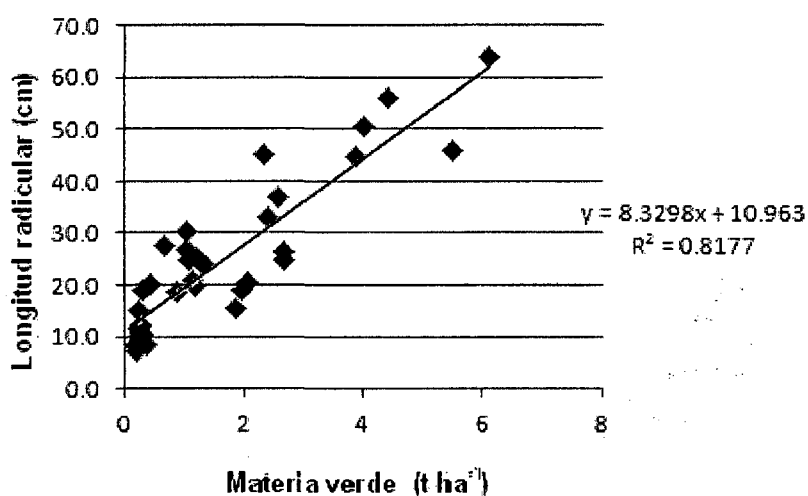


Figura 16. Comportamiento de regresión lineal entre materia seca y longitud radicular

La figura 16 señala el comportamiento de regresión lineal y la significancia de correlación entre materia seca y longitud radicular de las especies de leguminosas *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens*.

4.4. Costos de establecimiento de los cultivos de cobertura

Cuadro 20. Costo de establecimiento en las diferentes parcelas de las especies de cobertura (S/. ha⁻¹)

Especies	COSTOS DE ESTABLECIMIENTO (S/. ha ⁻¹)					COSTO TOTAL
	Semillas	Roca fosfórica	Dolomita	Bocashi	Jornales	
Kudzu	48.0	700.0	640.0	1000	315.0	2703.0
Centrosema	225.0	700.0	640.0	1000	315.0	2880.0
Mucuna	60.0	700.0	640.0	1000	315.0	2715.0

En el cuadro 17 se muestran los costos estimados de establecimiento para las diferentes especies de leguminosas, siendo *Pueraria phaseoloides* el de menor costo que las demás coberturas, sin embargo *Centrosema macrocarpum* obtiene un costo mayor con respecto a *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*.

V. DISCUSIÓN

5.1. Evaluación biométrica de los cultivos de cobertura

En la evaluación de porcentaje de germinación, altura de la planta, porcentaje de cobertura, longitud y materia seca radicular la especie *Mucuna pruriens* muestra claramente diferencias estadísticas sobre las demás especies *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides*, debido a la influencia del factor medio ambiental a través de las precipitaciones que derivan un exceso de humedad, pérdida de nutrientes en el suelo, ocasionan un déficit en el crecimiento y desarrollo de la planta (TISDALE y NELSON, 1991 y FAO, 1954).

La existencia de correlación entre materia seca y la obtención de longitud radicular, JUAREZ (2003), reporta que las raíces de *Pueraria phaseoloides* pueden penetrar hasta un 1.5 m de profundidad a dos años de establecida; sin embargo ESPINDOLA *et al.* (2005), determina que en 90 días de establecido la longitud radicular de *Centrosema macrocarpum* puede llegar hasta 26.78 cm.

5.2. Aporte de nutrientes de los cultivos de cobertura

El análisis de correlación muestra significancia entre las trazas de potasio y calcio, sin embargo en la aportación de nitrógeno la especie *Centrosema macrocarpum* muestra diferencias numéricas a comparación de

Pueraria phaseoloides y *Mucuna pruriens*, pero en el contenido de fósforo, potasio, magnesio, sodio y calcio *Pueraria phaseoloides* establece una clara diferencia en el contenido con respecto a las demás coberturas utilizadas; similar a esto GÜNTER (1982), también determinó que *Pueraria phaseoloides* muestra mayor cantidad de nutrientes que *Mucuna pruriens*.

Por citas referenciales *Mucuna pruriens* es la cobertura que presenta menor cantidad de aporte de micronutrientes (Hierro, Manganeso, Zinc y Cobre) al suelo; en tanto *Centrosema macrocarpum* tuvo un comportamiento medio en relación a la aportación, pero *Pueraria phaseoloides* es la especie que aporta mayor cantidad de estos micronutrientes mostrando diferencias estadísticas ($p < 0.05$) y numéricas con respecto a las demás especies utilizadas. Sin embargo GÜNTER (1982), establece en la obtención de cobre, zinc y manganeso resultados mayores para la especie *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides* a comparación de lo obtenido en el experimento.

La correlación que existe entre Hierro y cobre demuestran que la aportación al suelo de micronutrientes es de vital importancia porque permite optimizar la recuperación de suelos degradados logrando disponibilizar los nutrientes y obteniendo un buen desarrollo de la especie forrajera que se puede emplear en la pastura, así como lo menciona CIAT (2002) que los micronutrientes son requeridos en pequeñas cantidades pero no por esto son menos importantes, por el contrario, son la base del equilibrio para un buen crecimiento desarrollo y producción.

5.3. Obtención de materia verde y materia seca en los cultivos de cobertura

Los resultados obtenidos en la producción de forraje verde ($t\ ha^{-1}$), se puede corroborar que la enmienda bocashi con la especie *Mucuna pruriens* muestran diferencias estadísticas (p -valor = 0.059), que las demás coberturas *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides* con las demás enmiendas (control, roca fosfórica y dolomita), debido a las características fenológicas de la planta y desempeño en la velocidad de absorción de nutrientes del suelo. La mayor cantidad de forraje verde obtenida fue $22.37\ t\ ha^{-1}$, encontrándose dentro del rango obtenido por SKERMAN *et al.* (1988) que establece reportes de distintos rendimientos que van desde $11\ t\ ha^{-1}$, $17.4\ t\ ha^{-1}$, $19\ t\ ha^{-1}$, 36 y hasta $46\ t\ ha^{-1}$ de materia verde.

JUÁREZ (2003) reportó que la producción de materia verde de *Pueraria phaseoloides* en el ecosistema de México se estima en $3.9\ t\ ha^{-1}$, sin embargo en el experimento realizado se obtuvo resultados inferiores a este valor con una cantidad de $1.53\ t\ ha^{-1}$ con la enmienda bocashi sin existir diferencias estadísticas entre las enmiendas utilizadas pero que si existen diferencias numéricas de acuerdo a la obtención estimada.

Los resultados obtenidos en *Centrosema macrocarpum* resultó en mayor cantidad con la enmienda bocashi $4.67\ t\ ha^{-1}$, y cabe mencionar que no existen diferencias significativas entre enmiendas (p -valor = 0.4422), pero claramente se observan diferencias numéricas. Sin embargo ALVAREZ (2002) obtuvo cantidades inferiores de $0.89\ t\ ha^{-1}$ a las 16 semanas de establecimiento en un suelo ácido.

En la obtención de materia seca, se observa que en la especie *Mucuna pruriens* con bocashi presenta diferencia estadística con relación a la enmienda dolomita, pero numéricamente el bocashi es superior a la enmienda control y roca fosfórica, mostrando igualdad estadística entre ellas. Sin embargo SKERMAN *et al.* (1988), reporta rendimientos de materia seca de 6 a 7 t ha⁻¹, superior a estos resultados, mientras que DUGGAR (1989) muestra cantidades de biomasa aérea que varían entre 5 t ha⁻¹ y 12 t ha⁻¹ de materia seca.

Los resultados obtenidos para *Pueraria phaseoloides* en el experimento resultaron bajos y no mostraron diferencias estadísticas sobre la influencia de las enmiendas (control, roca fosfórica, dolomita y bocashi), pero superior a esto PEREZ (2005) reporta cantidades de materia seca de 5 y 6 t ha⁻¹. año⁻¹ en la etapa de producción. Por otro lado con respecto a la utilización de enmiendas MALDONADO (2008) demuestra que esta especie responde bien a los compuestos calcáreas, fosforadas y orgánicas destacando en la utilización de fósforo disponible, respaldado a estos resultados obtenidos por GUERRRERO (1996), afirmando que el fósforo influye en la absorción del nitrógeno y también favorece el desarrollo del sistema radicular al comienzo de la vegetación.

En *Centrosema macrocarpum* los resultados obtienen un comportamiento medio y se obtuvieron igualdad estadística entre las enmiendas utilizadas, pero se observa una clara diferencia numérica con la enmienda dolomita con respecto a las demás enmiendas. En tanto que SCHULTZE *et al.* (1997) reporta rendimientos de materia seca entre 1.7 y 4.4 t ha⁻¹ después de 285 días de establecimiento, pero superior a estos resultados PUERTAS *et al.*

(2008) mostró una producción de 9.61 t ha⁻¹, mientras que SKERMAN *et al.* (1988) obtuvo una producción de 3 t ha⁻¹ año⁻¹ de materia seca.

5.4. Costos de establecimiento de los cultivos de cobertura

Los costos obtenidos durante el establecimiento de las especies forrajeras de cobertura corroboran una cantidad de 8298.0 soles, sin embargo la cobertura que reporta mayor gasto es *Centrosema macrocarpum* (Sl. 2880.0), seguido de *Mucuna pruriens* (Sl. 2715.0) y el de menor costo *Pueraria phaseoloides* (Sl. 2703.0). Estos costos son influenciados por una serie de factores que pueden o no ser captados por el investigador, tal como lo cita LESCANO y SPAIN (1991), los factores que determinan el éxito no solo biológico sino también económico, del establecimiento de una pastura es lentamente dependiente de una localidad, además que las técnicas de establecimiento que se pueden desarrollar para una pastura que aún no ha sido adaptado; serán diferentes, tanto en los insumos como en el manejo requerido a las que necesita una pastura cuyos componentes son adaptados al ambiente.

VI. CONCLUSIONES

Se rechaza la hipótesis planteada, sin embargo a los 90 días de evaluación la especie *Mucuna pruriens* con la enmienda bocashi aporta mayor cantidad de nutrientes al suelo estadísticamente diferenciable con las coberturas *Centrosema macrocarpum* y *Pueraria phaseoloides*, para la recuperación de pasturas degradadas.

En la evaluación de los cultivos de cobertura en función a porcentaje de germinación, altura de planta (cm), porcentaje de cobertura, longitud y materia seca radicular, obtuvo mejor resultado la especie *Mucuna pruriens* con bocashi, frente al comportamiento de *Pueraria phaseoloides* y *Centrosema macrocarpum* con las enmiendas utilizadas.

En la obtención de materia verde, materia seca, durante el periodo de establecimiento de los cultivos de cobertura *Mucuna pruriens* respondió mejor a la utilización de enmiendas considerablemente con bocashi, esto se justifica por las características fenológicas de la planta.

La especie *Pueraria phaseoloides* obtiene un menor costo de establecimiento frente a las demás leguminosas (*Mucuna pruriens* y *Centrosema macrocarpum*).

Los cultivos de cobertura son la fuente de nutrientes más económicos en el trópico para mantener, mejorar o restituir las pasturas degradadas a un tiempo prolongado.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar otros trabajos de investigación en épocas de menor precipitación pluvial y en otros tipos de suelo de la zona para conocer mejor la respuesta de las especies *Centrosema macrocarpum* Benth, *Mucuna pruriens* L., *Pueraria phaseoloides* utilizando enmiendas como roca fosfórica, dolomita y bocashi.

Utilizar *Mucuna pruriens* por las características fenológicas para obtener mayor porcentaje de cobertura, obtención de materia verde y materia seca a un corto plazo.

Utilizar enmiendas orgánicas (bocashi) para reducir los costos de producción, elevar la producción y mantener una sostenibilidad en el establecimiento de coberturas para el beneficio de recuperación de pasturas degradadas.

Utilizar *Pueraria phaseoloides* como aportador de nutrientes al suelo para recuperar pasturas degradadas por ser un cultivo perenne y por el menor costo de establecimiento obtenido.

VIII. ABSTRACT

This work was done in Sustainable Livestock Family Unity in the Humid Tropics located in the district of José Crespo y Castillo - Aucayacu province of Leoncio Prado, Huanuco region - Peru, the objective was to evaluate three legume species: *Centrosema macrocarpum* Benth, *Mucuna pruriens* L., *Pueraria phaseoloides* to recover degraded pastures, using four amendments: control, rock phosphate, dolomite and bocashi. The area was 324 m² which were distributed in three plots of 108 m² and 36 m² subplots of 9 each, using a block design with factorial arrangement (BDFa) with twelve treatments (legume amendment) and three replicates per treatment . The species that showed better results than ninety days after sowing on germination percentage (100%), plant height (58.76 cm), percentage of coverage (77.49%), root length and dry matter (53.23 cm and 446.67 kg ha⁻¹), providing nutrients to the soil biomass (66.7 N, 4.6 P, 10.0 K, 2.7 Mg, 0.3 Na, 12.3 Ca, 16.9 Fe, 8.5 Mn, 1.1 Zn Cu and 13.2 t ha⁻¹, respectively), white matter (22.37 t ha⁻¹) and dry matter (3.32 t ha⁻¹) of biomass, proved *Mucuna pruriens* against other coverages used *Centrosema macrocarpum* who scored *Pueraria phaseoloides* media and showed lower results , with respect to the variable costs of establishment is *Pueraria phaseoloides* which yields a lower value (S/. 2703.0). Amendment bocashi had better performance with the legumes.

Keywords: Legumes: *Centrosema*, Kudzu, *Mucuna*; Amendments: bocashi.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, C. 2010. Promoting the use of tropical legumes as cover crops in Puerto Rico. M.S. Thesis, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. <http://grad.uprm.edu/tesis/carloacosta.pdf>. Consultado el 31 de mayo del 2012.
- ALEGRE, J., CHUMBIMUNE, R. 1996. Investigaciones y usos de la roca fosfórica en el Perú, In: Memorias de la II Reunión de la Red Latinoamericana de Roca Fosfórica. San Cristóbal. Edo. De Táchira, Venezuela.
- ALVAREZ, A. 2002. Rendimiento productivo de diferentes leguminosas en el valle Colombiano. Programa de producción de forrajes y semillas forrajeras. [En línea]: Colombia, (<http://www.colombia.org.pe/leguminosa/producciónforrajes/htm>.24 de julio, documentos, 12 de agosto 2012).
- ANTHOFER, J., KROSCHEL, J. 2005. Por encima de la biomasa del suelo, los nutrientes, y la persistencia de una temprana y una tardía maduración variedad Mucuna en la zona de bosque y la sabana de transición de Ghana. Diario de los Ecosistemas Agricultura y Medio Ambiente.110: 59-77.
- AZABACHE, L. 1991. Acidez del suelo y encalado. UNCP. Huancayo. pp. 44. http://201.120.157.239/comunidades/download/Recuperacion%20de%20suelo_%20Ramirez.pdf.(Revisado el 04 de agosto del 2011).

- BAIJUKYA, F., DE RIDDER y GILLER, K. 2004. El nitrógeno de liberación restos en descomposición de los cultivos de cobertura de leguminosas y su efecto en el rendimiento del maíz en los suelos agotados de Bukoba Distrito, Tanzania. *Diario planta y el suelo*. No.279, 77:93.
- BAZÁN, R. 1996. Manual para el análisis químico de suelos, plantas y aguas. UNAM. 69p. Lima – Perú.
- BLANCHART, E., VILLENAVE, C., VIALLATOUX, A., BARTHES, B., GIRARDIN, C., A. AZONTONDE, FELLER, C. 2006. Efecto a largo plazo de una cobertura de la leguminosa cultivo (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) en la comunidades de la macrofauna del suelo y nematofauna, dedicadas al cultivo de maíz, en el sur de Benín. *European Journal of Soil Biología*. 136 (42): 144.
- BROWN, L. 2003. Pastos Mundiales se deterioram solo pressao crescente. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193014888004.pdf>. [consultado el 29 de julio del 2011].
- BUCKLES, D; TIOMPHE, B. 1998. Los cultivos de cobertura en Hillside Agricultura, Agricultor innovación con Mucuna. 14 p.
- CABRALES, R.; BERNAL, J. 1983. Efecto de diferentes sistemas de tratamiento de semillas, embalaje y almacenamiento en vigor y germinación de cinco leguminosas forrajeras tropicales. En Smith, J. A.; Hays, V.W. (Eds.), *International Grassland Congress*, 14. Lexington, Kentucky, 1981. Actas, Boulder, Colorado, Westview Press. p. 263 -265. Incl. (Http://www.mag.go.cr/rev_meso/v01n01_063.pdf).
- CARDENAS. R, E. 1991. Introducción al establecimiento de producción de las pasturas tropicales. Edit. UNAS. Tingo maría – Perú.302 p.

- CERVANTES, C. 1993. Informe anual. Proyecto de balance de nutrientes. Programa Regional de Reforzamiento Investigación en Granos y Semillas (PRIAG), IICA-CORECA-CEE. (Consultado el 31 de mayo del 2012).
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT. 1980. Programa de pastos tropicales. Informe anual. Cali, Colombia. 388p. http://webapp.ciat.cgiar.org/forrajes/pdf/evaluacion_pasturas_08.pdf. (Consultado el 30 de julio del 2011).
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT. 1982. Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor técnico: José M. Toledo. Cali. Colombia. 170 p. [En línea]: http://webapp.ciat.cgiar.org/es/metodos_herramientas/pdf/Manual_Evaluacion.pdf. (Consultado el 28 de agosto del 2011).
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL – CIAT. 2002. Evaluación de la eficiencia de combinación de fuentes orgánicas e inorgánicas en la producción de cultivos anuales.
- CRESPO, G.; ORTIZ, J.; PÉREZ, ANA AURORA; FRAGA, S. (2001). Tasas de acumulación, descomposición y NPK liberados por la hojarasca de leguminosas perennes. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. [En línea]: (<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193014947008.pdf>). Consultado el 12 jul 2012.
- CRUZ, M. 2002. Elaboración de EM BOCASHI y su evaluación en el cultivo de Maíz *Zea mays* L., Tesis Ing. Agr. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas.

http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/rramirez/evaluacion_de_la_aplicacion_del_abono_tipo_bocashi_en_las_propiedades_fisicas_de_un_suelo_degradado_del_municipio_de_marinilla,_antioquia.pdf.(Consultado el 30 de julio del 2011)

DA CRUZ, A. 2004. Manejo de pasturas tropicales. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Lima. Perú. 181p.

DÍAS FILHO, M. 1998. Pastagens cultivadas na Amazonia Oriental Brasileira: Processos e causas de la degradacao e estarategias de recuperacao. En: Recuperacao de áreas degradadas. Díaz LE & Mello, J.W.V. Departamento de solos. Sociedade Brasileira d Recuperacao de Areas Degradadas, Viscosa.135p.<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193014888004.pdf> f.[consultado el 29 de julio del 2011].

DIAS FILHO, M. 2003. Degradação de pastagens. Processos, causas e estratégias de recuperação. Belén: EMBRAPA. Amazonia oriental, Brasil. 53p.

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193014888004.pdf>. [consultado 29 de julio del 2011].

DIAZ, T. 2011. Oficina Regional de Desarrollo Pecuario. FAO. Desafíos para la producción sostenible de leche en América Latina en el nuevo contexto de cambio climático. Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil. <http://www.infortambo.com.ar/admin/upload/arch/Titod.pdf>.(revisado el 31 de julio del2011).

DUDGGAR, F. 1989. Velvet beans. Alabama Agricultural experiment Station, Auburn, AL, EUA. Bulletin No. 104.

- DUKE, A. 1981. Manual de leguminosas de importancia económica mundial. Plenum Press, Nueva York, NY, EUA.
- ESPINDOLA, A., GUERRA J.G.M., DE-POLLI H., DE ALMEIDA D.L. & ABBOUD A. C. de S. 2005. Adubação verde com leguminosas. Embrapa Informação Tecnológica, Brasilia.
- FAO. 1954. Manejo de pastura. IICA. Buenos Aires, Argentina. 224p.
- FISHER, F., y JUO, A. 1995. Mechanism of tree growth in acid soils. En nitrogen Fixing Trees for Acid Soils. Evans D.O. & L.T. Szott, Ed. Winrock International, Morrilton, pp. 1-18.
http://201.120.157.239/comunidades/download/Recuperacion%20de%20suelos_%20Ramirez.pdf.(Revisado el 04 de agosto del 2011).
- GUERRERO, A. 1996.El Suelo, los Abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi- prensa, Bilbao, España. 206p.
- GÜNTER, K. 1982. Abono verde. Edit. Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. Revisado el 5 de junio del 2012.
- HAIRIAH, K. 1992. Aluminio tolerancia de Mucuna, una cubierta leguminosa tropical de los cultivos. Universidad de Groningen, Haren, Países Bajos. Tesis doctoral, 152 pp.
- JUÁREZ F. 2003. Evaluación Nutricional de Leguminosas Tropicales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Veracruz. 39 p.
- KUMAR, A., y KAFLE, N. 2009. Land degradation issues inegal and itd management through agroforestery. Journal Agricultural and Environment 10: 115-123 p.
http://201.120.157.239/comunidades/download/Recuperacion%20de%20suelos_%20Ramirez.pdf.(Revisado el 04 de agosto del 2011).

- LESCANO, C. SPAIN, R. 1991. Establecimiento y renovación de pasturas. CIAT, Cali, Colombia, Interamericana S.A. 825 p.
- LOBO, M.; SUHET, R.; PEREIRA, J.; RESCK, S. *et al.* 1992. Abonos verdes de leguminosas. La estación seca supervivencia y los efectos sobre sucesivas a los cultivos de maíz. Manejo de Suelos Collaborative Research Support Project, Raleigh, Carolina del Norte, EUA. Manejo de Suelos CRSP Boletín 92-04.
- LOPEZ, A. 2003. Abonos verdes. Disponible en: <http://www.terraia.com/revista8/pagina16.htm>. (Consulta en Julio del 2011).
- MALDONADO, A. P. 2007. Efecto de enmiendas y Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en la recuperación de suelos degradados en Tingo María. Ing. Facultad de Recursos Naturales Renovables. 46p.
- MARTINEZ, A. 2004. Agricultura orgánica. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/gaceta/notas/nota58.htm>. (Consultado en agosto de 2011).
- MATÍAS, C. y BILBAO, B. 1985. Influencia del almacenamiento en la germinación de las semillas de algunos pastos tropicales. II. Almacenados al ambiente. Pastos y Forrajes. 8:3-63.
- NASCIMENTO, J.; QUEIROZ, D. S.; SANTOS, M. V. F. 1994. Degradação das pastagens e critérios para avaliação. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11, Piracicaba, 1994. Anais Piracicaba: FEALQ, 1994. 325p. <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/recuperacaopastagensdegradadasconceitosustentabilidade.pdf>. [consultado el 05 de agosto del 2011].

- ORREGO, P. 2006. Abono orgánico. [En línea]: Programa zonía, <http://www.proamazonia.gob.pe/bpa/abonorgnico.htm#ABONOORGANICO> SFORRAJEROS, documentos, 17 Jul. 2012.
- PADILLA, C., RUIZ, E., CRESPO, G. y FEBLES, G. 2000. Renovación y recuperación de pastizales tropicales degradados. Rev. ACPA 1:20. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193014888004.pdf>. (Revisado el 29 de julio del 2011).
- PADILLA, C. y SARDIÑAS, Y. 2003. Degradación y Recuperación de Pastizales. Memorias del curso Estrategias de alimentación para ganado bovino en el trópico. Banco de México-FIRA, Subdirección del Sureste. Yucatán México. 213p. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193014888004.pdf>. (Revisado el 29 de julio del 2011).
- PÉREZ O. 2005. Establecimiento y manejo de especies forrajeras para producción bovina en el trópico bajo. Investigador Programa de Fisiología y Nutrición Animal-CORPOICA. La Libertad. 17 p. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193014888004.pdf>. (consultado 29 de julio del 2011).
- PORTA, C. 1999. Edafología para la Agricultura y el Medio ambiente. 2º ed., Ediciones Mundi prensa Madrid – España. 849p.
- POUND, B. 1998. Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América Latina Natural. 24 p.
- PUERTAS, F., AREVALO, E., ZUÑIGA, L., ALEGRE, J., LOLI, O., SOPLIN, H. y BALIGAR, V. (2008). Establecimiento de cultivos de cobertura y extracción total de nutrientes en un suelo de trópico húmedo en la Amazonia peruana.

- Departamento académico de Biología, Universidad Agraria La Molina, Lima – Perú. Revisado el 12 de Julio del 2012.
- PURCELL, D. 1975. Producción, almacenamiento y tratamiento de semillas de forrajeras. In Seminario sobre producción de semillas de forrajeras. Bogotá, Colombia. Trabajos. Bogotá, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Serie Informes de Reuniones, Cursos y Conferencias No. 79, 1975. p. 61-88. Esp. 13 Refs. Ilus.
- RODRÍGUEZ, C.; EGUIARTE, J. y HERNÁNDEZ, F. 1985. Evaluación de diferentes métodos prácticos de escarificación en semillas de *Leucaena leucocephala* Lam. en condiciones de trópico semi-seco. Técnica Pecuaria en México. 48: 24-29.
- RODRIGUEZ, O. 1993. Evaluaciones de cobertura, barreras vivas y otras medidas de conservación de suelos en laderas. Facultad de Agronomía. U.C.V. Maracay, Venezuela. 133p.
- SANABRIA, M. 1996. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras. Maracaibo, Venezuela, Mc-Graw. 76 p.
- SANTHIRASEGARAN, R. 1974. Manejo de pradera de leguminosas en un ecosistema de selva lluviosa tropical en el Perú. In Seminario sobre manejo en suelos en América tropical.
- SCHULTZE-KRAFT, R., R. WILLIAMS Y L. CORADIN. 1997. Biogeografía de Centrosema. En: SCHULTZE-KRAFT, R., R. CLEMENTS Y G. KELLER-GREIN. (eds.) Centrosema: Biología, Agronomía y Utilización. p. 35-86. Revisado el 02 de junio del 2012.
- SHELTON, M. 2000. Leguminosas Forrajeras Tropicales en los Sistemas Agroforestales. Unasyuva. Costa Rica.51:25-32

- SISTACHS, M. y LEÓN, J. 1986. Métodos de rehabilitación de *Digitaria decumbens* stent (pangola) con alta infestación de malezas. Boletín Técnico de pastos No.1. ICA, La Habana, Cuba. pp. 129. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193014888004.pdf>. [consultado 29 de julio del 2011].
- SERRAO, A., TOLEDO, J. M. 1993. La búsqueda de la sostenibilidad en pasturas amazónicas. En las alternativas a la deforestación: Pasos hacia el uso sostenible de la selva amazónica, ed. A.B. Anderson. Nueva York: Colombia University Press, pp 195 a 214.
- SKERMAN, J., CAMERON, J., RIVEROS, F., 1988. Tropical forage Legumes, 2nd Edition. FAO Plant Production and Series.
- SOCA, M. y SIMÓN, L. 1998. *Albizia lebbek* (L.) Benth (Algarrobo de olor). Pastos y Forrajes. 21:101-112. http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/abril_junio2003/Ra2036.pdf. Consultado el 02 de julio del 2012.
- SPAIN, M., GUALDRON, R. 1988. Degradación y rehabilitación de pasturas. In. Establecimiento y Renovación de pasturas. VI Reunión del Comité Asesor de la RIEPT. Veracruz, México. CIAT. pp. 269 – 283.
- SPAIN, J y GUALDRÓN, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. Establecimiento y renovación de potreros. Conceptos, experiencias y enfoques de la investigación. Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Sexta reunión Comité Asesor. CIAT, Cali, Colombia. 186p. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1930/193014888004.pdf>. [consultado 29 de julio del 2011].

- TISDALE, S. y NELSON, W. 1991. Fertilidad de suelos y fertilizantes. 1 ed. Tijuana, México, Limusa S.A. p 37 – 684.
- VARGAS, C., VALDIVIA, E. 2005. Recuperación mediante leguminosas rastreras, de suelos degradados (ex cacaos) en la selva alta del Perú.
- VALERIO, C. y CASAS, T. 1997. Influencia de las enmiendas y fertilizantes en la dinámica de micronutrientes y azufre en suelos con diferentes texturas.
- VILLANUEVA, C. 2003. Leguminosas mejoradoras de suelo. Facultad de zootecnia. Honduras. [En línea]: (<http://www.unda.edu.pe/zootecnia/ztzoo/zt1301/texto/forrajes.htm>, documentos, 23 mayo 2012).

ANEXO

Cuadro 21 Obtención de materia verde, biomasa foliar, biomasa y longitud radicular en tres especies de leguminosas

Especie	n	MVF (t ha⁻¹)	BF (t ha⁻¹)	BR(Kg ha⁻¹)	LR (cm)
Centrosema	12	3.81	1.09	252.98	22.53
Kudzu	12	1.29	0.27	61.17	10.55
Mucuna	12	13.23	3.32	299.17	38.78

Cuadro 22. Obtención de macro y micronutrientes en tres especies de leguminosas

Especies	n	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Na (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Centrosema	12	2.62	0.16	0.44	0.09	0.02	0.59	7.63	2.04	0.28	4.76
Kudzu	12	2.49	0.21	1.31	0.24	0.02	1.19	55.7	7.83	0.53	11.5
Mucuna	12	2.01	0.14	0.3	0.08	0.01	0.37	5.1	2.56	0.32	3.97

Cuadro 23. Variables de evaluación final (90 días)

Bloques	Especie	Enmiendas	MV(t ha ⁻¹)	BF(t ha ⁻¹)	MVR (t ha ⁻¹)	BR (Kg ha ⁻¹)	LR (cm)
1	kudzu	Control	1.0	0.19	0.55	48.90	8.3
2	kudzu	Control	1.0	0.19	0.25	52.10	7.0
3	kudzu	Control	1.3	0.29	0.50	59.30	11.7
1	kudzu	Roca fosfórica	1.5	0.37	0.95	66.20	8.3
2	kudzu	Roca fosfórica	1.3	0.27	1.27	55.40	10.7
3	kudzu	Roca fosfórica	1.2	0.26	1.75	86.50	12.3
1	kudzu	Dolomita	1.2	0.26	0.68	55.50	11.7
2	kudzu	Dolomita	1.1	0.24	0.50	69.00	15.0
3	kudzu	Dolomita	1.3	0.26	0.62	49.40	10.0
1	kudzu	Bocashi	1.3	0.26	1.00	53.00	11.3
2	kudzu	Bocashi	1.8	0.32	1.70	80.20	10.0
3	kudzu	Bocashi	1.5	0.31	0.75	58.50	10.3
1	mucuna	Control	9.2	2.56	2.15	290.00	36.7
2	mucuna	Control	9.2	2.69	1.73	280.00	24.7
3	mucuna	Control	14.3	3.88	2.43	400.00	44.7
1	mucuna	Roca fosfórica	11.0	2.66	1.00	170.00	26.3
2	mucuna	Roca fosfórica	7.0	1.88	1.00	110.00	15.3
3	mucuna	Roca fosfórica	18.0	4.43	3.00	360.00	56.0
1	mucuna	Dolomita	9.0	2.41	2.75	280.00	33.0
2	mucuna	Dolomita	5.0	1.32	0.75	130.00	24.0
3	mucuna	Dolomita	9.0	2.34	0.64	230.00	45.0
1	mucuna	Bocashi	24.1	6.12	4.10	450.00	63.7
2	mucuna	Bocashi	24.0	5.52	4.90	390.00	45.7
3	mucuna	Bocashi	19.0	4.03	4.30	500.00	50.3
1	Centrosema	Control	3.8	1.10	1.90	259.90	24.7
2	Centrosema	Control	3.3	0.90	2.00	245.70	18.3
3	Centrosema	Control	1.2	0.30	0.95	160.50	18.7
1	Centrosema	Roca fosfórica	4.0	1.21	4.00	192.30	25.0
2	Centrosema	Roca fosfórica	3.8	1.05	3.75	259.60	26.6
3	Centrosema	Roca fosfórica	1.8	0.44	1.75	119.80	20.0
1	Centrosema	Dolomita	3.8	1.18	3.75	313.80	19.7
2	Centrosema	Dolomita	4.0	1.06	4.00	232.10	30.0
3	Centrosema	Dolomita	6.0	1.97	6.00	313.90	19.0
1	Centrosema	Bocashi	3.9	1.17	3.90	269.60	20.7
2	Centrosema	Bocashi	7.5	2.06	7.50	499.00	20.3
3	Centrosema	Bocashi	2.6	0.68	2.60	169.50	27.3

MV= Materia verde; BF= Biomasa foliar; MVR= Materia verde radicular; BR= Biomasa radicular; LR= Longitud radicular.

Cuadro 24. Resultados obtenidos en altura (cm) y porcentaje de cobertura (15 – 30 días)

Bloques	Especie	Enmiendas	15 DIAS		30 DIAS	
			ALT. PLANTA (cm)	% COBERTURA	ALT. PLANTA (cm)	% COBERTURA
1	Kudzu	Control	2.83	2.00	5.17	10.80
2	Kudzu	Control	3.00	1.80	4.33	8.00
3	Kudzu	Control	2.25	1.80	4.17	6.80
1	Kudzu	Roca fosfórica	3.17	2.60	5.50	8.80
2	Kudzu	Roca fosfórica	3.25	1.60	4.17	10.80
3	Kudzu	Roca fosfórica	2.17	2.00	4.17	4.40
1	Kudzu	Dolomita	3.83	2.40	4.83	10.00
2	Kudzu	Dolomita	2.33	1.60	3.67	6.00
3	Kudzu	Dolomita	2.25	1.40	3.67	4.40
1	Kudzu	Bocashi	2.33	1.60	4.50	6.00
2	Kudzu	Bocashi	2.83	2.80	4.00	10.00
3	Kudzu	Bocashi	2.50	1.80	3.17	8.00
1	Mucuna	Control	9.00	6.40	33.17	35.60
2	Mucuna	Control	10.83	9.20	24.83	18.40
3	Mucuna	Control	9.50	9.60	29.50	25.60
1	Mucuna	Roca fosfórica	10.83	13.20	23.00	26.00
2	Mucuna	Roca fosfórica	12.00	6.80	36.17	21.20
3	Mucuna	Roca fosfórica	11.33	6.40	30.00	14.00
1	Mucuna	Dolomita	12.00	9.60	28.67	18.00
2	Mucuna	Dolomita	9.50	8.10	27.50	12.00
3	Mucuna	Dolomita	11.67	10.00	34.33	21.60
1	Mucuna	Bocashi	14.00	11.60	48.50	26.80
2	Mucuna	Bocashi	12.83	8.40	37.00	24.90
3	Mucuna	Bocashi	13.33	12.00	47.50	36.00
1	Centrosema	Control	7.50	6.40	12.00	12.00
2	Centrosema	Control	7.67	6.40	13.33	14.00
3	Centrosema	Control	9.17	8.00	12.33	9.20
1	Centrosema	Roca fosfórica	8.50	6.40	17.00	14.80
2	Centrosema	Roca fosfórica	10.17	6.00	17.00	15.20
3	Centrosema	Roca fosfórica	11.00	7.20	13.50	8.40
1	Centrosema	Dolomita	9.00	6.40	15.83	12.00
2	Centrosema	Dolomita	11.00	8.00	17.00	14.40
3	Centrosema	Dolomita	10.33	6.00	15.83	15.20
1	Centrosema	Bocashi	8.83	7.20	17.17	14.40
2	Centrosema	Bocashi	8.50	7.20	17.00	14.40
3	Centrosema	Bocashi	9.00	5.60	14.50	10.00

Cuadro 25. Resultados obtenidos en altura (cm) y porcentaje de cobertura (45 – 60 días)

Bloques	Especie	Enmiendas	45 DIAS		60 DIAS	
			ALT. PLANTA (cm)	% COBERTURA	ALT. PLANTA (cm)	% COBERTURA
1	Kudzu	Control	6.67	16.00	6.50	17.20
2	Kudzu	Control	8.50	12.80	10.00	18.80
3	Kudzu	Control	7.67	12.60	11.50	21.20
1	Kudzu	Roca fosfórica	11.33	17.60	9.33	18.00
2	Kudzu	Roca fosfórica	7.00	16.00	10.67	22.80
3	Kudzu	Roca fosfórica	6.33	10.80	15.00	28.40
1	Kudzu	Dolomita	7.83	16.40	9.67	24.40
2	Kudzu	Dolomita	10.67	12.40	7.83	22.40
3	Kudzu	Dolomita	6.33	12.00	10.50	19.60
1	Kudzu	Bocashi	6.33	12.80	11.17	18.80
2	Kudzu	Bocashi	9.50	23.20	11.67	21.00
3	Kudzu	Bocashi	6.83	14.40	11.00	27.20
1	Mucuna	Control	37.00	62.92	60.50	82.44
2	Mucuna	Control	39.33	47.60	50.83	69.84
3	Mucuna	Control	39.17	58.60	51.67	83.04
1	Mucuna	Roca fosfórica	42.33	62.20	48.83	67.64
2	Mucuna	Roca fosfórica	34.17	44.80	40.00	56.92
3	Mucuna	Roca fosfórica	36.17	46.40	72.17	87.60
1	Mucuna	Dolomita	33.67	42.40	48.17	64.32
2	Mucuna	Dolomita	30.33	39.60	46.33	46.16
3	Mucuna	Dolomita	34.83	44.80	59.17	70.92
1	Mucuna	Bocashi	41.33	70.20	80.17	90.24
2	Mucuna	Bocashi	38.67	65.20	80.17	86.88
3	Mucuna	Bocashi	47.00	82.80	59.33	91.56
1	Centrosema	Control	15.67	23.20	24.00	27.40
2	Centrosema	Control	16.50	20.40	25.67	33.60
3	Centrosema	Control	13.17	13.20	19.83	17.40
1	Centrosema	Roca fosfórica	15.17	19.20	29.17	37.20
2	Centrosema	Roca fosfórica	19.83	22.80	34.33	36.00
3	Centrosema	Roca fosfórica	16.00	11.60	18.00	15.20
1	Centrosema	Dolomita	15.00	20.40	22.83	26.00
2	Centrosema	Dolomita	17.33	21.20	33.50	34.00
3	Centrosema	Dolomita	14.50	28.80	40.50	49.20
1	Centrosema	Bocashi	14.67	18.80	24.00	25.20
2	Centrosema	Bocashi	23.17	27.20	41.83	48.00
3	Centrosema	Bocashi	16.67	14.80	27.67	24.00

Cuadro 26. Resultados obtenidos en altura y porcentaje de cobertura (75 – 90 días)

Bloques	Especie	Enmiendas	75 DIAS		90 DIAS	
			ALT. PLANTA (cm)	% COBERTURA	ALT. PLANTA (cm)	% COBERTURA
1	Kudzu	Control	9.00	20.00	11.17	29.20
2	Kudzu	Control	9.67	19.20	10.00	20.80
3	Kudzu	Control	13.50	21.60	14.50	28.00
1	Kudzu	Roca fosfórica	9.33	18.80	10.50	25.20
2	Kudzu	Roca fosfórica	9.17	23.00	9.00	24.00
3	Kudzu	Roca fosfórica	13.83	28.60	14.17	30.00
1	Kudzu	Dolomita	9.00	24.80	11.67	24.40
2	Kudzu	Dolomita	9.42	22.60	12.33	23.60
3	Kudzu	Dolomita	10.83	20.00	12.50	23.60
1	Kudzu	Bocashi	10.17	20.00	12.83	22.00
2	Kudzu	Bocashi	11.17	22.00	13.17	24.80
3	Kudzu	Bocashi	11.00	27.80	14.00	29.60
1	Mucuna	Control	53.00	86.68	55.83	78.08
2	Mucuna	Control	59.67	77.24	57.17	68.44
3	Mucuna	Control	66.33	84.12	74.00	76.52
1	Mucuna	Roca fosfórica	50.50	81.16	66.00	80.80
2	Mucuna	Roca fosfórica	46.33	64.52	39.00	59.32
3	Mucuna	Roca fosfórica	60.00	79.68	53.00	84.56
1	Mucuna	Dolomita	39.83	74.48	50.00	55.76
2	Mucuna	Dolomita	33.00	65.08	35.33	59.12
3	Mucuna	Dolomita	58.67	77.16	60.00	75.76
1	Mucuna	Bocashi	74.17	98.40	69.33	98.56
2	Mucuna	Bocashi	73.33	95.72	74.67	96.48
3	Mucuna	Bocashi	68.33	95.20	70.83	96.52
1	Centrosema	Control	35.17	47.20	43.50	49.80
2	Centrosema	Control	44.67	44.40	43.33	45.40
3	Centrosema	Control	17.67	25.72	18.33	31.20
1	Centrosema	Roca fosfórica	36.00	55.80	34.33	60.20
2	Centrosema	Roca fosfórica	42.33	56.96	49.67	69.60
3	Centrosema	Roca fosfórica	20.83	21.40	23.17	39.60
1	Centrosema	Dolomita	30.67	42.52	32.83	49.20
2	Centrosema	Dolomita	34.83	49.52	34.67	53.60
3	Centrosema	Dolomita	55.00	68.04	45.67	70.76
1	Centrosema	Bocashi	24.33	40.00	36.67	48.60
2	Centrosema	Bocashi	57.50	66.80	51.67	73.20
3	Centrosema	Bocashi	32.17	38.00	29.67	50.20

Cuadro 27. Análisis de minerales de *Pueraria phaseoloides*

Bloque	Especie	Enmiendas	ANÁLISIS MINERAL									
			COMPOSICION QUIMICA									
			N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Na (%)	Ca (%)	Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)
1	kudzu	control	2.10	0.19	1.36	0.17	0.02	1.08	64.66	8.44	0.51	16.14
2	kudzu	control	2.41	0.18	1.41	0.22	0.03	1.16	67.32	12.05	0.53	12.02
3	kudzu	control	2.47	0.17	1.43	0.25	0.03	1.19	67.70	9.47	0.54	11.24
1	kudzu	Roca fosfórica	2.24	0.21	1.28	0.16	0.02	1.22	67.74	8.29	0.59	11.78
2	kudzu	Roca fosfórica	2.70	0.22	1.35	0.20	0.02	1.38	37.11	8.60	0.54	12.80
3	kudzu	Roca fosfórica	2.46	0.22	0.63	0.17	0.01	1.01	49.26	9.54	0.47	8.76
1	kudzu	dolomita	3.50	0.22	1.20	0.36	0.02	1.21	55.29	4.58	0.43	11.45
2	kudzu	dolomita	2.32	0.22	1.29	0.37	0.02	1.20	64.28	4.18	0.39	10.31
3	kudzu	dolomita	2.10	0.22	1.46	0.35	0.03	1.23	45.45	7.75	0.56	10.63
1	kudzu	bocashi	2.45	0.22	1.37	0.22	0.02	1.29	42.07	6.94	0.53	11.03
2	kudzu	bocashi	2.64	0.22	1.44	0.19	0.02	1.19	54.02	7.21	0.63	11.10
3	kudzu	bocashi	2.45	0.22	1.45	0.21	0.02	1.17	53.01	6.87	0.59	10.72

Cuadro 28. Análisis de minerales de *Centrosema macrocarpum*

Bloque	Especie	Enmiendas	ANALISIS MINERAL									
			COMPOSICION QUIMICA									
			N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Na (%)	Ca (%)	Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)
1	Centrosema	control	2.79	0.15	0.44	0.11	0.01	0.88	7.62	2.87	0.24	5.69
2	Centrosema	control	2.59	0.16	0.19	0.05	0.01	0.28	4.10	2.17	0.13	4.51
3	Centrosema	control	2.18	0.18	0.67	0.06	0.01	0.59	12.79	7.45	0.40	7.50
1	Centrosema	Roca fosfórica	3.12	0.19	0.12	0.02	0.01	0.10	1.68	0.16	0.19	2.19
2	Centrosema	Roca fosfórica	2.48	0.19	0.06	0.02	0.01	0.13	1.71	0.29	0.08	4.53
3	Centrosema	Roca fosfórica	3.02	0.20	0.48	0.08	0.01	0.92	8.31	2.43	0.32	5.56
1	Centrosema	dolomita	2.11	0.15	0.16	0.06	0.01	0.25	3.82	0.27	0.19	5.39
2	Centrosema	dolomita	2.45	0.15	0.71	0.19	0.01	0.91	12.97	1.57	0.32	6.13
3	Centrosema	dolomita	2.17	0.18	0.24	0.11	0.02	0.35	4.22	0.14	0.19	3.28
1	Centrosema	bocashi	2.84	0.13	0.62	0.14	0.02	1.09	13.27	2.05	0.59	4.64
2	Centrosema	bocashi	2.73	0.12	1.33	0.26	0.05	1.45	19.17	4.91	0.54	3.44
3	Centrosema	bocashi	2.91	0.11	0.21	0.03	0.01	0.18	1.93	0.11	0.13	4.21

Cuadro 29. Análisis de minerales de *Mucuna pruriens*

Bloque	Especie	Enmiendas	ANÁLISIS MINERAL									
			COMPOSICION QUIMICA									
			N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Na (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
1	Mucuna	control	1.65	0.12	0.41	0.12	0.01	0.58	9.42	5.67	0.61	4.97
2	Mucuna	control	2.01	0.13	0.51	0.14	0.02	0.48	11.70	4.31	0.51	2.44
3	Mucuna	control	2.27	0.11	0.65	0.14	0.01	0.48	9.40	4.99	0.62	5.30
1	Mucuna	Roca fosfórica	2.29	0.16	0.46	0.09	0.01	0.91	7.62	2.94	0.38	3.66
2	Mucuna	Roca fosfórica	1.86	0.17	0.44	0.13	0.01	0.88	11.37	9.02	0.49	5.44
3	Mucuna	Roca fosfórica	2.32	0.15	0.16	0.02	0.01	0.10	4.62	0.41	0.14	3.55
1	Mucuna	dolomita	1.65	0.16	0.22	0.04	0.01	0.14	2.62	0.19	0.16	4.10
2	Mucuna	dolomita	1.28	0.14	0.16	0.03	0.01	0.09	2.70	0.74	0.14	2.98
3	Mucuna	dolomita	1.69	0.12	0.26	0.10	0.01	0.33	6.38	1.48	0.36	1.87
1	Mucuna	bocashi	2.19	0.16	0.10	0.02	0.01	0.09	2.28	0.41	0.14	5.24
2	Mucuna	bocashi	2.89	0.13	0.13	0.05	0.00	0.20	1.42	0.46	0.25	4.79
3	Mucuna	bocashi	2.04	0.16	0.06	0.03	0.01	0.12	1.33	0.06	0.08	3.24

Cuadro 30. Porcentaje de germinación

bloques	especies	Enmiendas	GERMINACION (%)	
			7 días	14días
1	kudzu	control	10	89
2	kudzu	control	9	88
3	kudzu	control	11	87
1	kudzu	Roca fosfórica	10	87
2	kudzu	Roca fosfórica	12	90
3	kudzu	Roca fosfórica	8	88
1	kudzu	dolomita	10	86
2	kudzu	dolomita	9	89
3	kudzu	dolomita	12	88
1	kudzu	bocashi	11	88
2	kudzu	bocashi	10	87
3	kudzu	bocashi	11	89
1	mucuna	control	100	100
2	mucuna	control	100	100
3	mucuna	control	100	100
1	mucuna	Roca fosfórica	100	100
2	mucuna	Roca fosfórica	100	100
3	mucuna	Roca fosfórica	100	100
1	mucuna	dolomita	100	100
2	mucuna	dolomita	100	100
3	mucuna	dolomita	100	100
1	mucuna	bocashi	100	100
2	mucuna	bocashi	100	100
3	mucuna	bocashi	100	100
1	Centrosema	control	35	92
2	Centrosema	control	36	93
3	Centrosema	control	34	95
1	Centrosema	Roca fosfórica	35	96
2	Centrosema	Roca fosfórica	35	95
3	Centrosema	Roca fosfórica	36	95
1	Centrosema	dolomita	34	94
2	Centrosema	dolomita	35	96
3	Centrosema	dolomita	36	95
1	Centrosema	bocashi	36	96
2	Centrosema	bocashi	35	95
3	Centrosema	bocashi	36	93

Cuadro 31. Análisis de varianza para análisis de minerales en *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens*, *Pueraria phaseoloides*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19140.09	2	9570.04	175.82	<0.0001
especie	19140.09	2	9570.04	175.82	<0.0001
Error	1796.21	33	54.43		
Total	20936.3	35			

Test: Tukey Alfa:=0.05 DMS:=7.39665

Cuadro 32. Análisis de varianza materia verde (t ha⁻¹) en *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens*, *Pueraria phaseoloides*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	951.07	2	475.54	31.21	<0.0001
Especie	951.07	2	475.54	31.21	<0.0001
Error	502.77	33	15.24		
Total	1453.84	35			

Test: Tukey Alfa:=0.05 DMS:=3.91327

Cuadro 33. Análisis de varianza materia seca (t ha⁻¹) en *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens*, *Pueraria phaseoloides*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	59.81	2	29.9	36.51	<0.0001
Especie	59.81	2	29.9	36.51	<0.0001
Error	27.03	33	0.82		
Total	86.83	35			

Test: Tukey Alfa:=0.05 DMS:=0.90733

Cuadro 34. Análisis de varianza materia seca radicular ($t\ ha^{-1}$) en *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens*, *Pueraria phaseoloides*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	382272.43	2	191136.21	22.59	<0.0001
Especie	382272.43	2	191136.21	22.59	<0.0001
Error	279229.7	33	8461.51		
Total	661502.12	35			

Test: Tukey Alfa:=0.05 DMS:=92.22273

Cuadro 35. Análisis de varianza Longitud radicular (cm) en *Centrosema macrocarpum*, *Mucuna pruriens*, *Pueraria phaseoloides*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4819.42	2	2409.71	31.1	<0.0001
Especie	4819.42	2	2409.71	31.1	<0.0001
Error	2556.53	33	77.47		
Total	7375.95	35			

Test: Tukey Alfa:=0.05 DMS:=8.82435

Cuadro 36. Análisis de correlación de materia verde foliar, materia seca, materia seca radicular, longitud radicular.

PARAMETROS	MVF ($t\ ha^{-1}$)	MS($t\ ha^{-1}$)	MSR ($Kg\ ha^{-1}$)	LR(cm)
MV($t.ha^{-1}$)	1.00	0.00	1.90E-08	0.00E+00
BF($t.ha^{-1}$)	0.99	1.00	2.40E-09	0.00E+00
BR ($Kg.ha^{-1}$)	0.78	0.81	1.00	1.10E-08
LR (cm)	0.9	0.9	0.79	1.00

Cuadro 37. Análisis de correlación de composición química de la materia seca de *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna pruriens*, *Centrosema macrocarpum*

Macro y micronutrientes	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Na (%)	Ca (%)	Fe(ppm)	Mn(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)
N (%)	1.00	0.1376	0.227	0.1948	0.4234	0.0712	0.3518	0.96	0.8064	0.2628
P (%)	0.2523	1.00	0.0003	0.0029	0.2169	0.0011	1.10E-05	0.0034	0.149	1.90E-06
K (%)	0.2065	0.5632	1.00	1.90E-11	2.50E-07	0.00	0.00	7.40E-09	1.20E-08	6.80E-11
Mg (%)	0.2212	0.4818	0.8598	1.00	3.20E-06	1.30E-10	1.70E-08	0.0001	4.30E-06	1.00E-05
Na (%)	0.1377	0.2109	0.7402	0.6902	1.00	6.00E-06	0.0003	0.0019	0.0007	0.0148
Ca (%)	0.3042	0.5216	0.9077	0.8414	0.6763	1.00	1.80E-08	6.10E-08	4.60E-09	4.10E-07
Fe(ppm)	0.1598	0.6613	0.8968	0.7823	0.5687	0.7815	1.00	8.60E-09	1.30E-05	0.00
Mn(ppm)	-0.0087	0.4751	0.7942	0.621	0.4997	0.7636	0.7922	1.00	3.00E-09	5.00E-08
Zn(ppm)	0.0423	0.2455	0.7872	0.6839	0.5387	0.8004	0.657	0.8059	1.00	0.0002
Cu(ppm)	0.1917	0.701	0.8478	0.6642	0.4031	0.731	0.9059	0.7666	0.5813	1.00

Cuadro 38. Análisis de varianza para el porcentaje de germinación a los 7 días post siembra de *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51490.5	2	25745.25	37759.7	<0.0001
especies	51490.5	2	25745.25	37759.7	<0.0001
Error	22.5	33	0.68		
Total	51513	35			

Test:Tukey Alfa:=0.05 DMS:=0.82784

Cuadro 39. Análisis de varianza para el porcentaje de cobertura a los 14 días después de la siembra de *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides* y *Mucuna pruriens*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	866.72	2	433.36	434.46	<0.0001
especies	866.72	2	433.36	434.46	<0.0001
Error	32.92	33	1		
Total	899.64	35			

Test :Tukey Alfa:=0.05 DMS:=1.00130

Cuadro 40. Análisis químico de las fuentes de materia orgánica en estudio.

Descripción	H°	M.O	pH	N	P	K
	%	%		%	%	%
Bocashi	61.5	75.1	9.1	1.3	0.34	0.08

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.